



**IM.O.L.A.: una “best practice” di  
innovazione e trasferimento tecnologico.**

**Ing. Antonio Ferraro**

**Metzeler Automotive Profile Systems Italy- U.O.Battipaglia**

IM.O.L.A.: una “best practice” di innovazione e trasferimento tecnologico.

Ing. Antonio Ferraro –Metzeler Battipaglia



**Collaborazione di ricerca iniziata nel 1995 tra due partner:**

**Metzeler APS  
Stab. Battipaglia**

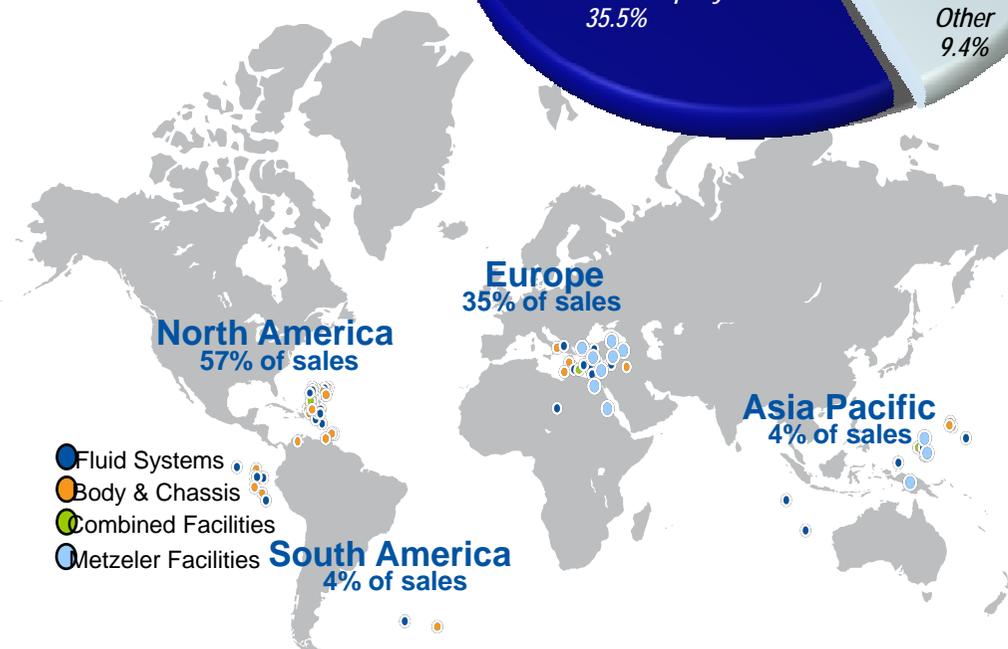
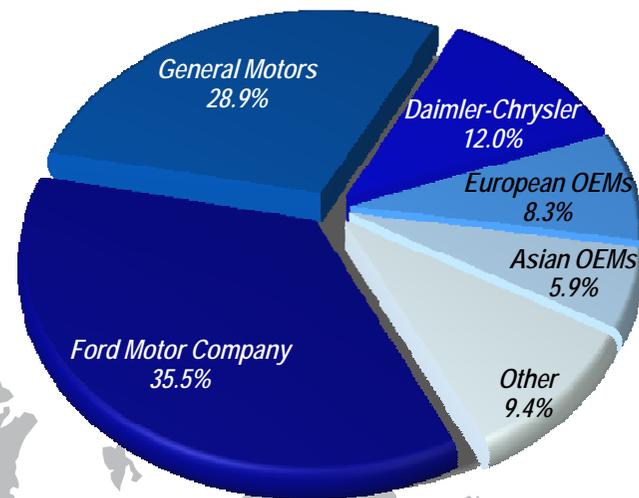
**e**

**Gruppo Misure Elettroniche  
D.I.I.I.E.  
Università degli Studi di  
Salerno**



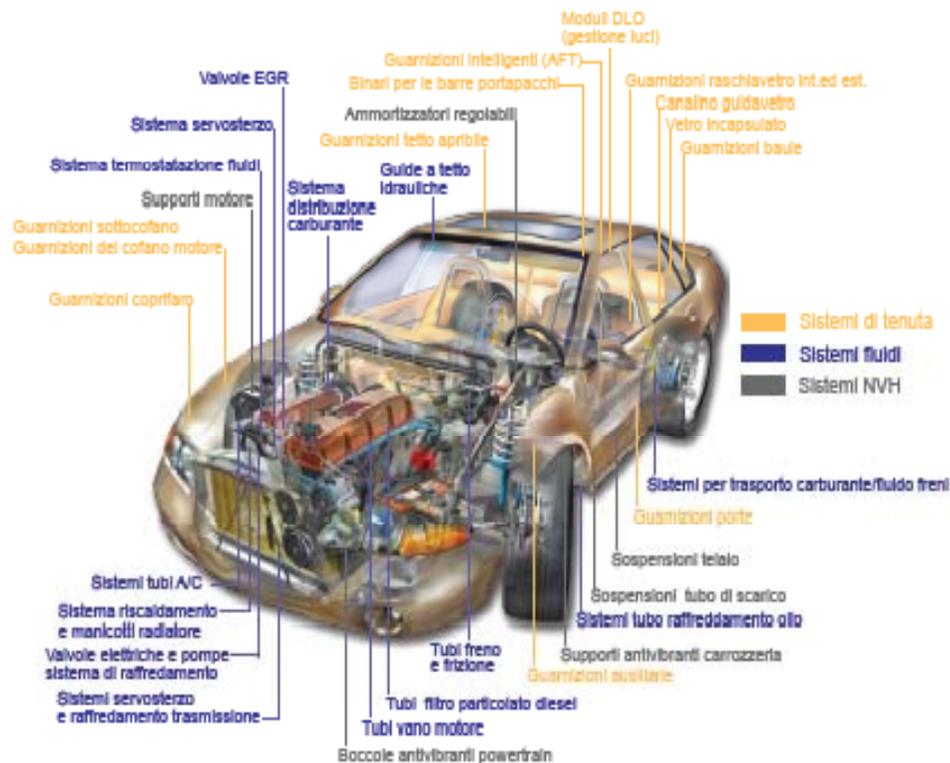
Cooper-Standard Automotive Inc., con headquarter in Novi, Michigan, è una multinazionale specializzata nella produzione e commercializzazione di sistemi e componentistica del settore automotive.

I dipendenti di Cooper-Standard Automotive Inc. sono più di 19,000 distribuiti in 80 stabilimenti in 19 Stati.





**Prodotti**



IM.O.L.A.: una "best practice" di innovazione e trasferimento tecnologico.

Ing. Antonio Ferraro –Metzeler Battipaglia



Metzeler Italia Spa fa parte dal 2007 del Gruppo CSA.

Le unità operative sono: Ciriè (TO) e Battipaglia



Stabilimenti Fiat Group forniti da Metzeler Italia



Clients Metzeler Italia

IM.O.L.A.: una “best practice” di innovazione e trasferimento tecnologico.

Ing. Antonio Ferraro –Metzeler Battipaglia



### STABILIMENTO BATTIPAGLIA

Area totale	97985 m <sup>2</sup>
Area coperta	33719 m <sup>2</sup>
Area Produzione	24239 m <sup>2</sup>
Dipendenti	438



Convegno ISIAM "Innovazione e Sviluppo dell' Industria dell'Auto nel Mezzogiorno" - Fisciano  
- 3 marzo 2008

**IM.O.L.A.: una “best practice” di innovazione e trasferimento tecnologico.**

**Ing. Antonio Ferraro – Metzeler Battipaglia**



## ***I.M.O.L.A Team***

**P. Beatrice**

**R. Ciancio**

**E. De Sio**

**P. Mancuso**

**L. Oliano**

**D. Pappalardo**

**G. Tullio**

**G. Villani**



Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione ed Ingegneria Elettrica  
**Gruppo Misure Elettroniche ssd. ING-INF07**

Responsabile: Prof. Antonio Pietrosanto

Principali Temi di Ricerca:

Metrologia nella ricostruzione 3D di superfici.

Sistemi di visione artificiale per automazione industriale.

Elaborazione numerica di segnali in tempo reale.

Instrument Fault Detection, Isolation and Accomodation in  
Automotive.

Smart sensors.

Wireless sensor network.

## 1.1 Storia del progetto

- 1995 Realizzazione di un sistema off-line per misure dimensionali sui profili di gomma (lo studio è stato su una specifica sezione)
- 1996 Realizzazione di un sistema on-line per misure dimensionali sui profili di gomma (lo studio è stato concentrato su una specifica sezione)
- 1997 Realizzazione di un sistema on-line per misure dimensionali sui profili di gomma (lo studio ha riguardato quattro differenti sezione)
- 2003 Dagli inizi di settembre è cominciata la fase di progettazione definitiva del sistema I.M.O.L.A. On-Line
- 2004 Realizzazione e testing del software per il riconoscimento automatico e ricostruzione in 3D della sezione trasversale di un generico profilo di gomma
- 2004 Agli inizi di settembre viene installata la prima postazione on-line
- 2005 Il Sistema I.M.O.L.A. viene implementato sulla seconda linea di estrusione, in più viene installata una stazione fuori linea per monitorare l'intera produzione ed eseguire test inerenti l'accuratezza e la ripetibilità della misura.
- 2006 Processi di industrializzazione del sistema: Elaborazione di report inerenti la statistica di processo, installazione di segnali che avvisano eventuali non conformità delle specifiche di progetto, formazione del personale all'utilizzo del sistema.
- 2007 Processo di industrializzazione della parte relativa all'acquisizione, aggiornamento dell'intero sistema per la raccolta finale, avvio dell'installazione del sistema I.M.O.L.A. su tutte le linee di estrusione.



