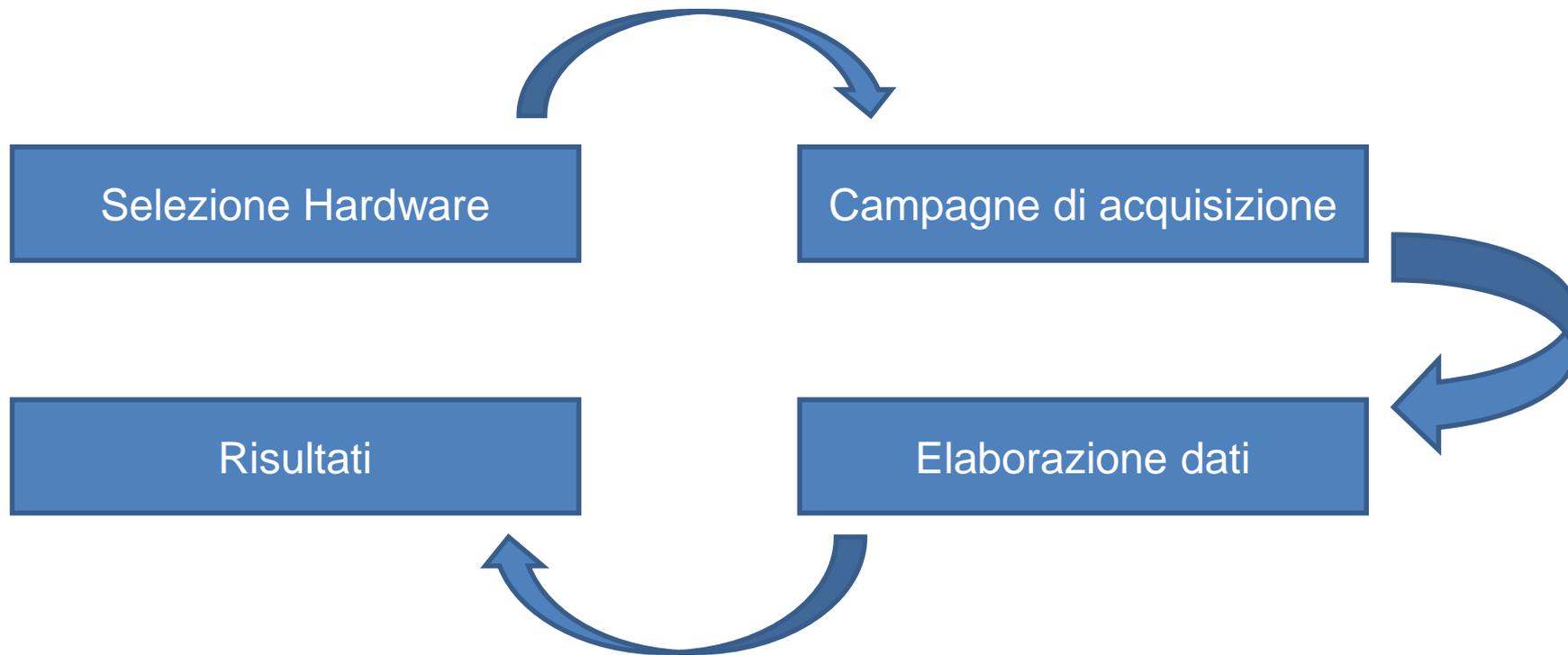


Detection di micro- e macro-plastiche tramite tecniche ottiche e di intelligenza artificiale

CNR-ISASI

Att 2.2 Acquisizione immagini da UAV e analisi iperspettrale per il riconoscimento e la caratterizzazione di plastiche



Att 2.2 Acquisizione immagini da UAV e analisi iperspettrale per il riconoscimento e la caratterizzazione di plastiche

Hardware

DJI Matrice 600
Pro



DJI X3
[Sensore RGB]



MicaSense RedEdge M V
2.0
[Sensore Multispettrale]

Specifications

Weight:	150 g (5.3 oz)
Dimensions:	12.1 cm x 6.6 cm x 4.6 cm (4.8 in x 2.6 in x 1.8 in)
External Power:	5.0 V DC, 4 W nominal
Spectral Bands:	Blue, green, red, red edge, near IR (narrowband)
Ground Sample Distance:	8 cm per pixel (per band) at 120 m (~400 ft) AGL
Capture Rate:	1 capture per second (all bands), 12-bit RAW
Interface:	Serial, Ethernet, GPS
Field of View:	47.2° HFOV

Att 2.2 Acquisizione immagini da UAV e analisi iperspettrale per il riconoscimento e la caratterizzazione di plastiche

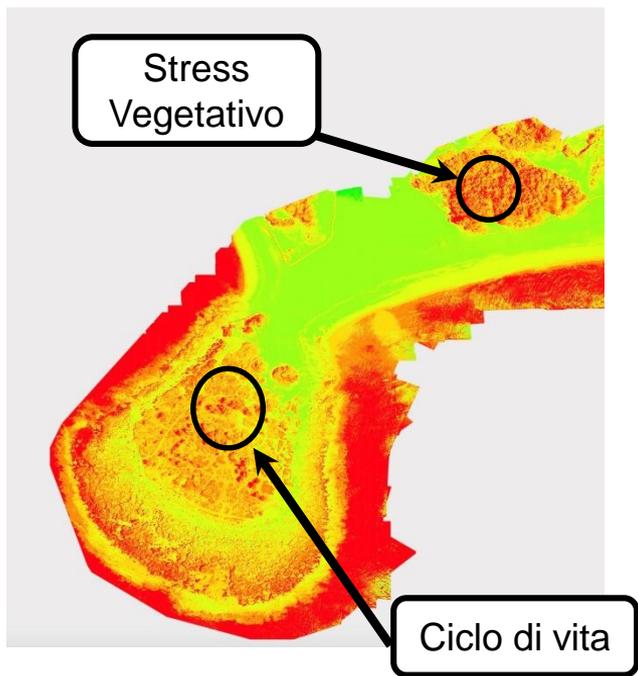
Campagne di acquisizione

Numero	Caratteristiche	Esito
1	Mare + litorale, condizioni naturali	Poche immagini utili, utilizzata per testare l'hardware
2	Mare + litorale, aggiunta manuale di rifiuti	Poche immagini utili, scarso livello di controllo, utilizzabile per test finali degli algoritmi
3	Terra, aggiunta manuale di rifiuti	Numerose immagini, a diverse quote (10, 20 e 30 metri), buon livello di controllo, utilizzabile sia per fine tuning che per test
4	Mare	Test finale in situ degli algoritmi implementati

Att 2.2 Acquisizione immagini da UAV e analisi iperspettrale per il riconoscimento e la caratterizzazione di plastiche

Rilievo e mappatura tramite
ortofoto con mappa di indice

Campagne di acquisizione



Att 2.2 Acquisizione immagini da UAV e analisi iperspettrale per il riconoscimento e la caratterizzazione di plastiche

