



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



SCUOLA DI INGEGNERIA AEROSPAZIALE
since 1926



APHRODITE

lab-on-chip per analisi chimico-cliniche a bordo della Stazione Spaziale Internazionale

ASI Workshop su Biomedicina Spaziale 15-17 Marzo 2023

Elisa Carrubba (KI), Mara Mirasoli (UNIBO), Augusto Nascetti (SIA)

Kayser Italia S.r.l.

Via di Popogna 501

57128 – Livorno (Italy)

www.kayser.it

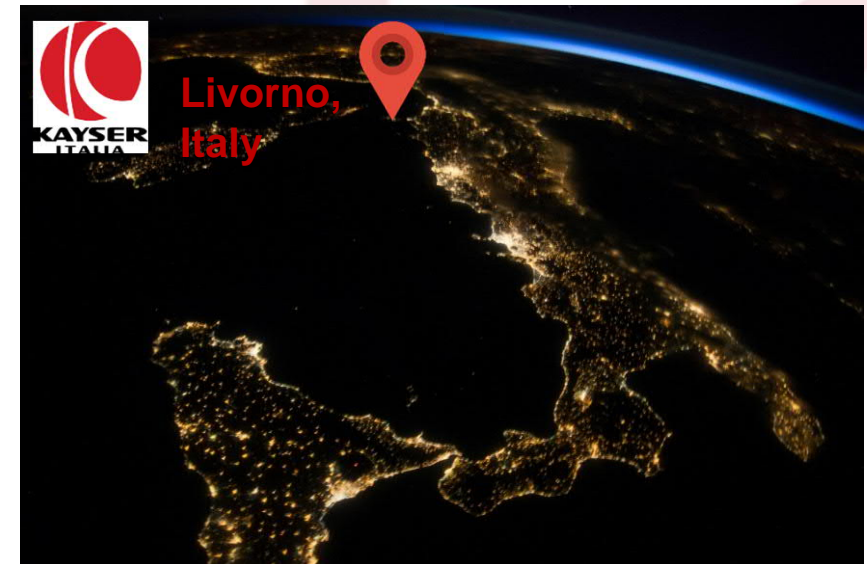
kayser@kayser.it

Kayser Italia Overview



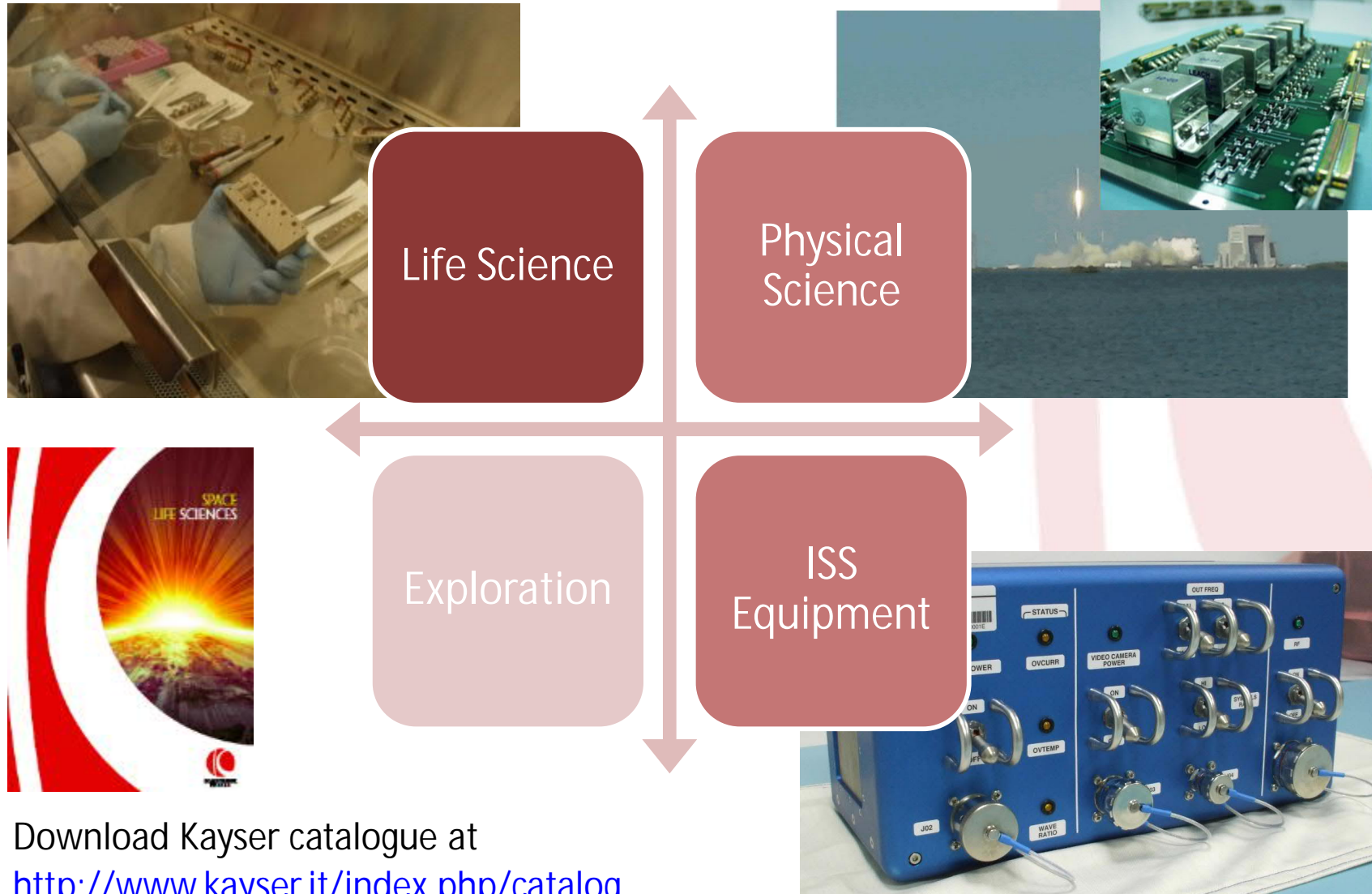
Kayser Italia:

- PMI privata operante nel settore spazio dal 1986
- Prodotti e servizi nei settori spazio ed aeronautico
- Staff di circa 80 dipendenti
- Ampia esperienza nella progettazione, sviluppo e qualifica di payloads ed esperimenti
- Prime-Contractor e Sub-Contractor
- Kayser Space costituita in UK nel 2016



Kayser Italia Overview

Core business: sviluppo e realizzazione di payloads scientifici e di equipments (ISS e satelliti); **86 missioni spaziali** con **133 payloads**, a bordo di diverse piattaforme spazio e satelliti