## Fasi principali

- Sistema di misura dedicato fuori-linea (1995)
- Sistema di misura dedicato in-linea (1996- 2004)
- Sistema di misura universale in-linea (2004-2007)

## Problema di misura

Valutare quote dimensionali della sezione trasversale di un trafilato in gomma per controllo di processo e controllo qualità

### Stato dell'arte

Taglio di una “fettina” di spessore non superiore a 10 mm;

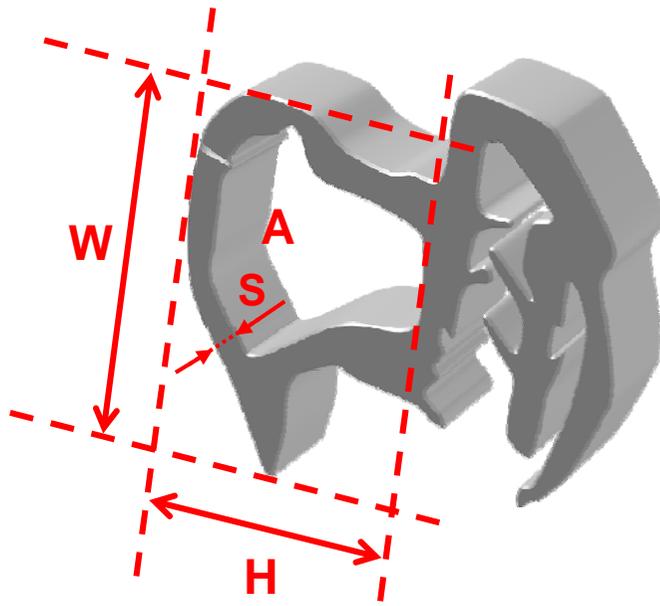
confronto su visore retro illuminato tra lucido ed ingrandimento ombra fettina.

Tempo necessario: circa 15m.



## Primo risultato della collaborazione Metzeler – Gruppo Misure UniSA:

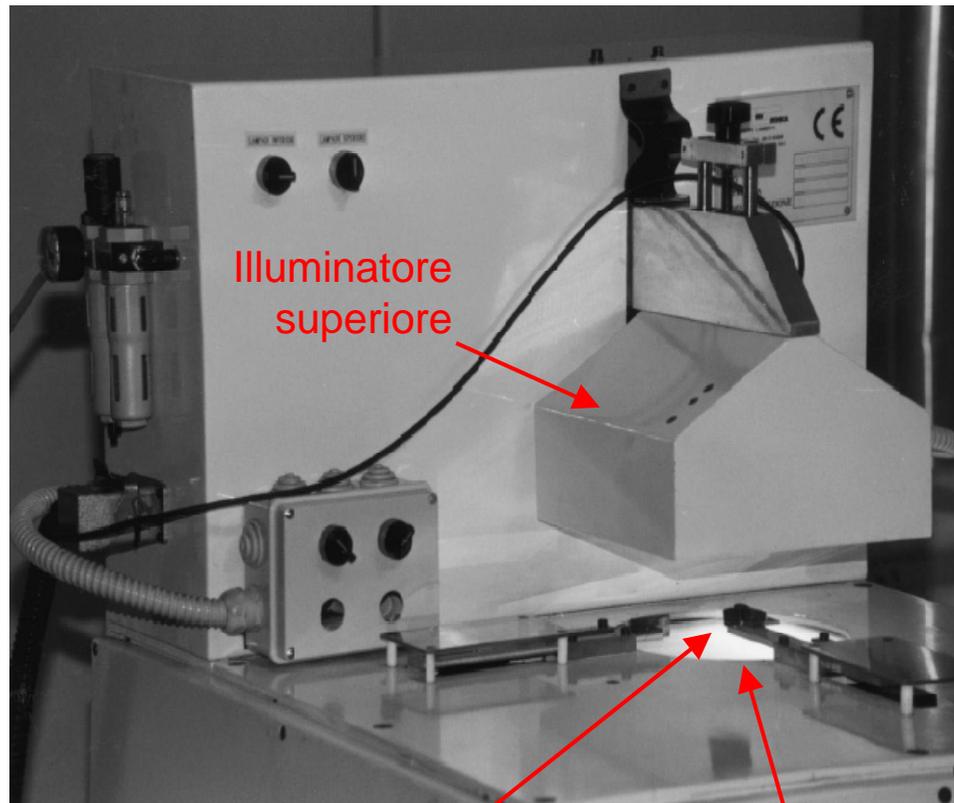
un sistema fuori linea basato su telecamera per la misura di parametri geometrici della sezione trasversale di trafilati in gomma.



Analizzando immagini di provini anche grossolani (fino a 30-40 mm di spessore) ritagliati dai trafilati prodotti, Il sistema effettua la misurazione dei parametri specificati :

- altezza H
- larghezza W
- spessore S
- area A
- spugnosità

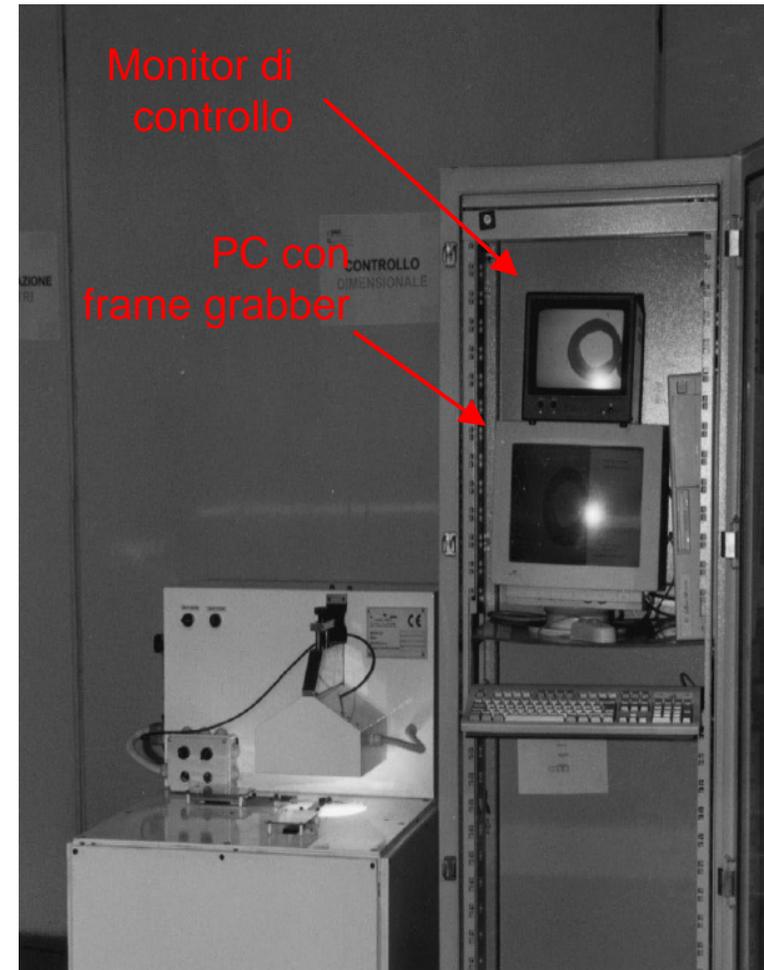
## SISTEMA DI MISURA AUTOMATICO FUORI LINEA



Illuminatore superiore

Provino e dime di supporto

Schermo semitrasparente

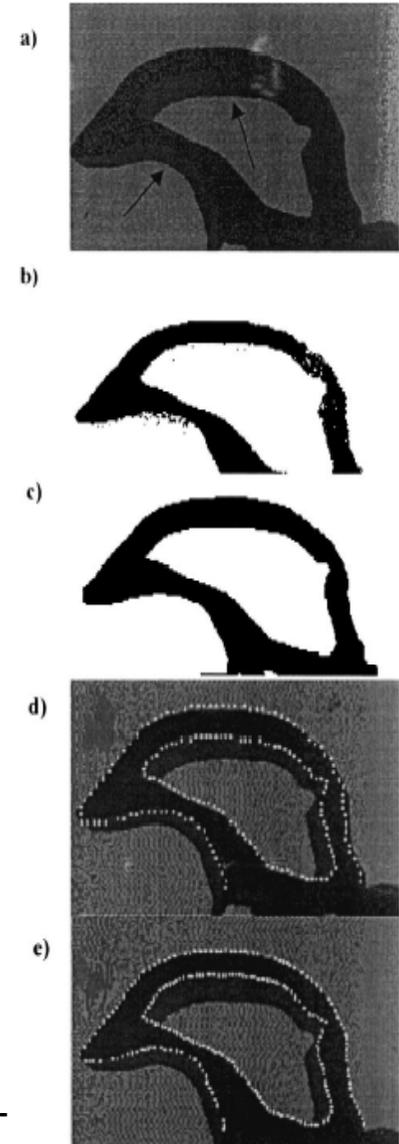


Monitor di controllo

PC con frame grabber

## I PASSI DELLA PROCEDURA DI ELABORAZIONE DELL'IMMAGINE

- a) Soglia adattativa per la binarizzazione della immagine;
- b) Applicazione di una operazione morfologica (chiusura) per la regolarizzazione della forma;
- c) Inseguimento dei contorni (tracking) esterno ed interno;
- d) Applicazione di un algoritmo “snake” per l’ottimizzazione della localizzazione dei contorni.
- e) Memorizzazione del contorno;



---

## Rispetto allo stato dell'arte, il sistema di misura realizzato:

- **Non deforma l'oggetto**, poiché non richiede alcun contatto con il bulbo durante la misurazione.
- Richiede un tempo di misura minore (**2 minuti invece di 15 minuti**). Ciò consente interventi più rapidi sul processo, con risparmio di circa almeno 150 m di scarto per ogni regolazione.
- Permette di **aggiornare un database di misure** e di trasmettere i risultati di misura ad altre applicazioni software.