Elaborazione dati

Implementazione e test di differenti approcci neurali



Faster R-CNN



Mask R-CNN



YOLO-v3

Training:
dataset
pubblico

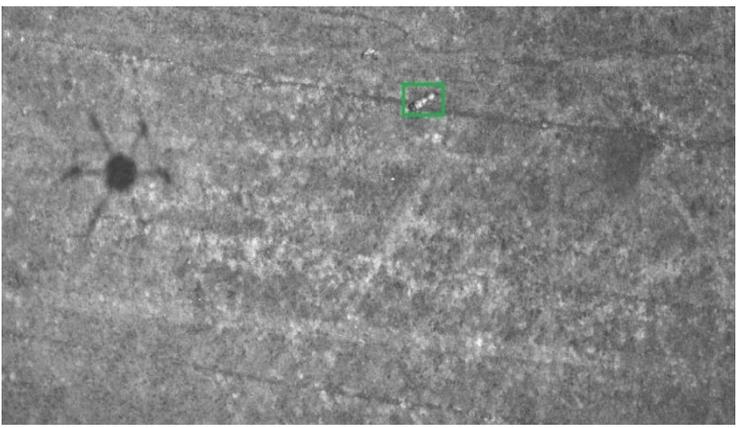
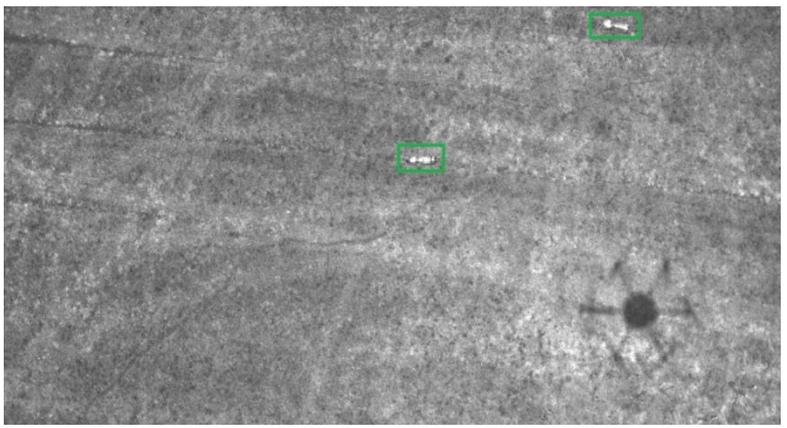


Fine tuning (nostre acquisizioni)



Att 2.2 Acquisizione immagini da UAV e analisi iperspettrale per il riconoscimento e la caratterizzazione di plastiche

Risultati



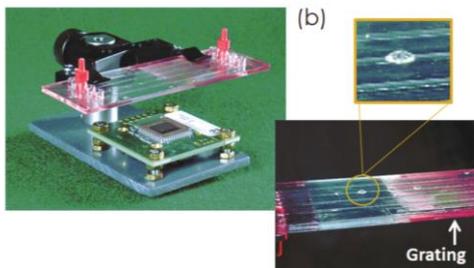
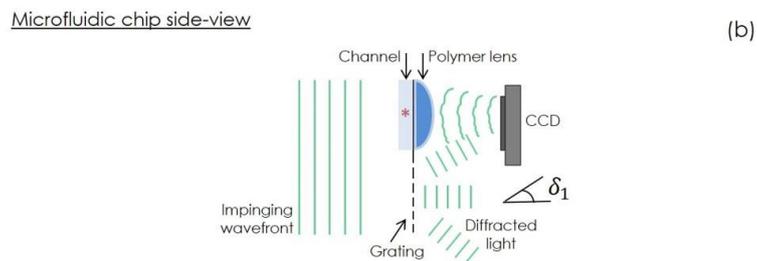
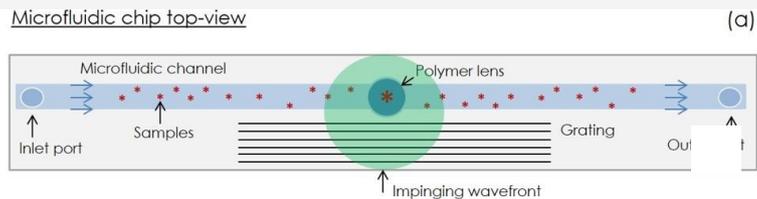
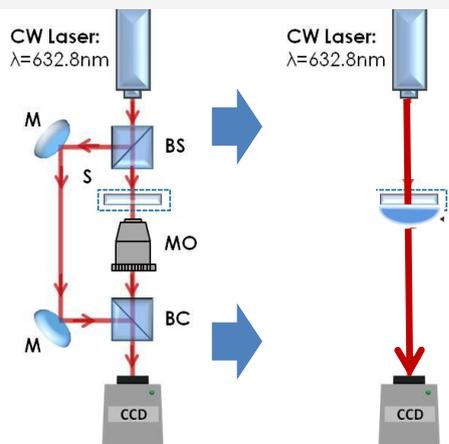
Att 2.2 Acquisizione immagini da UAV e analisi iperspettrale per il riconoscimento e la caratterizzazione di plastiche

		Faster R-CNN	Mask R-CNN	YOLO V3
10 metri	Training standard	88,78%	92,19%	91,89%
	Fine tuning	92,33%	94,45%	93,18%
20 metri	Training standard	84,44%	90,87%	89,92%
	Fine tuning	91,12%	93,23%	92,74%
30 metri	Training standard	80,45%	84,57%	87,42%
	Fine tuning	83,30%	87,45%	90,25%

Att 2.2 Acquisizione immagini da UAV e analisi iperspettrale per il riconoscimento e la caratterizzazione di plastiche