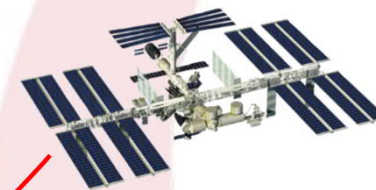


Download Kayser catalogue at
<http://www.kayser.it/index.php/catalog>

Kayser Italia Overview



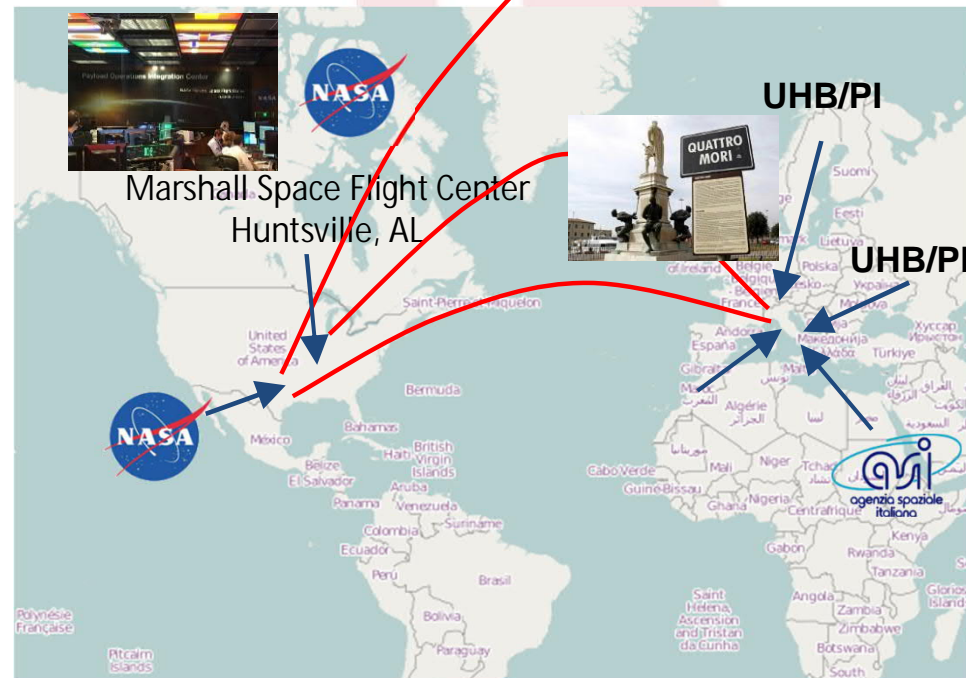
Facilities




USOC
User Support Operations Center



- Comunicazioni audio con ISS
- Comunicazioni audio con posizioni NASA
- Comunicazioni audio con posizione ESA
- Comunicazioni con altri USOC



Aphrodite – Background & Obiettivi

- ❖ Le future missioni spaziali di lunga durata (Luna, Marte) impongono la necessità di monitorare sempre più in *real-time* la salute dell'astronauta, al fine di assicurare l'efficienza dell'equipaggio
- ❖ Soluzione: metodi di diagnosi *in situ* per l'analisi in tempo reale di fluidi biologici in grado di individuare biomarcatori per conoscere gli effetti del volo spaziale sull'organismo umano
- ❖ Limiti in ambito Spazio: risorse di bordo, volume/peso, microgravità, radiazioni →
- ❖  **Lab-on-chip**: dispositivi che sfruttano approcci micro-fluidici → migliore efficienza del processo analitico in termini di dimensioni dei campioni, tempi di risposta, costi, prestazioni, controllo di processo, integrazione, produttività analitica ed automazione.