---

## ULTERIORI CONSIDERAZIONI

- La stazione di misura realizzata dimostra la fattibilità e l'affidabilità di una misura automatica basata su elaborazione di immagini.
- Seppure in un tempo drasticamente minore della misura tradizionale, la misura automatica fuori linea non consente un monitoraggio continuo delle dimensioni del trafilato e resta affidata all'iniziativa dell'operatore umano.
- **Obiettivo successivo:** realizzazione di un sistema di misura in-linea.

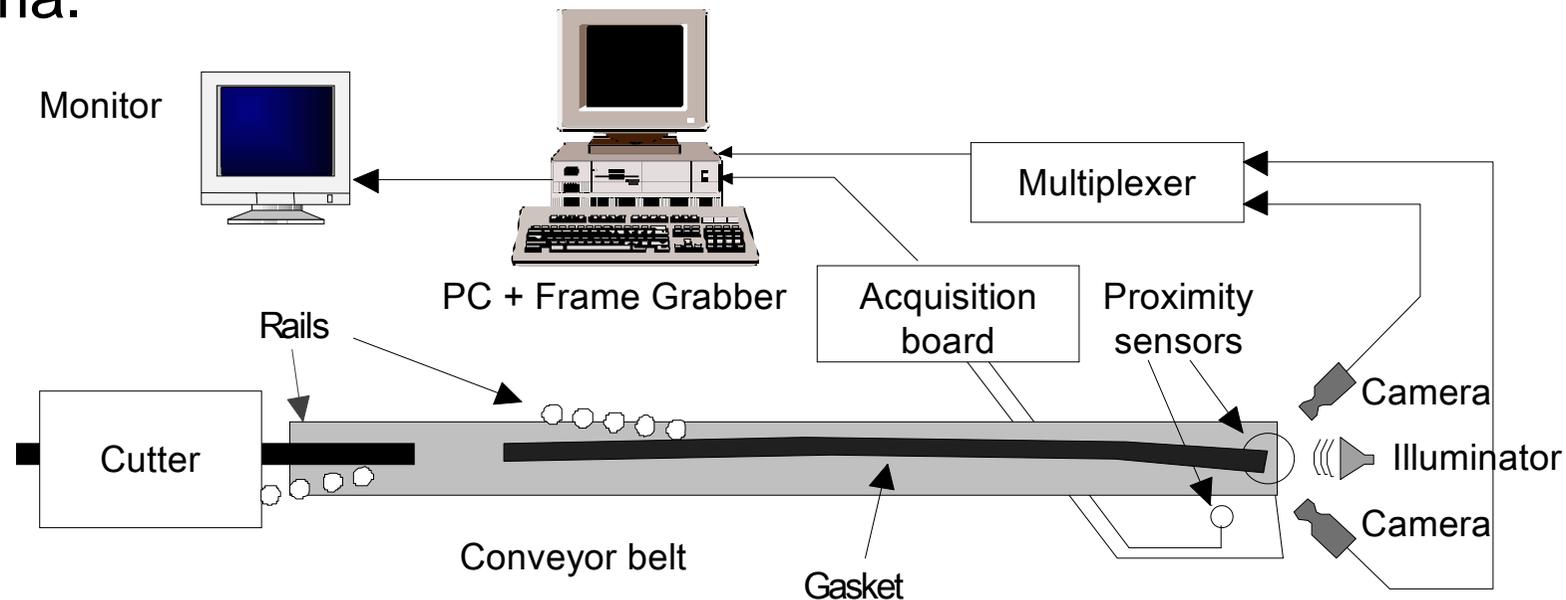
---

## Problemi per la realizzazione di un sistema in-linea

- Flessibilità del trafilato e trasporto su nastro impediscono di ottenere stabilità e ripetitività della posizione del trafilato a fondo linea.
- Le condizioni di luce ambiente e di sfondo sono estremamente variabili.
- La velocità di estrusione (10-20 m/min) non permette soste del trafilato sulla linea superiori a qualche secondo.

## Secondo risultato della collaborazione Metzeler – Gruppo Misure UniSA:

Un **sistema di visione stereo** per la **misura in linea** dei parametri geometrici della sezione trasversale di trafilati in gomma.



IM.O.L.A.: una “best practice” di innovazione e trasferimento tecnologico.

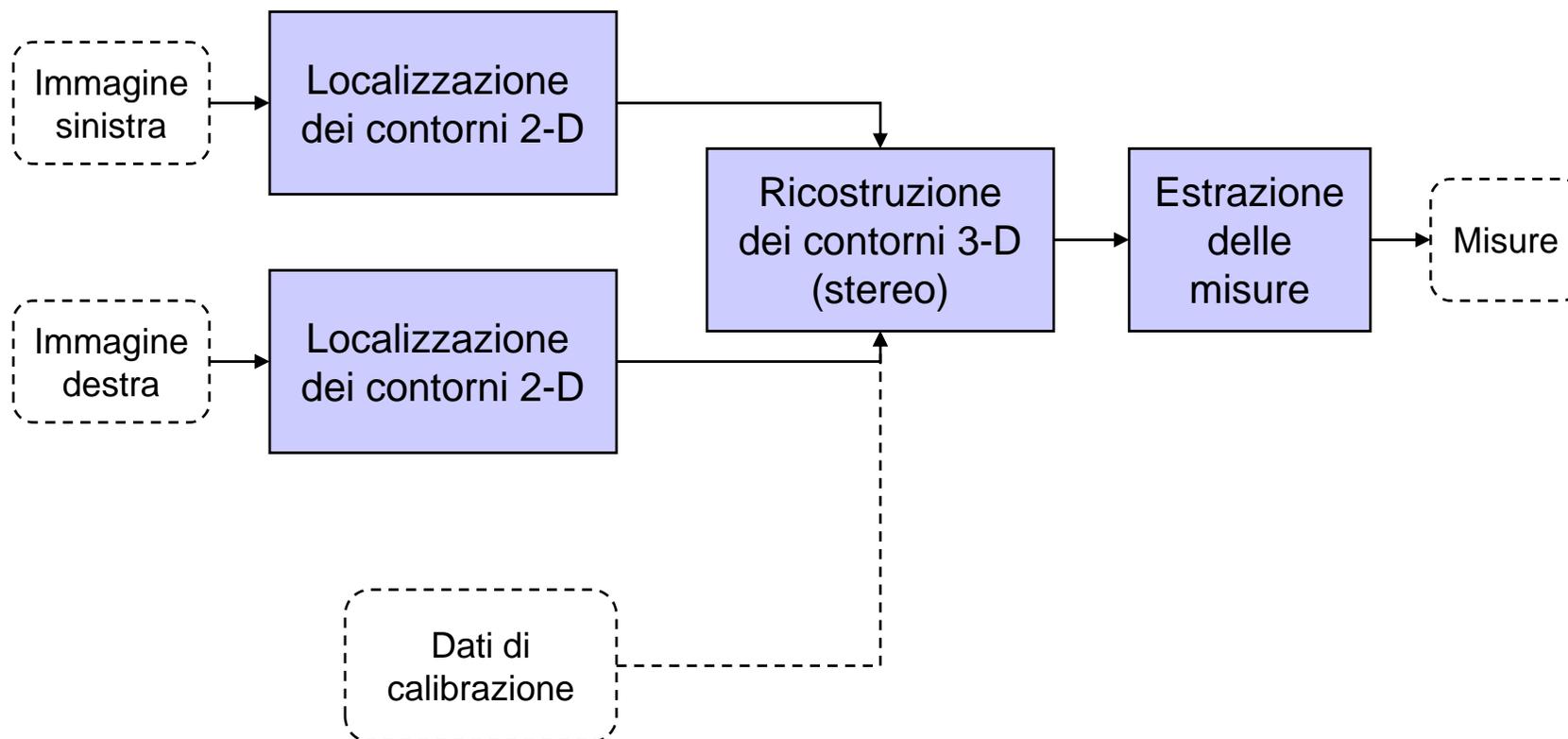
Ing. Antonio Ferraro –Metzeler Battipaglia