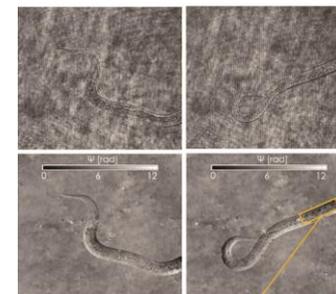


Sistema optomeccanico per la detection di microplastiche

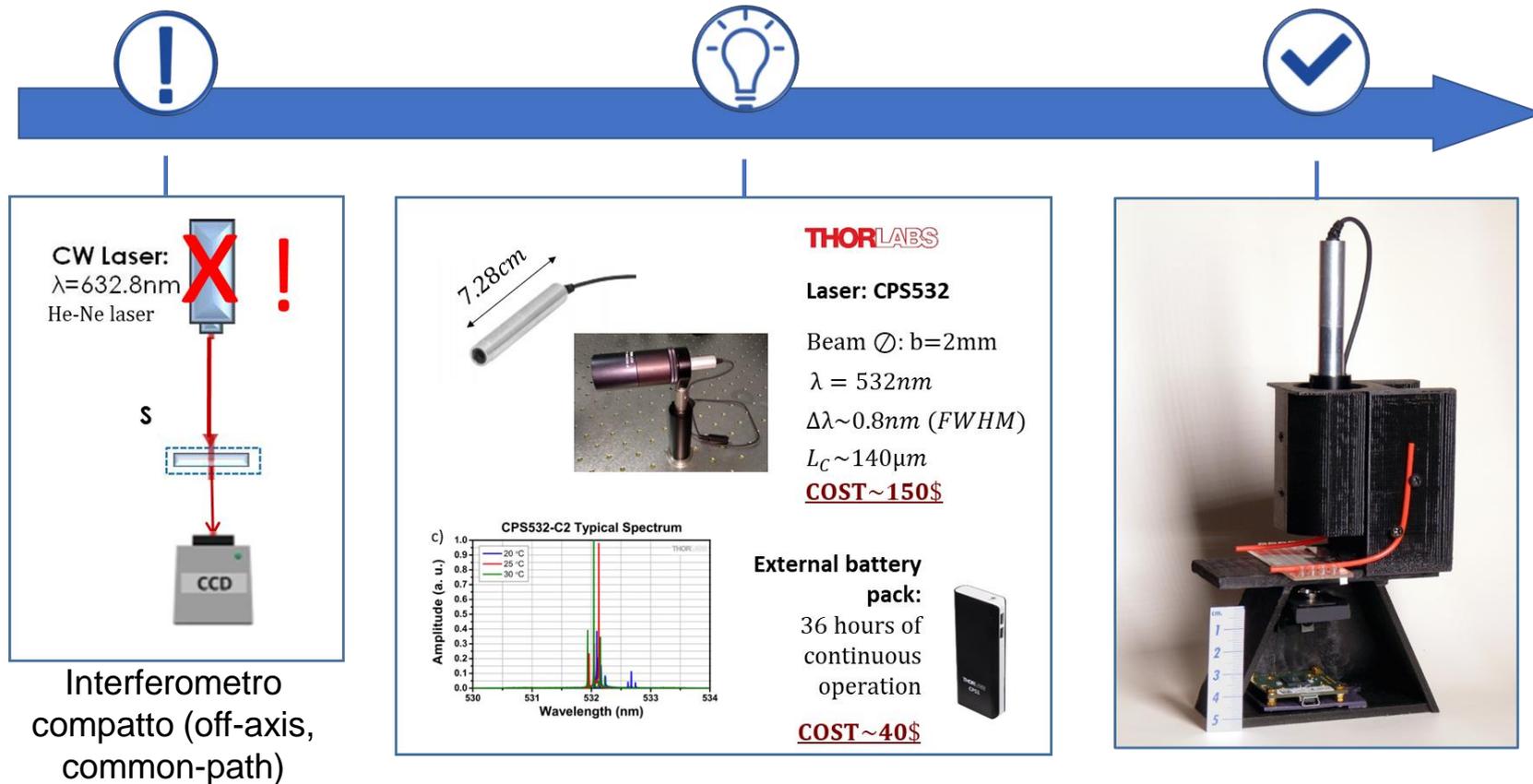


Off-axis common path DH
microscopy on-chip

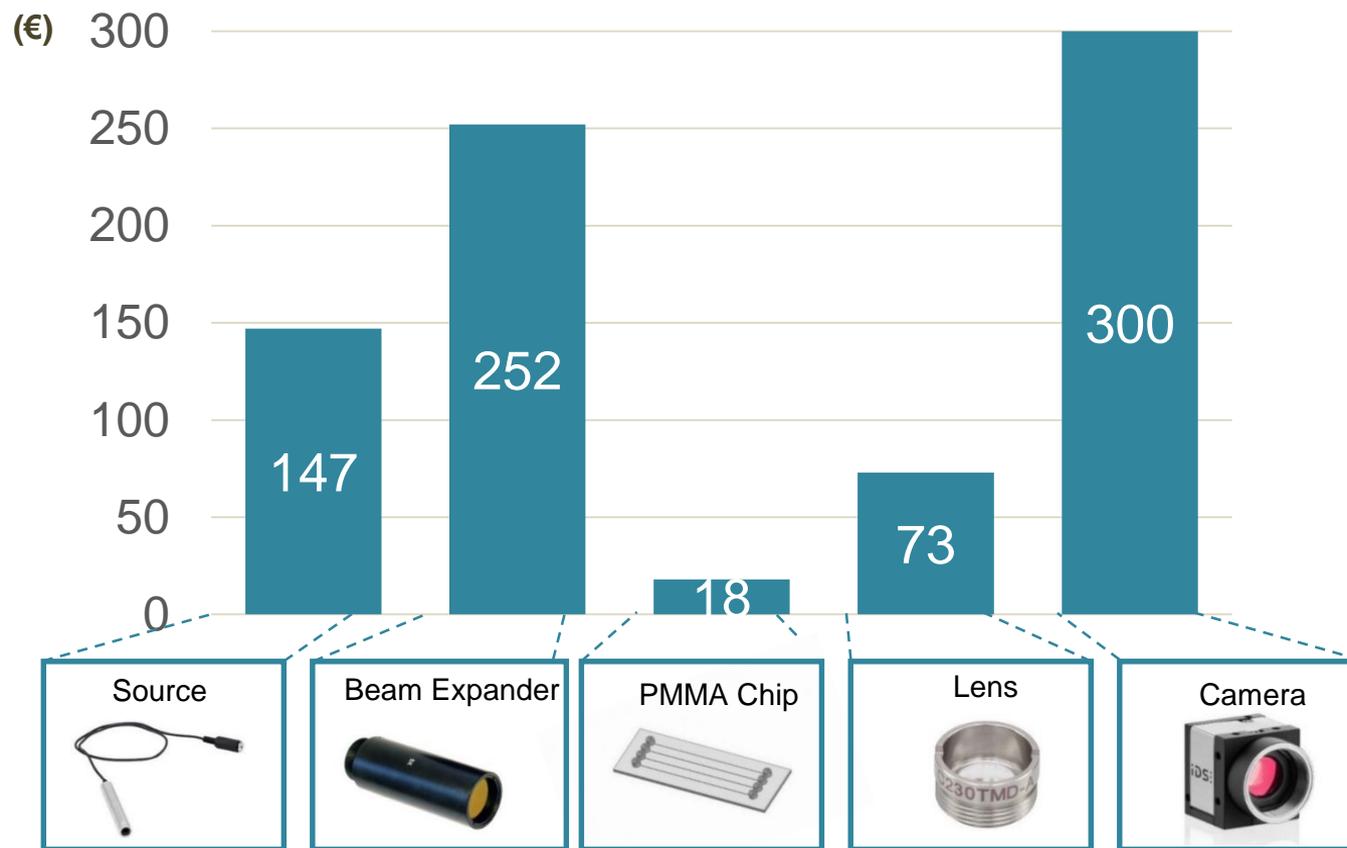
tolerant against vibrations, portable,
scalable, cheap