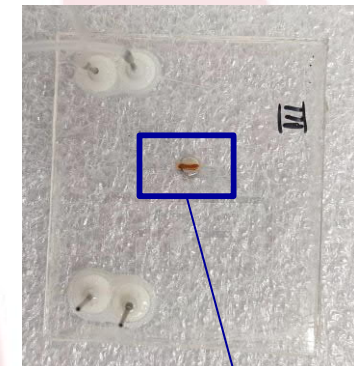
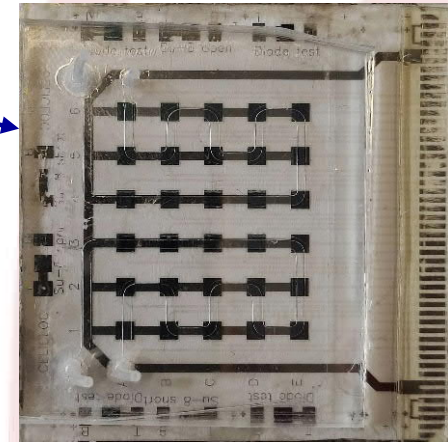
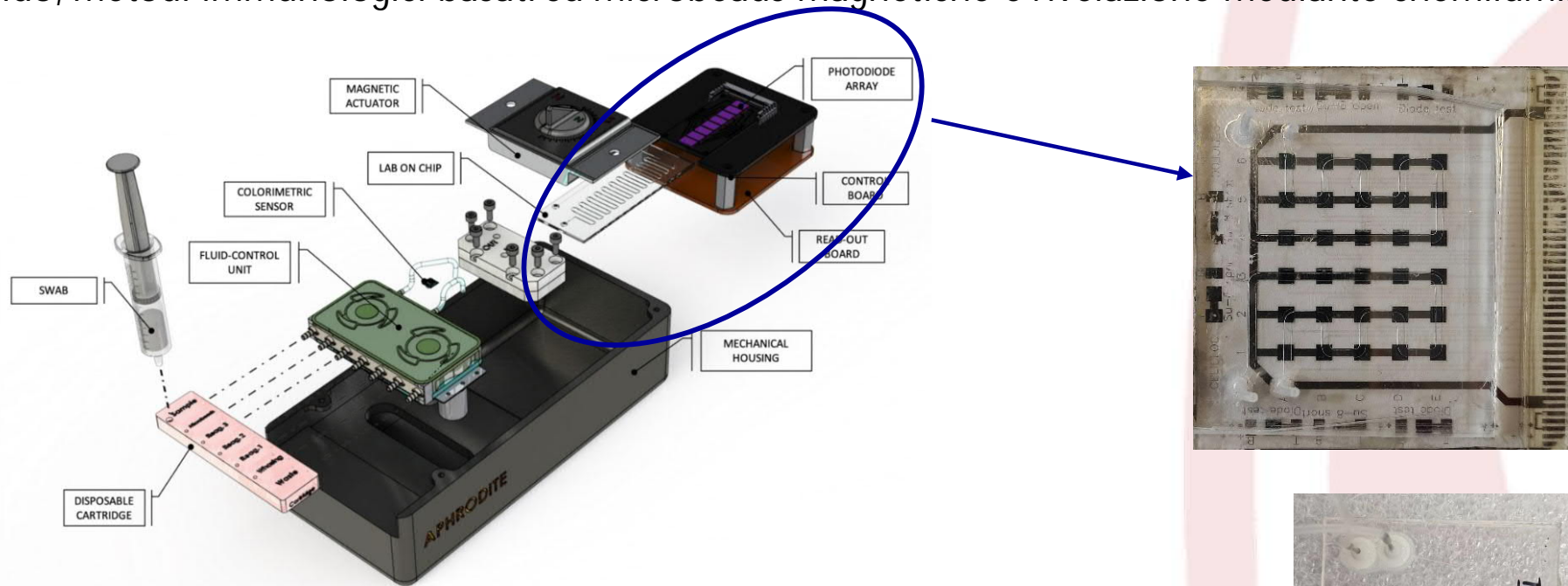
Oggi: lab-on-chip **riutilizzabile** in grado di operare in modo **autonomo** e **riconfigurabile** per l'esecuzione di diverse analisi.



- **APHRODITE** (progetto ASI VUS3), è un dimostratore tecnologico di un "laboratorio" portatile e del tutto automatizzato per effettuare analisi salivari in *real-time* a bordo della ISS
- Gli analiti target sono indicatori di alterazioni della funzionalità del sistema immunitario (cortisolo, deidroepiandrosterone - DHEA, alpha-amilasi, IgA, o lisozima)
- Risorse di bordo: laptop per power supply (via USB) e SW data-logger per immagazzinamento dati da trasmettere a terra

Aphrodite – Concept Design del Payload

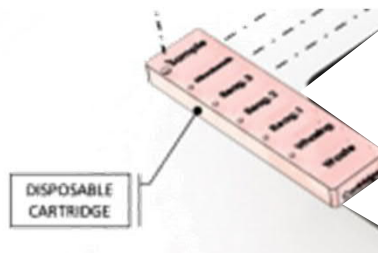
APHRODITE combina tecnologie all'avanguardia, come chip e sistemi microfluidici, fotosensori a stato solido, metodi immunologici basati su microbeads magnetiche e rivelazione mediante chemiluminescenza.