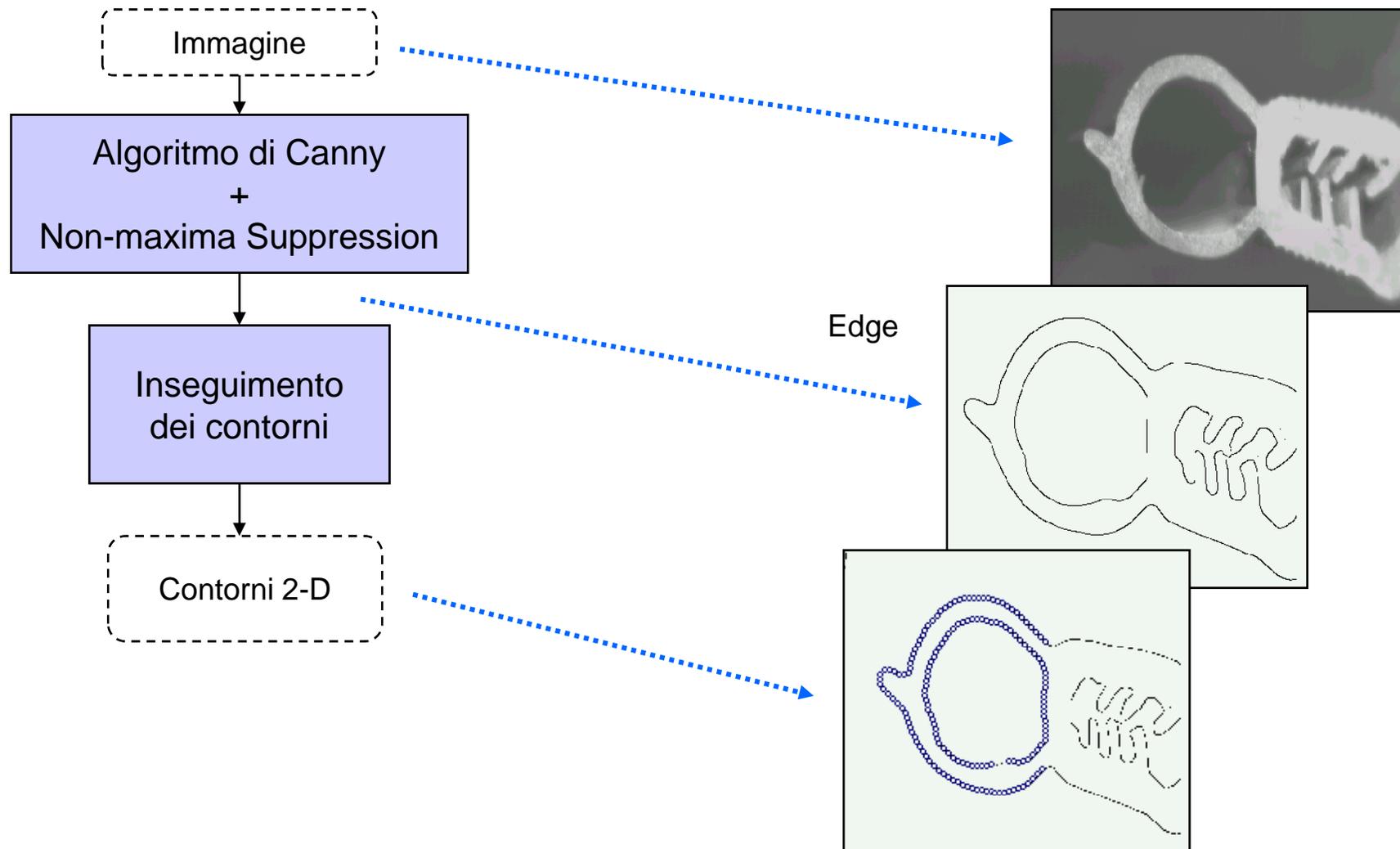


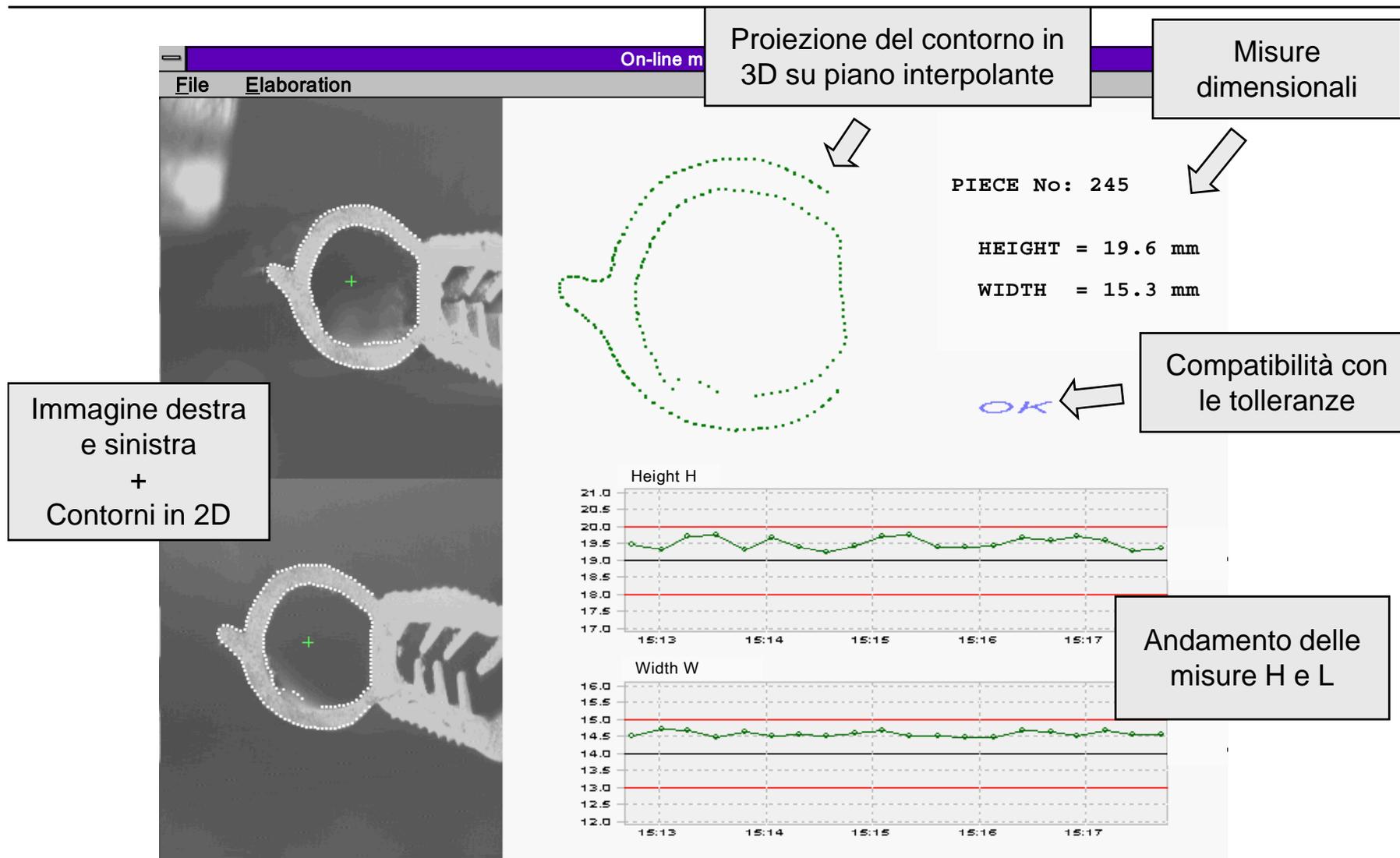
## Nasce il sistema I.M.O.L.A.



## La procedura di misura







---

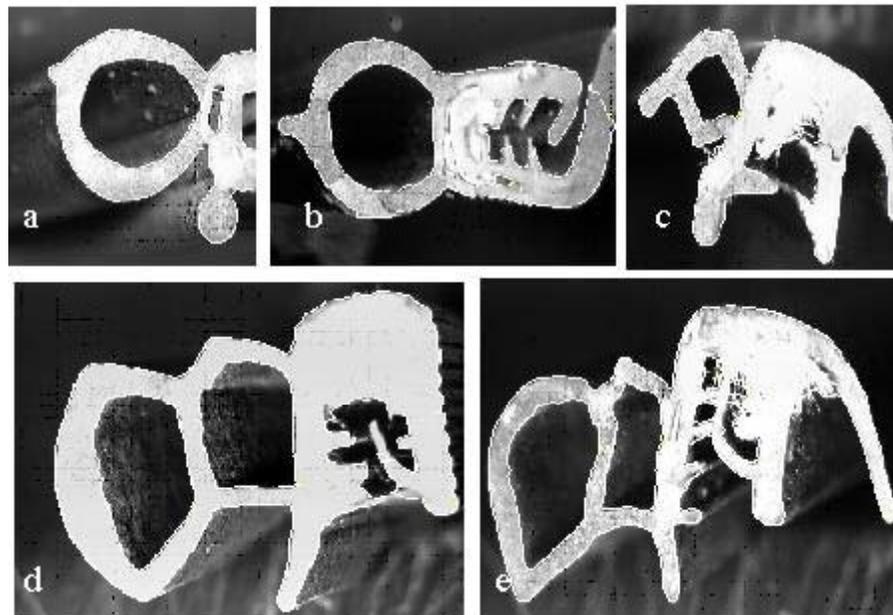
## VANTAGGI DEL SISTEMA DI MISURA IN LINEA:

- sottoporre ad ispezione un elevato numero di pezzi prodotti (tipicamente 1 ogni 2-4) senza alcun intervento umano;
- visualizzare e memorizzare l’andamento temporale delle misure estratte.