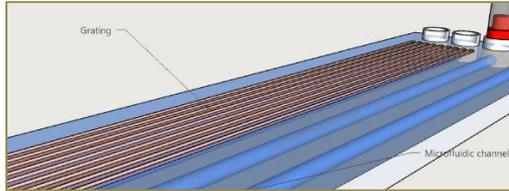


Sistema optomeccanico



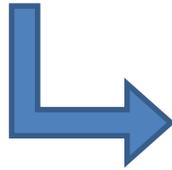
Prezzo al dettaglio dei principali componenti



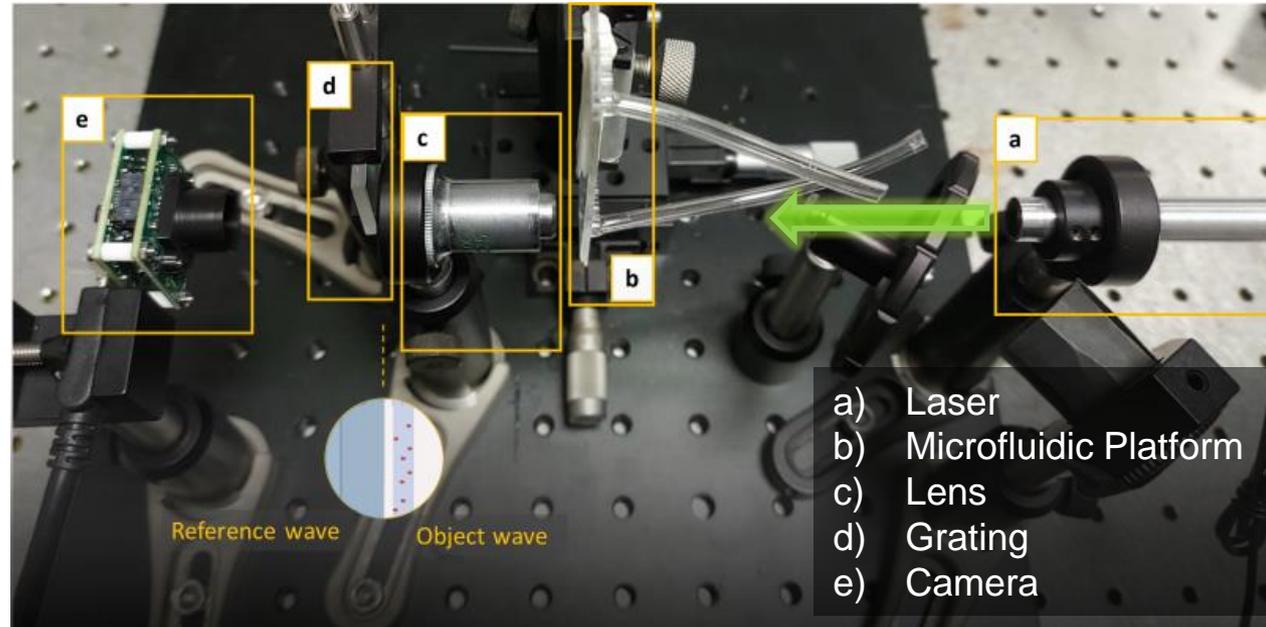


Grating stampato con fotolitografia

- x Costo elevato in termini di tempo e strutture
- x Impossibilità di cambiare frequentemente la piattaforma microfluidica



Nuova strategia
con grating
commerciale
dopo l'obiettivo
da microscopio

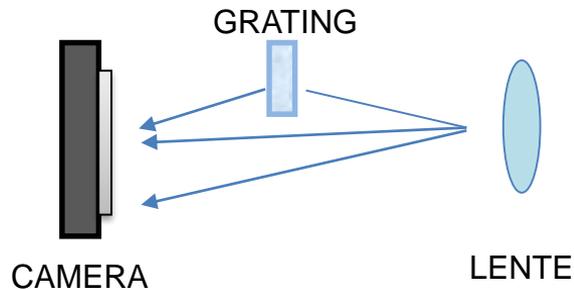
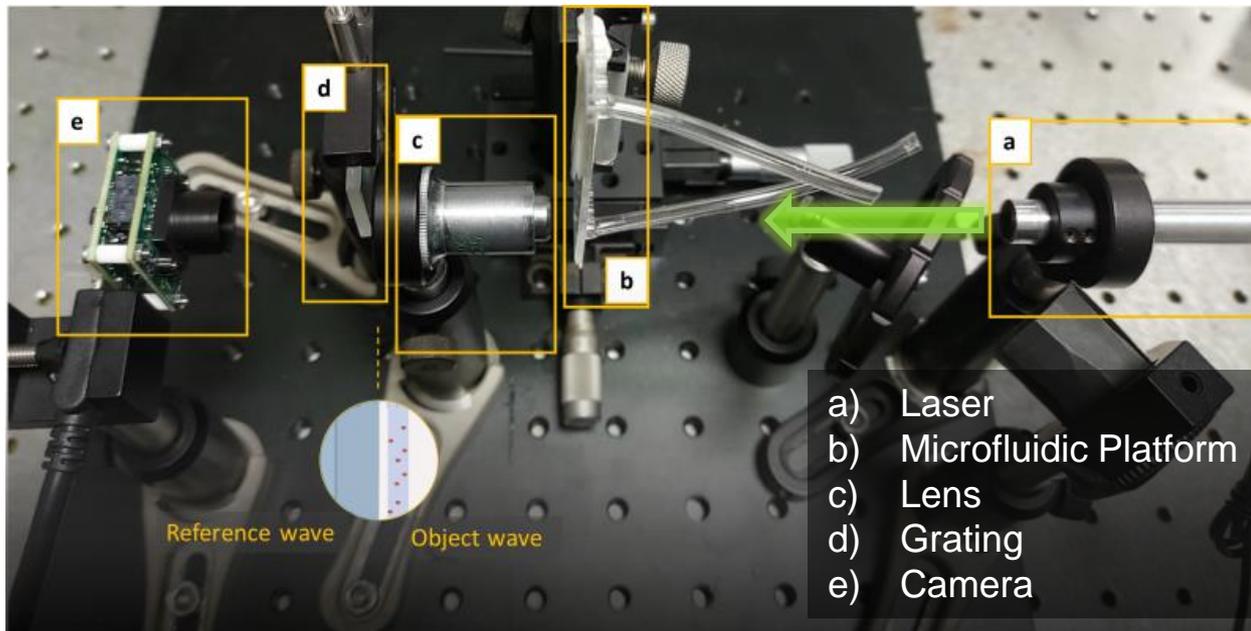