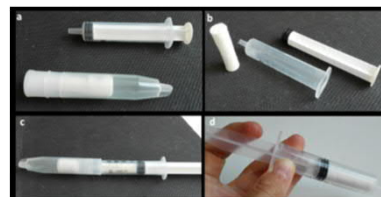
❖ Analizzatore



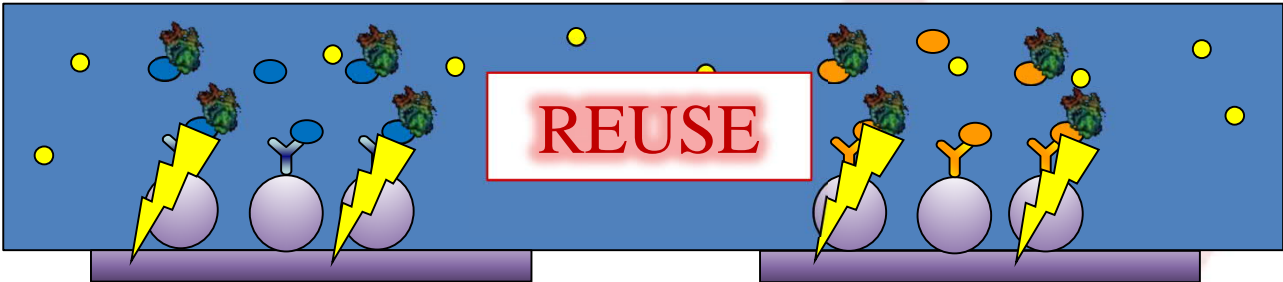
❖ Cartucce con campione salivare, immunoagenti, substrati CL e microbeads («usa e getta»)



❖ Dispositivi raccolta campione

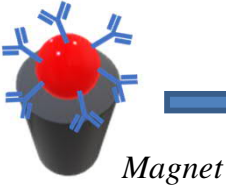


Aphrodite – Principio di Funzionamento

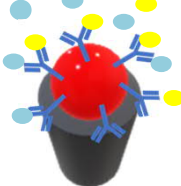


Competitive immunoassay on magnetic beads

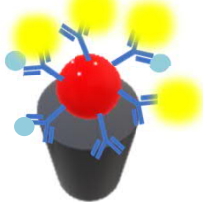
Magnetic beads functionalized with anti-cortisol or anti-DHEA antibody



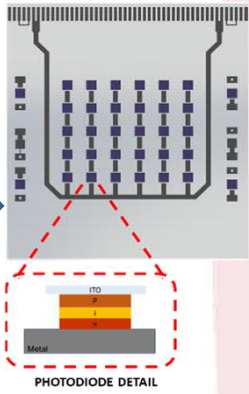
Magnet



CL substrate



Signal acquisition



- Target analyte
- Target analyte-HRP conjugated

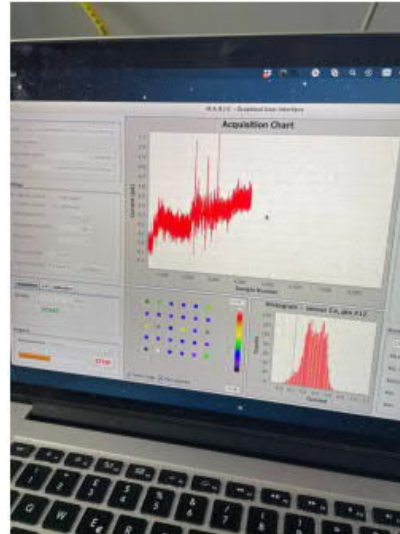
Assay phase	Assay step
Loading of MBs	Activation of magnetic trap #1
	Loading of anti-cortisol MBs
	Washing
Immunoreaction	Activation of magnetic trap #2
	Loading of anti-DHEA MBs
	Washing
CL detection	Loading of sample plus tracers
	Washing
Channel cleanup	Loading of CL cocktail
	Acquisition of CL signals
Channel cleanup	Deactivation of both magnetic traps
	Washing