## LIMITI:

- le procedure per elaborare le immagini sono implementate per lo specifico tipo di profilo. Quando è necessario introdurre un nuovo modello di profilo, è necessario implementare un nuovo modulo *software*.
- Le misurazioni possono essere effettuate solo sulla parte spugnosa (“bulbo”) del profilo E SONO PREFISSATE (H, L e spessore).
- Procedura di calibrazione complessa e fuori linea.

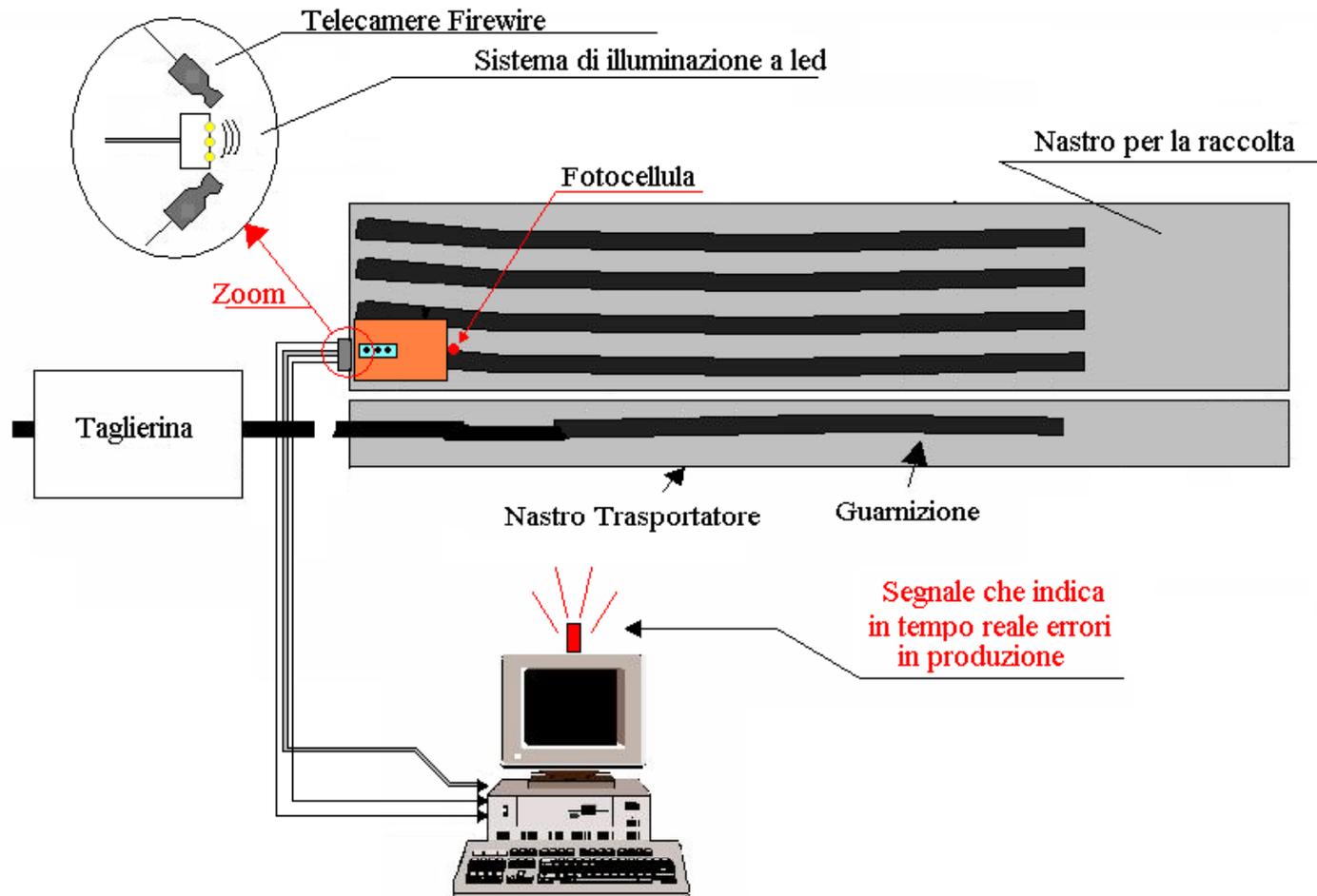
## PROFILI MISURABILI



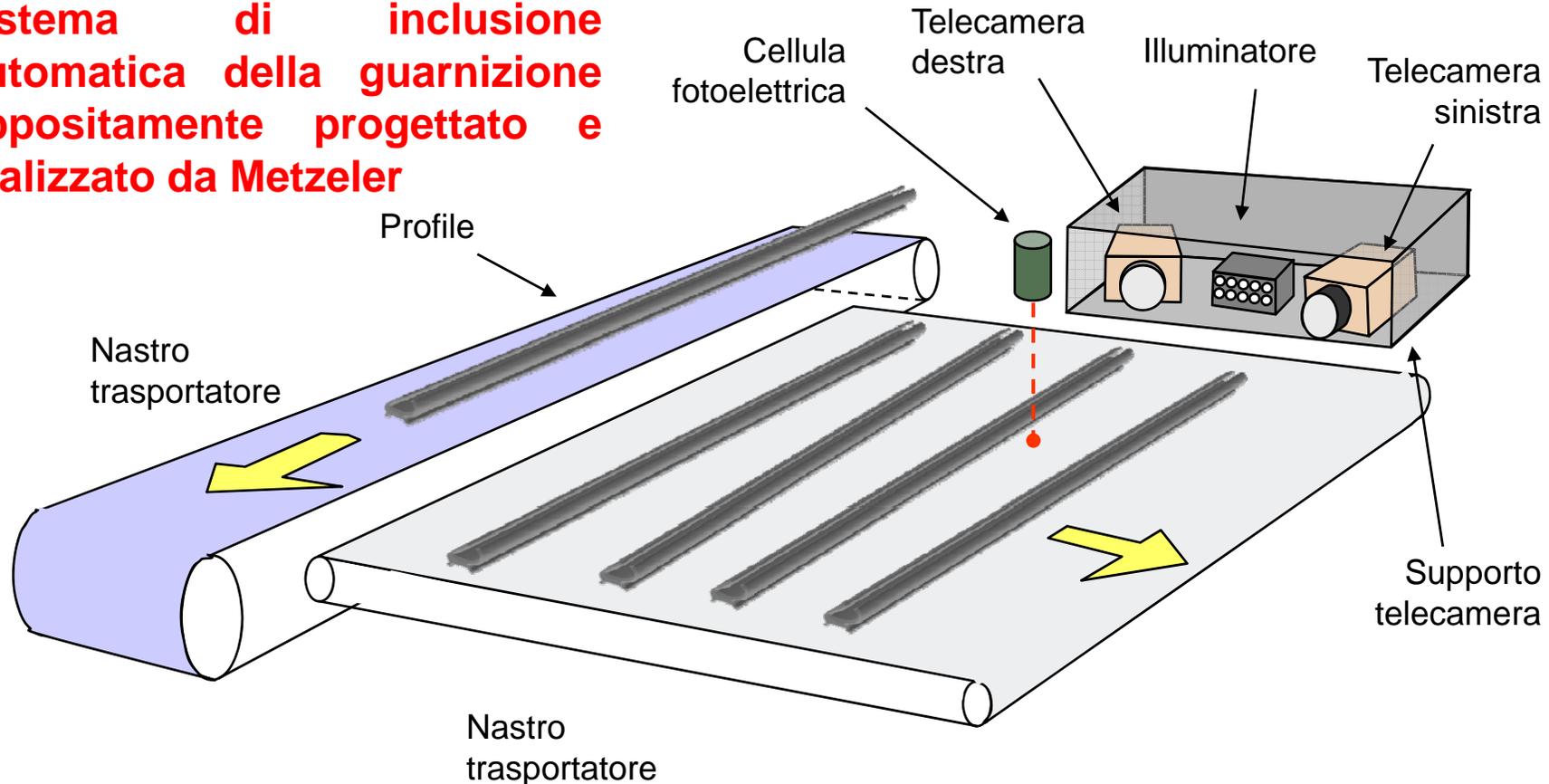
## OBIETTIVI DELLA TERZA FASE:

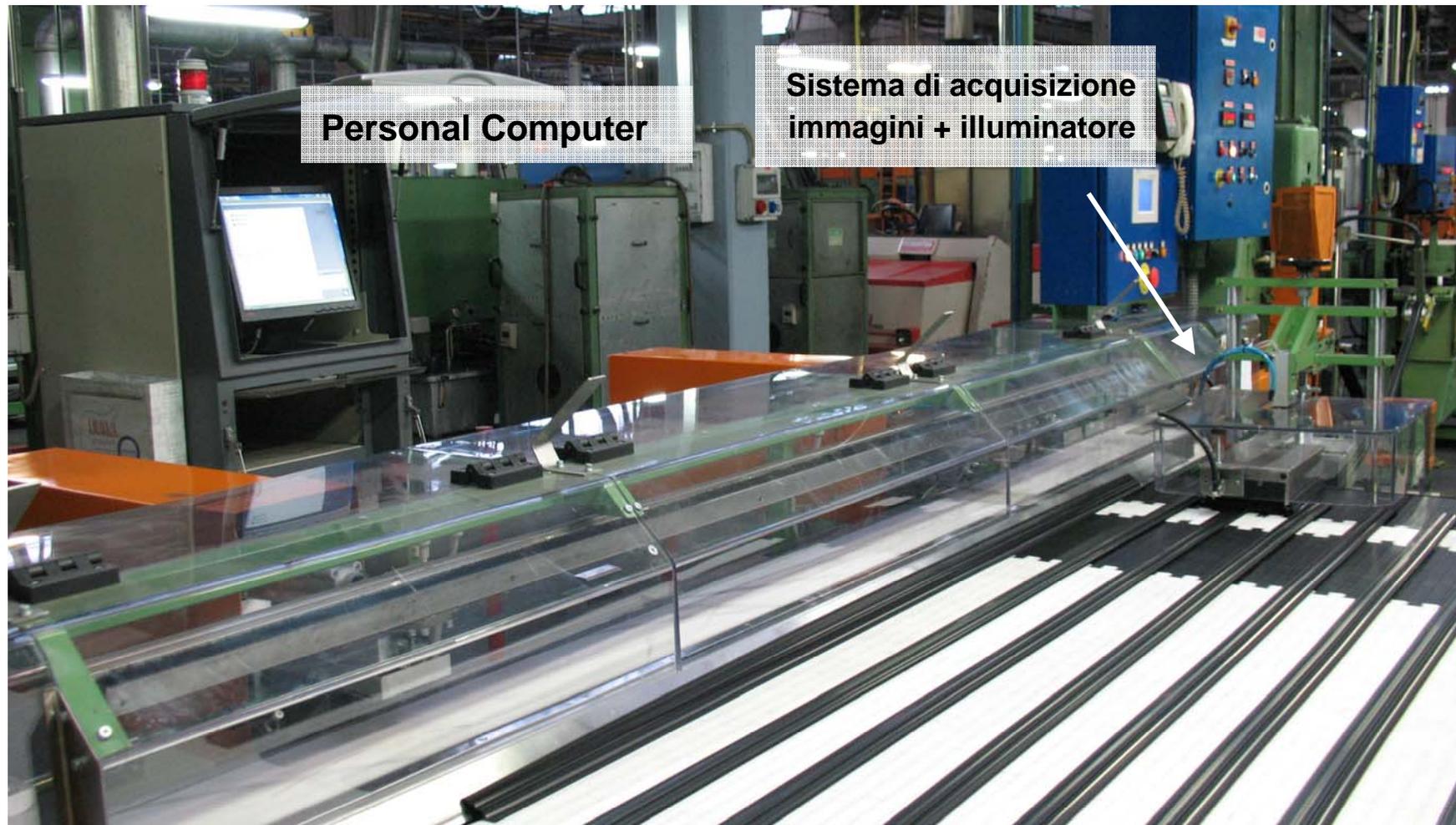
- procedure di elaborazione delle immagini delle misure indipendenti dal modello di profilo;
- definizione delle misure da estrarre tramite una interfaccia utente e non tramite implementazione di nuovo *software*.
- procedura di calibrazione più semplice da effettuare in linea.

Risultato della terza fase della collaborazione: **Sistema di misura *universale* in linea**



**Si adatta a nuovi sistemi di raccolta laterali con un sistema di inclusione automatica della guarnizione appositamente progettato e realizzato da Metzeler**





---

## TRE NUOVI MODULI SOFTWARE

### IMOLA On-line

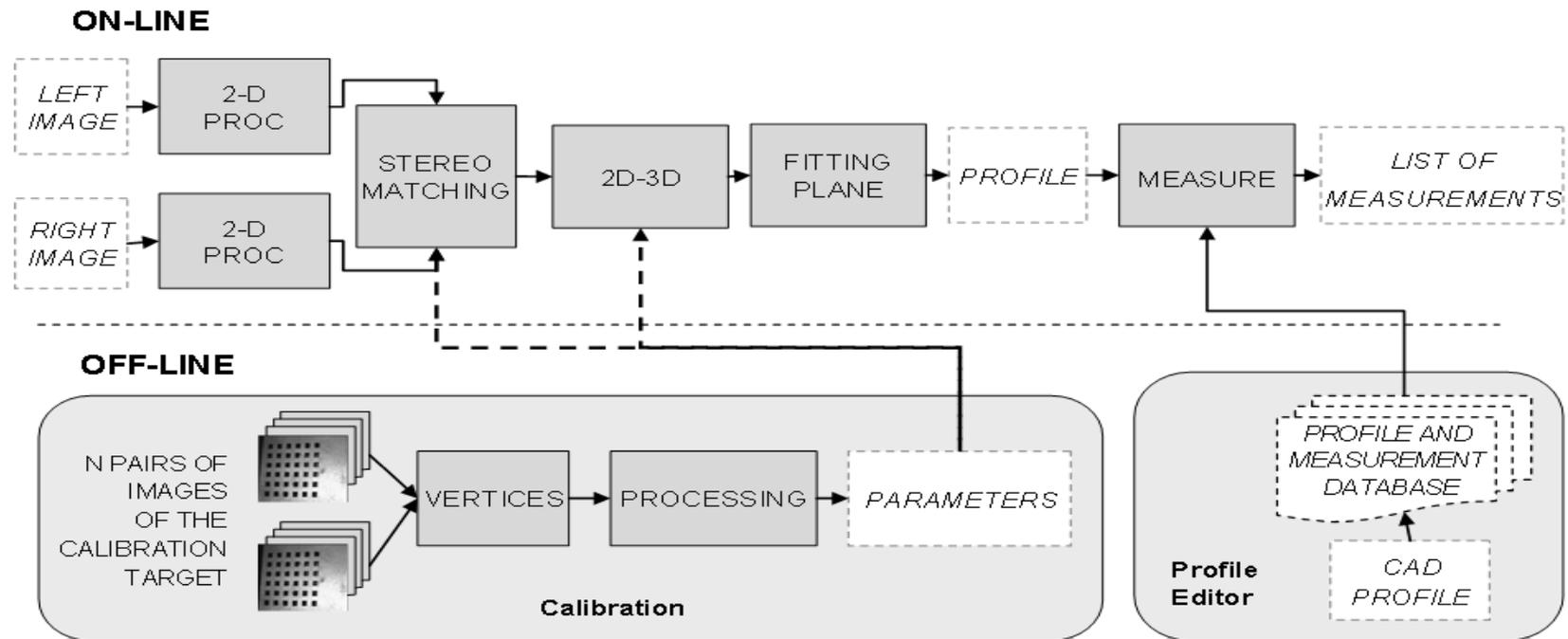
- Modulo che effettua le misurazioni in-linea delle quote, e dal quale si possono stampare i report.