Nuova strategia
con grating
commerciale
dopo l'obiettivo

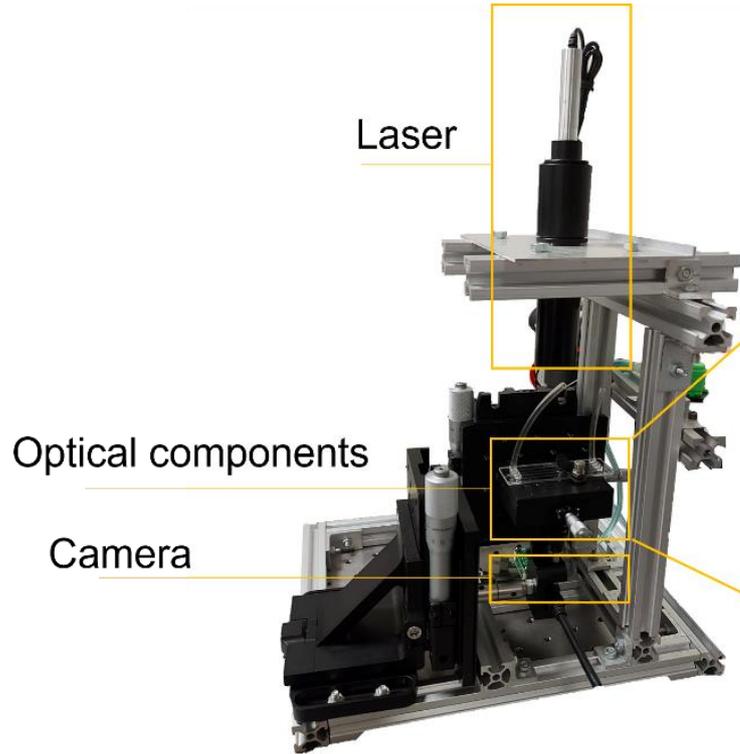
Il grating raccoglie
e devia il segnale
libero dall'oggetto



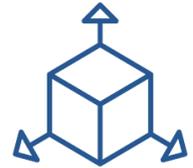
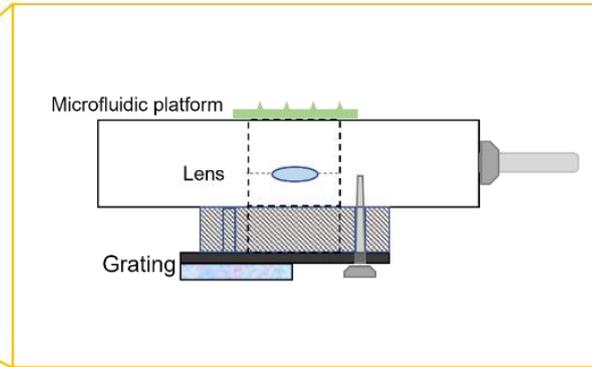
Configurazione
olografica off-axis



Struttura portatile in alluminio



La piattaforma microfluidica, le ottiche e il grating formano un unico blocco

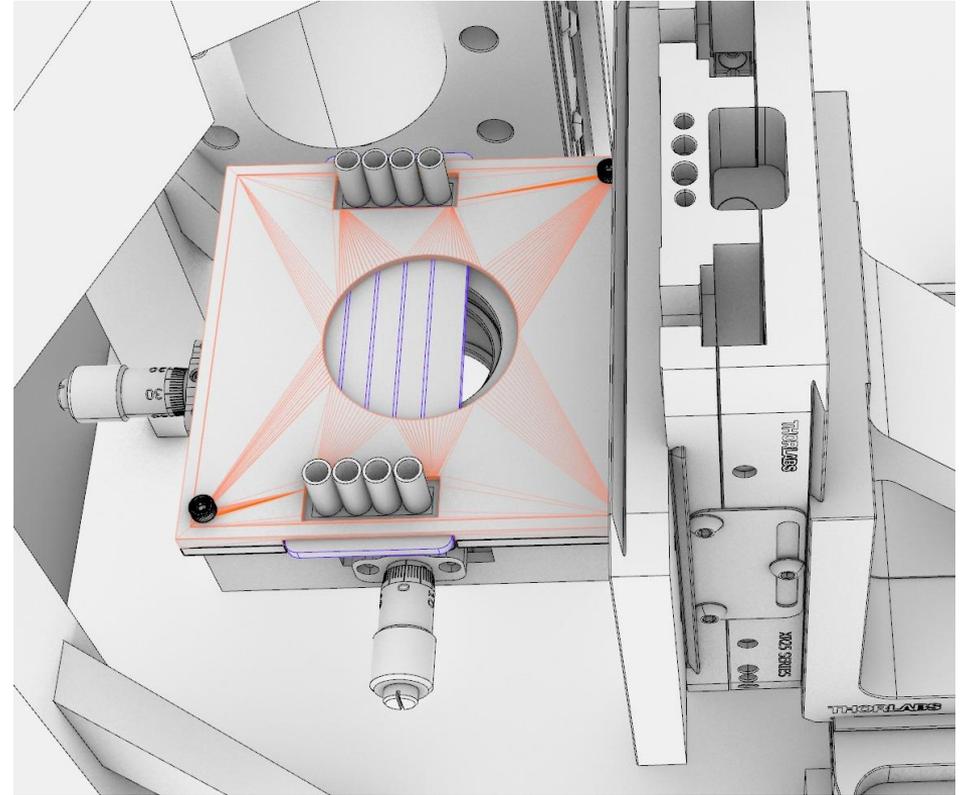
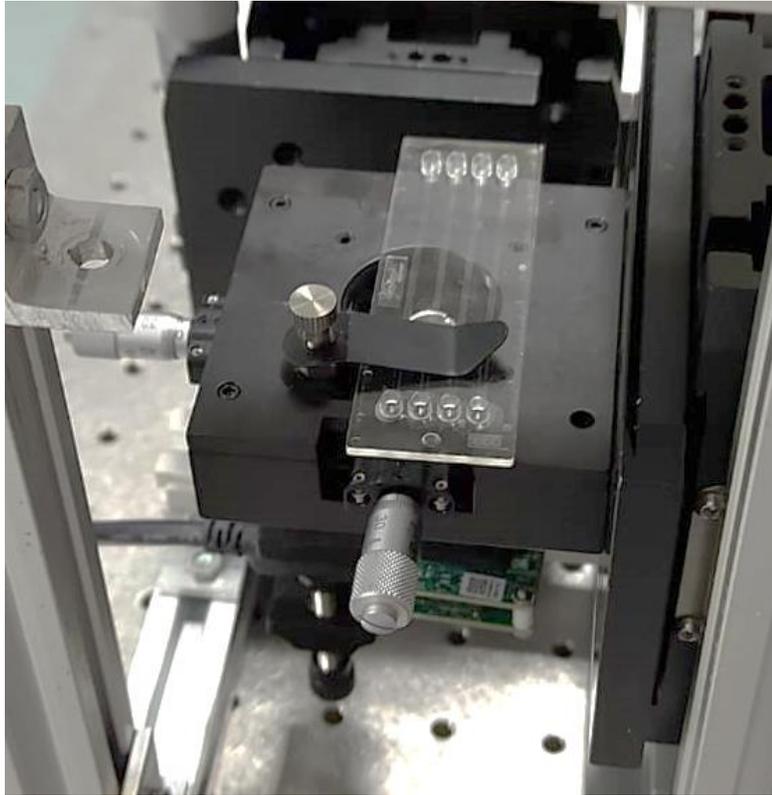