Protocollo per analisi CL di due Biomarcatori

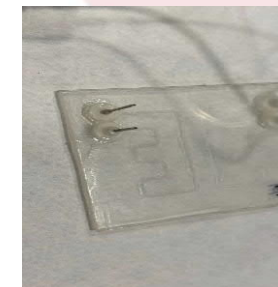
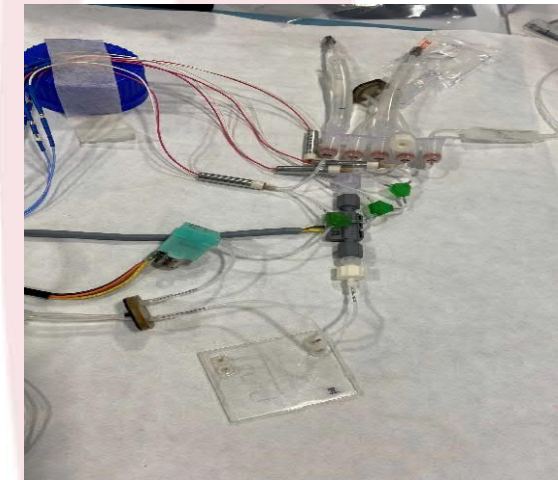
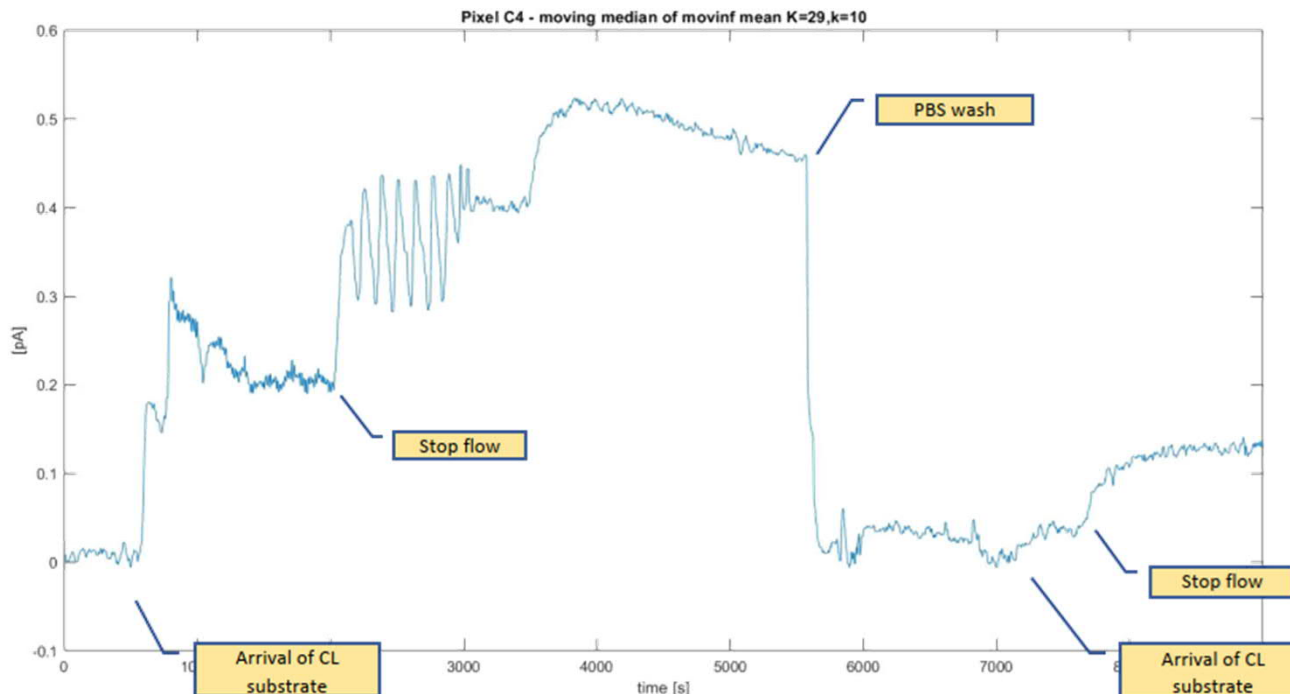
Aphrodite – Primi test di confidenza su prototipo



USB →



Very preliminary prototype (1 microfluidic channel only)



- **Missioni Robotiche** (es. per la ricerca di molecole prebiotiche): grazie all'elevata automazione dello strumento



- **Monitoraggio in campo ambientale, agroalimentare e veterinario:** grazie alla sua versatilità ed all'ampio range di analiti potenzialmente determinabili



- **Mercato delle strumentazioni diagnostiche:** grazie all'approccio modulare (completa separazione dello strumento dalla Disposable Cartridge con i reagenti) APHRODITE è un ottimo modello per lo sviluppo di dispositivi commerciali per Point-of-Care Testing (POCT)





Grazie per l'Attenzione!

e.carrubba@kayser.it

mara.mirasoli@unibo.it

augusto.nascetti@uniroma1.it