### Profile Editor

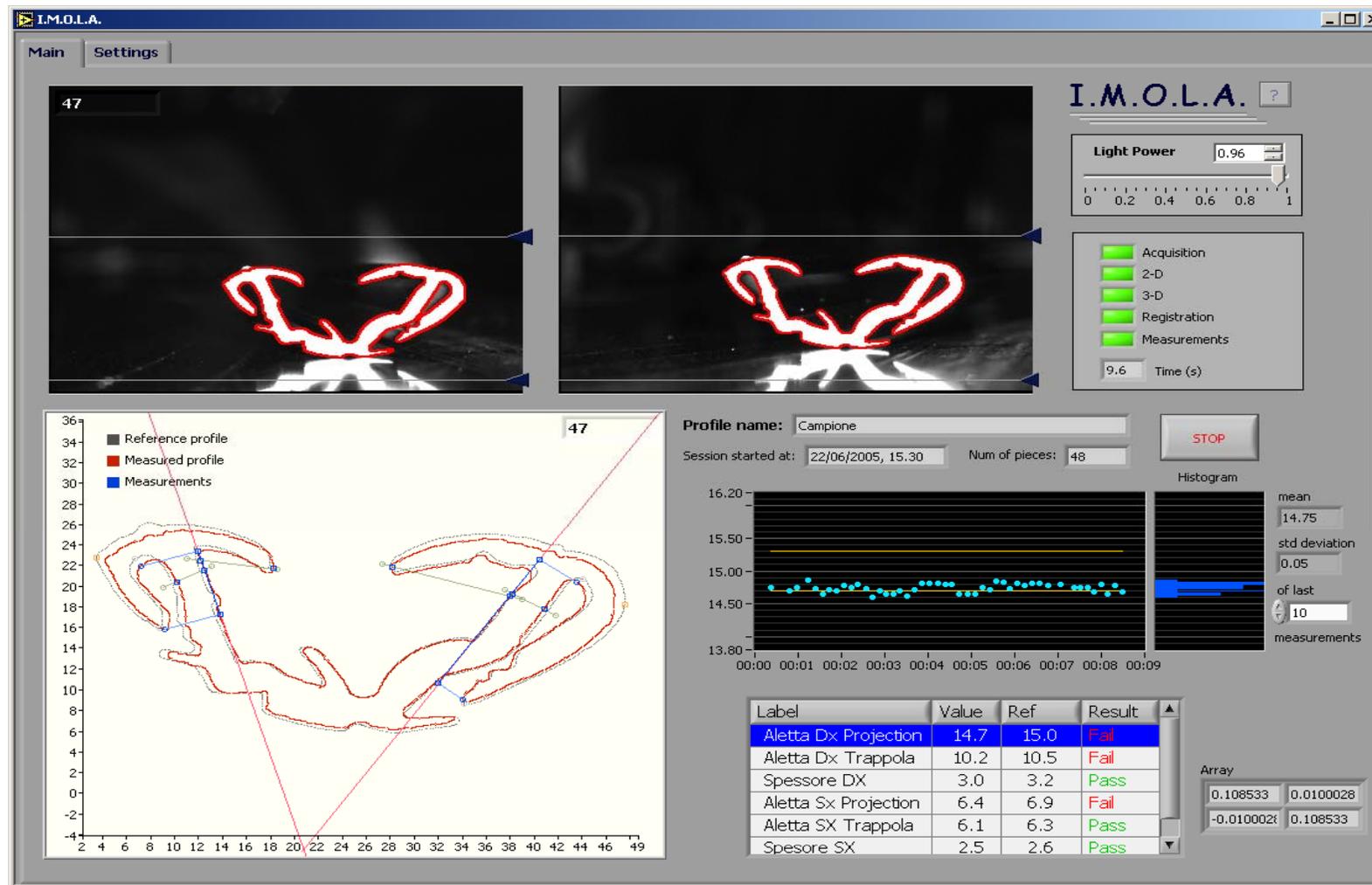
- Modulo che consente di definire su ogni profilo le quote da misurare, mediante delle primitive di misura, in modo completamente grafico.

### Calibration

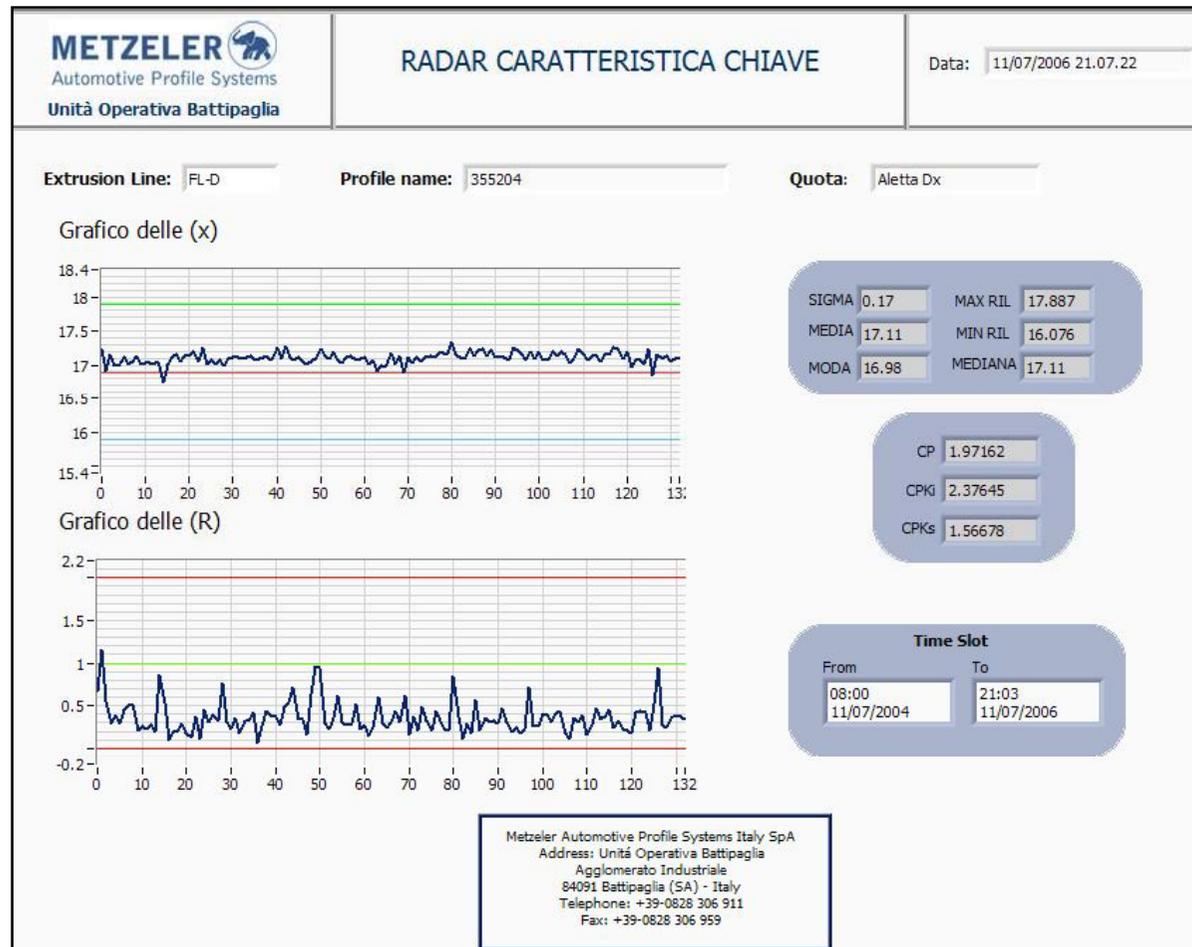
- Modulo tramite il quale si esegue sulla linea la procedura di calibrazione, necessaria alla determinazione dei parametri delle due telecamere.



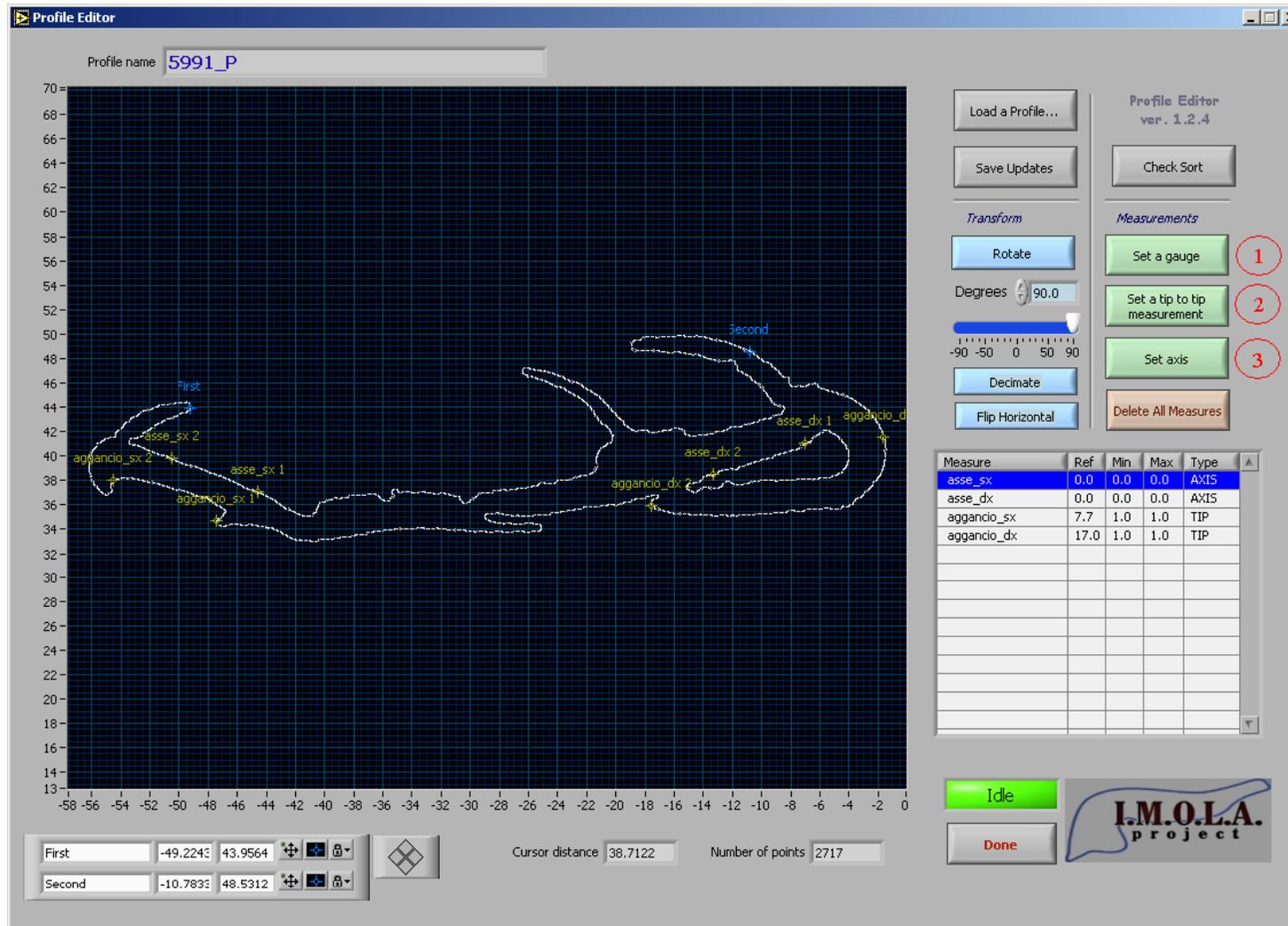
## Interfaccia operatore di IMOLA On-line