25x25x30 cm



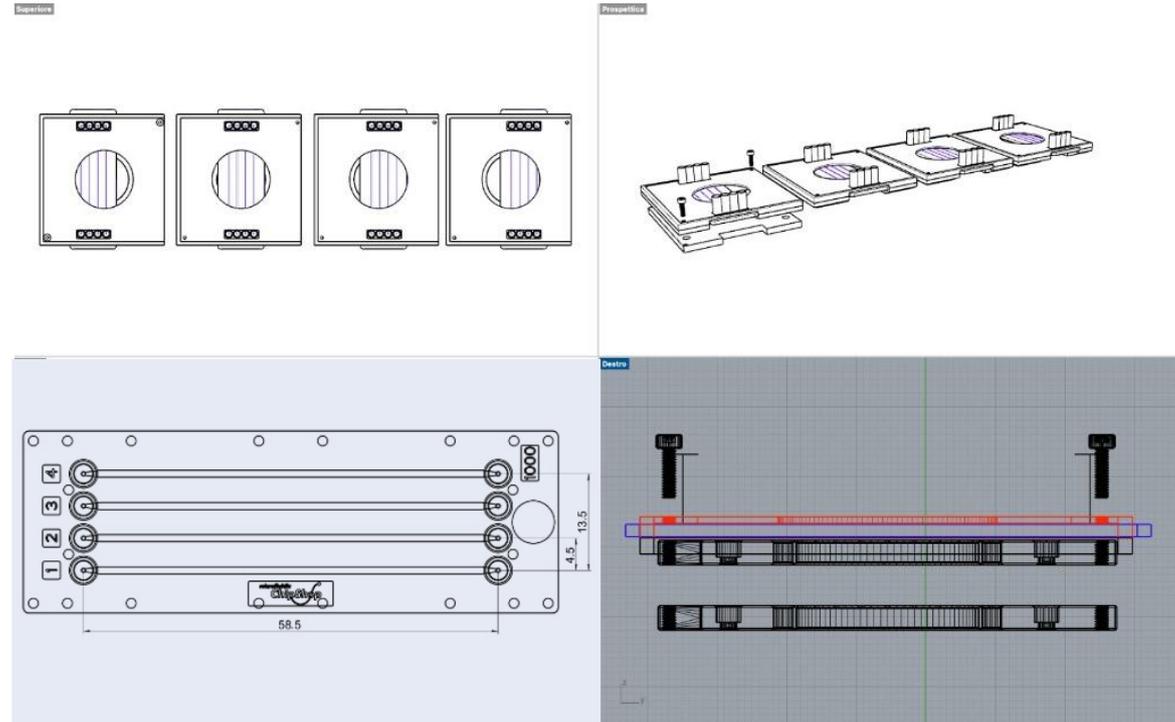
5Kg

Ora in stampa: maschera portacampione



Maschera portacampione

- Migliore stabilità rispetto alle vibrazioni esterne o introdotte dalla pompa microfluidica
- Posizionamento del campione rapido e indipendente dall'operatore
- 4 diverse strutture progettate per l'imaging dei 4 canaletti



Pompa microfluidica peristaltica

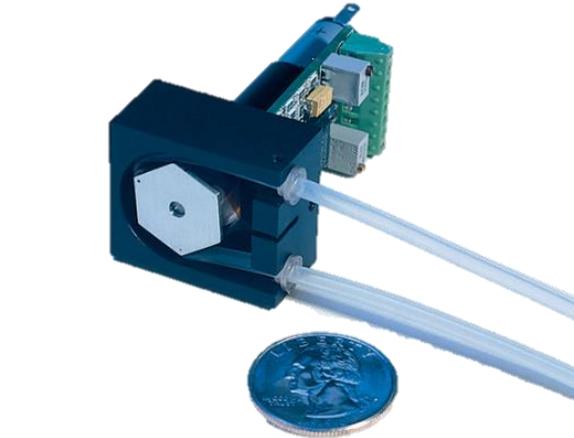


- Semplicità di installazione ed uso
- Bassi costi di manutenzione
- Flusso bidirezionale
- Portata regolabile in base al diametro interno della tubatura

Per il laboratorio:

- Flow rates 0.0006 mL/min-32 mL/min
- 232 x 142 x 149 mm
- 2.3 Kg

Pompa microfluidica peristaltica



Per il laboratorio:

- Flow rates 0.0006 mL/min-32 mL/min
- 232 x 142 x 149 mm
- 2.3 Kg

Per l'esterno:

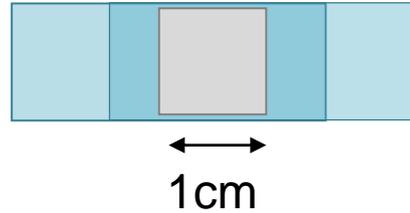
- Flow rates 0.0007 -19 ml/min
- 27 x32 x 54 mm
- 55 g

Compatibilità tra tubature e campioni

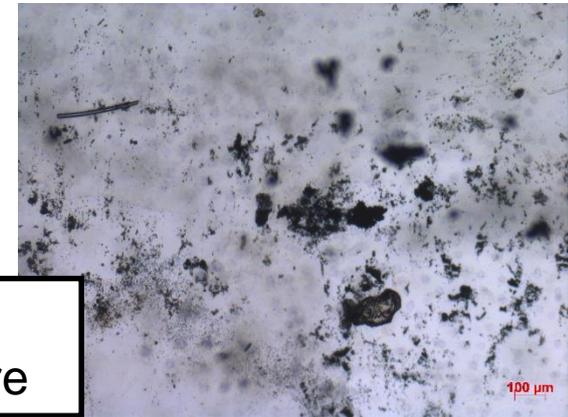


- Silicone
- 2mm ID
- 4mm OD

Misure al microscopio della superficie interna del tubo



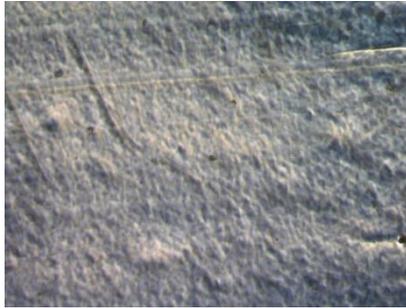
Tubo non utilizzato



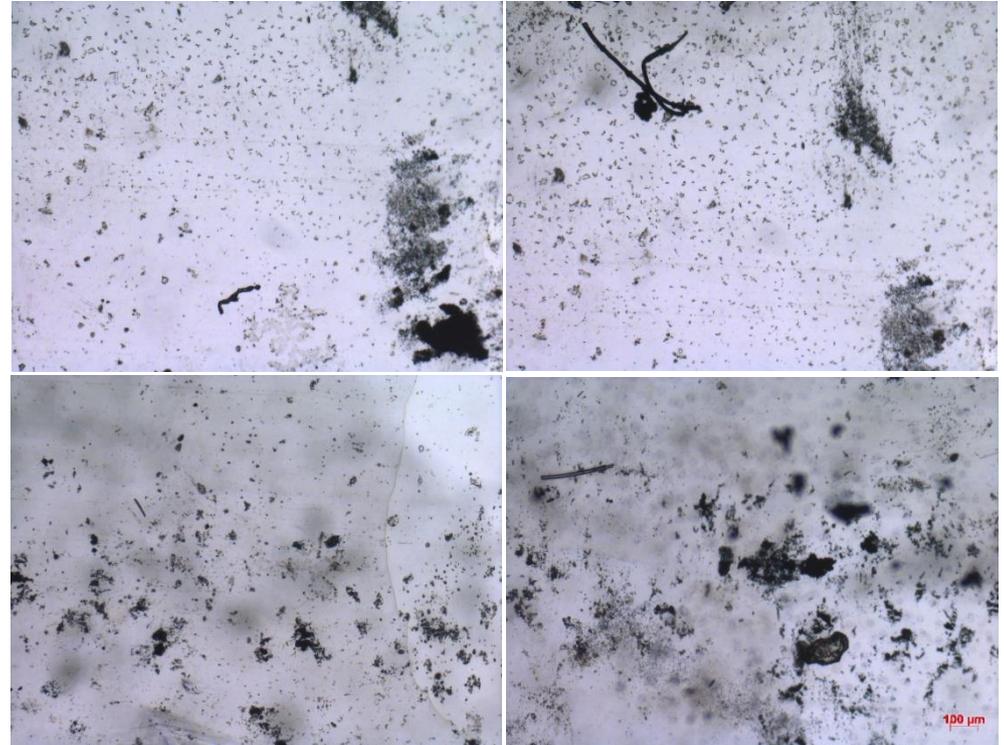
Tubo dopo una sessione di misure

Compatibilità tra tubature e campioni

Tubo non utilizzato



Dopo una sessione di misure



POSSIBILI CAUSE [1]

- Rugosità della superficie
- Composizione chimica di tubature e oggetti in flusso

SOLUZIONE DA TESTARE: Teflon (PTFE)

[1] Kniggendorf AK et AL. Microplastics Detection in Streaming Tap Water with Raman Spectroscopy. Sensors (Basel). 2019

Misure su microfibre tessili



- Principale fonte di microplastica primaria negli oceani
- Lavatrice Bosch WLG24225i, a 40 °C, per 107 min e 1200 giri/min, con detersivo liquido commerciale e un carico di lavaggio di 2-2,5 kg realizzato con t-shirt 100% poliestere
- I campioni analizzati sono ottenuti filtrando le acque provenienti direttamente dal tubo di scarico con un filtro in nylon a 20 μm

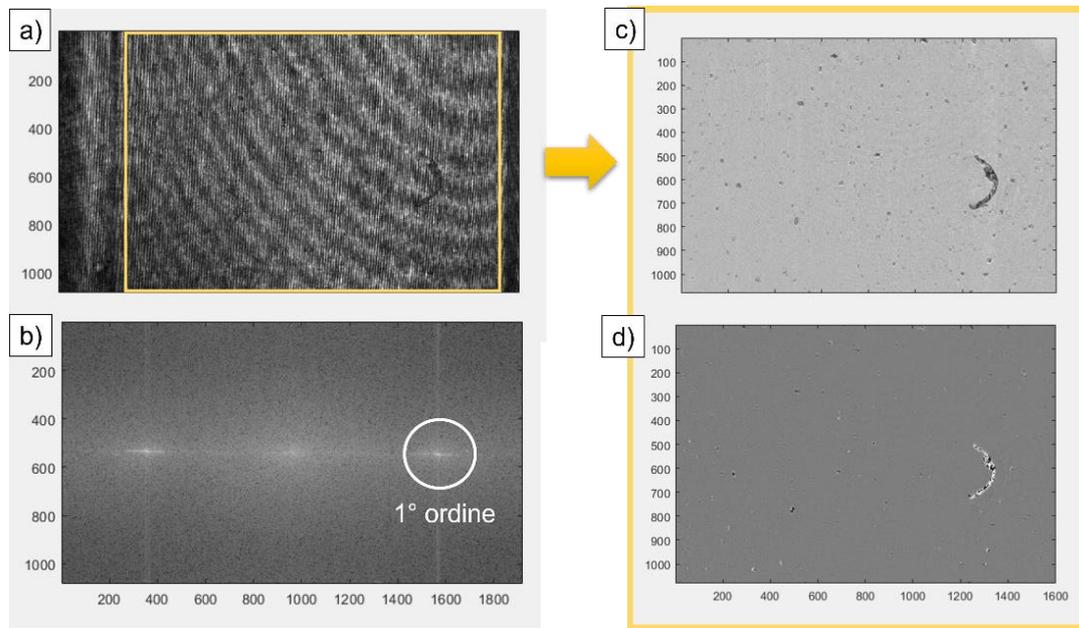
Campioni forniti da IPCB

Misure olografiche su microfibre in flusso

Sono acquisiti video del campione in flusso; ogni frame è un ologramma.



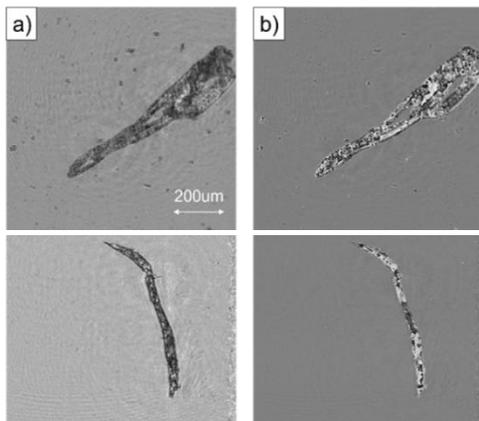
- Ricostruzioni di immagini di ampiezza e mappe di fase
- Refocusing numerico



- a) Frame (ologramma)
- b) Trasformata di Fourier dell'ologramma
- c) Ricostruzione di immagine di ampiezza
- d) Ricostruzione di Mappa di fase

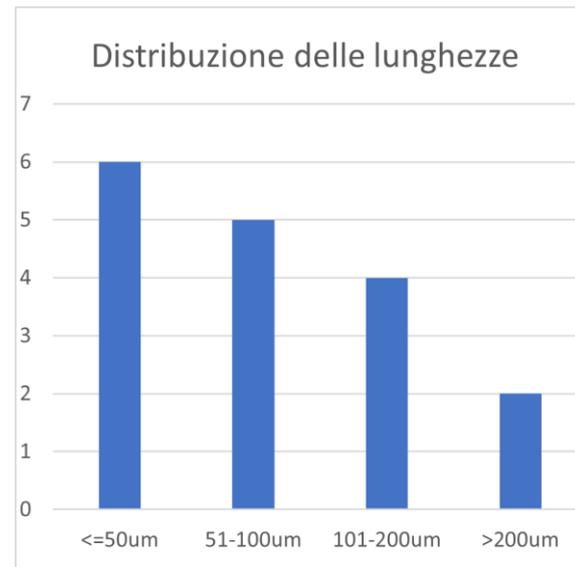
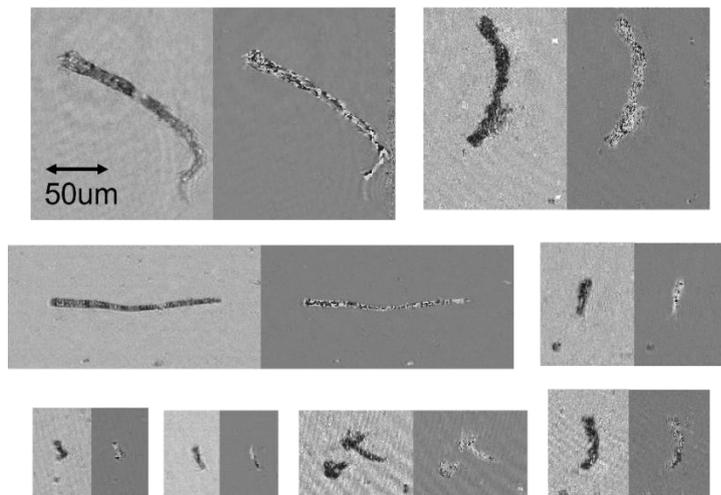
Primi risultati su microfibre in flusso

FIBRE IN COTONE



- a) Immagini di ampiezza
- b) mappe di fase

FIBRE SINTETICHE



Analisi in flusso su 1ml di campione



20 fibre riconosciute



Rotovapor

Bassa concentrazione di fibre:

- x Lunghi tempi di acquisizione misure
- x Larghi volumi di dati non significativi (frame privi di fibre)
- x Pochi oggetti per la costruzione di dataset



- Concentrazione del campione tramite rotovapor
- Volume del campione di partenza dimezzato

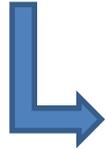
Laboratorio IPCB



Rotovapor

Bassa concentrazione di fibre:

- x Lunghi tempi di acquisizione misure
- x Larghi volumi di dati non significativi (frame privi di fibre)
- x Pochi oggetti per la costruzione di dataset



- Concentrazione del campione tramite rotovapor
- Volume del campione di partenza dimezzato



Aumentare eccessivamente la concentrazione aumenta la presenza di agglomerati di fibre

Laboratorio IPCB



Acquisizioni su campione concentrato

Fibre filtrate dopo
filtro con maglia di
20um

M = 4x
Framerate = 60fps

Ricostruzione di ampiezza



Ricostruzione di mappe di fase



Analisi del campione in flusso

ISASI- Lecce

Individuazione

Classificazione

Conteggio

Detection

ISASI- Lecce

Video di ricostruzione di fase



Generazione modello di background dai primi n frame

Estrazione pixel foreground per sottrazione



Operazioni morfologiche: erosione/dilatazione



Calcolo dei bounding box

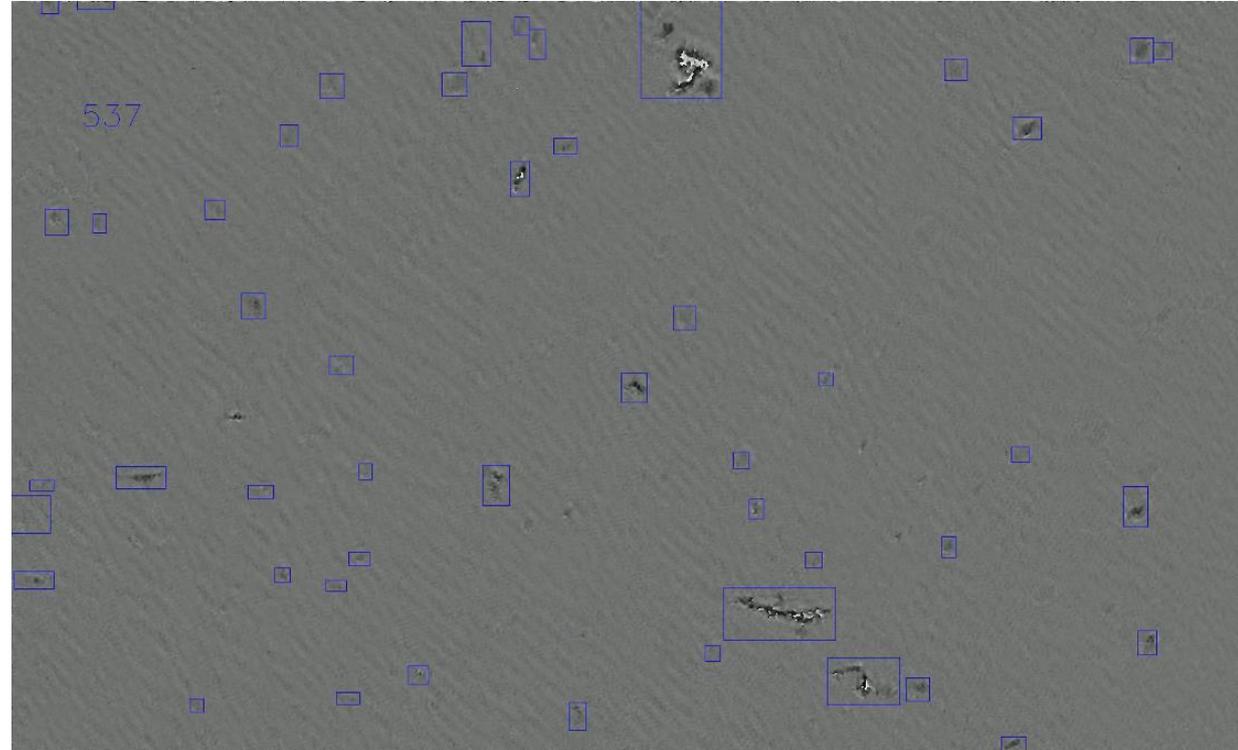
OBIETTIVI

- creazione di un dataset composto dalle patch degli oggetti in movimento
- pre-processing: input per algoritmo di classificazione/conteggio

Esempio di detection di oggetti in movimento

ISASI- Lecce

- Separazione dei bounding box sovrapposti
- Estrazione per ogni bounding box di una patch a due canali (ampiezza e fase)



Prospettive future



Determinare il metodo di classificazione più consono a distinguere le fibre/microplastiche da altri elementi comunemente presenti nel fluido in esame



Sviluppare strategie atte a minimizzare l'adesione di microplastiche al circuito microfluidico, per un conteggio affidabile degli oggetti