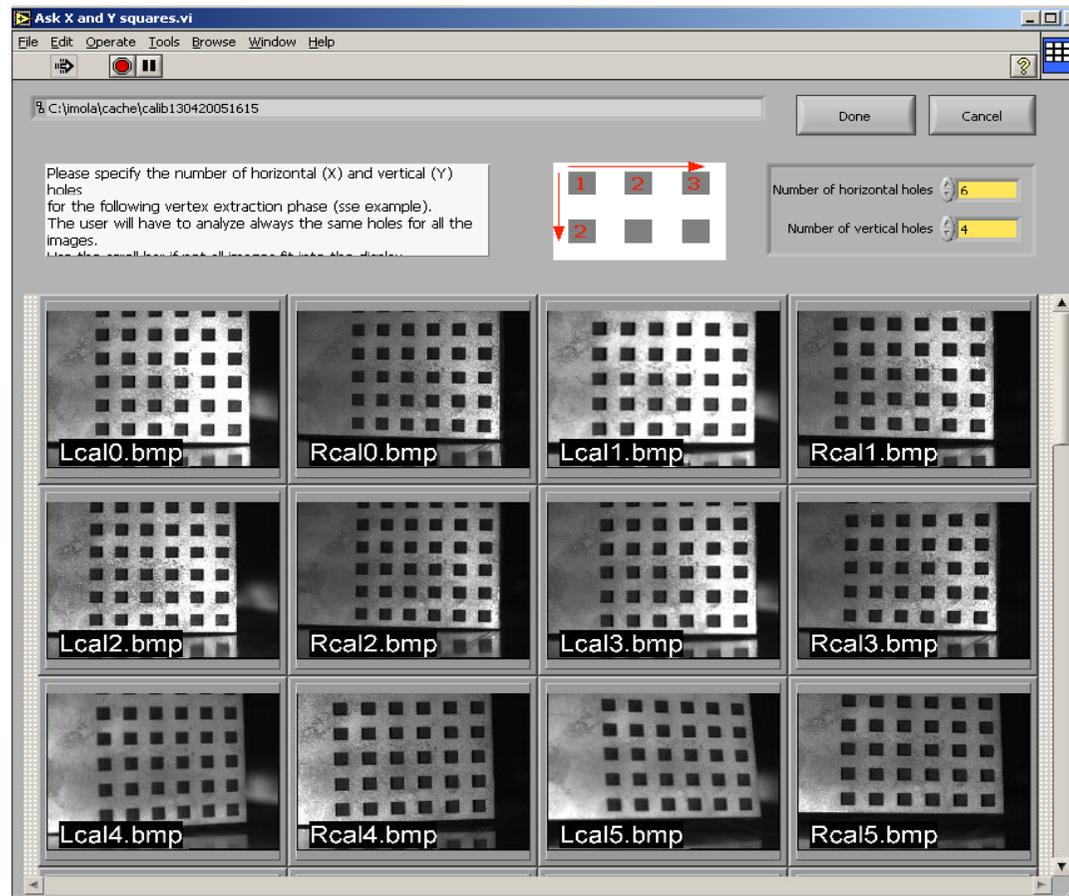
## I REPORT



## IL PROFILE EDITOR



## IL MODULO PER LA CALIBRAZIONE



# Attualmente l'intera produzione è monitorata



---

## **PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI MISURA IMOLA**

- **Sistema di visione stereo.**
- **Sistema di misura senza contatto.**
- **Possibilità di definire misurazioni di quote specifiche per il modello di profilo in esame, mediante il *Profile Editor*.**
- **Tempi di elaborazione compatibili con una analisi continua di tutti i pezzi prodotti.**
- **Visualizzazione carte di controllo e istogramma.**
- **Confronto con profilo di riferimento.**
- **Incertezza di misura ~ 0.1 mm.**
- **Archiviazione di tutti i risultati di misura.**
- **Analisi statistica della produzione.**
- **Stampati e reportistica.**
- **Verifica metrologica effettuabile in-linea.**
- **Semplice procedura di calibrazione.**

## BENCHMARKING DEL SISTEMA I.M.O.L.A. On-Line

BENCHMARKING SU SISTEMI DI MISURA					
METZELER Automotive Profile Systems		Controllo Geometrico			Controllo Estetico
DESCRIZIONE	Sistema di misura	I.M.O.L.A. – Versione On-Line	PCD-M360 On-Line	QUICK VISION ACE Off-Line	PROFILCONTROL IV On-Line
	Produttore	MAPS U.O. Battipaglia ricerca con la collaborazione dell'Università degli studi di Salerno	PIXARGUS Automation by Vision	MITUTOYO	PIXARGUS Automation by Vision
PRODOTTI E SPECIFICHE	Tipi di prodotti controllati	Tutti prodotti (contorno cristallo, raschiavetro, antifuscio, vano porta, vano portellone...)	Tutti prodotti (contorno cristallo, raschiavetro, antifuscio, vano porta, vano portellone...)	Tutti prodotti (contorno cristallo, raschiavetro, antifuscio, vano porta, vano portellone...)	Tutti prodotti (contorno cristallo, raschiavetro, antifuscio, vano porta, vano portellone...)
	Tipi di specifiche controllate	Dimensioni del profilo (contorni interni ed esterni - Sensori CCD); tutte le dimensioni sulla sezione; spessori; parametri fisici.	Solo profilo esterno (Sensori laser). Impossibile controllare cavità e spessori.	Dimensioni del profilo (contorni interni ed esterni - Sensori CCD).	Ispezione della superficie (pori, bolle, grumi...); rugosità; difetti flock.
	Utilizzo (fase sperimentale, capability, produzione)	Tutte le fasi	Tutte le fasi	Campioni iniziali e capabilities	Tutte le fasi
	Preparazione del campione	Il campione non viene preparato. Controllo On-Line	Il campione non viene preparato. Controllo On-Line	Necessita di un tempo rilevante per preparare il campione.	Il campione non viene preparato. Controllo On-Line
CONTROLLO	Posizione di controllo	Linea di estrusione	Linea di estrusione	Dipartimento metrologico	Linea di estrusione
	Frequenza di controllo	C'è la possibilità di avere una frequenza di controllo intorno al 100%	C'è la possibilità di avere una frequenza di controllo intorno al 100%	Molto bassa	C'è la possibilità di avere una frequenza di controllo intorno al 100%
	Controllato da:	Operatori di linea	Operatori di linea	Tecnici della qualità	Operatori di linea
COMMENTI	Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controllo oggettivo;</li> <li>- Accuratezza della misura;</li> <li>- Buona R&amp;R;</li> <li>- Compattezza;</li> <li>- Automazione del controllo;</li> <li>- Possibilità di connessione con allarmi acustici e/o visivi;</li> <li>- Possibilità di connessione con dispositivi di taglio;</li> <li>- Possibilità di connessione con stampanti;</li> <li>- Tutte le misure sono memorizzate;</li> <li>- Possibilità di stampare le caratteristiche chiavi direttamente su carte di controllo;</li> <li>- Possibilità di usare il feed-back per l'automatizzazione;</li> <li>- Diminuzione del tempo di feed-back;</li> <li>- Possibilità di quotare tutte le dimensioni controllate;</li> <li>- Calcolo dell'area della sezione trasversale;</li> <li>- Connessione con il dipartimento CAD per l'aggiornamento dei profili memorizzati;</li> <li>- Tracciabilità;</li> <li>- Rappresenta un Know-How per la MAPS;</li> <li>- Individuazione tempestiva delle variazioni di produzione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controllo oggettivo;</li> <li>- Accuratezza della misura;</li> <li>- Buona R&amp;R;</li> <li>- Compattezza;</li> <li>- Automazione del controllo;</li> <li>- Possibilità di connessione con allarmi acustici e/o visivi;</li> <li>- Possibilità di connessione con dispositivi di taglio;</li> <li>- Possibilità di connessione con stampanti;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controllo oggettivo;</li> <li>- Accuratezza della misura;</li> <li>- Buona R&amp;R;</li> <li>- Compattezza;</li> <li>- Possibilità di quotare tutte le dimensioni controllate;</li> <li>- Tutte le misure sono memorizzate;</li> <li>- Possibilità di stampare le caratteristiche chiavi direttamente su carte di controllo;</li> <li>- Calcolo dell'area della sezione trasversale;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ispezioni della superficie;</li> <li>- Possibilità di connessione con dispositivi di taglio;</li> <li>- Possibilità di connessione con la stampante;</li> <li>- Database elettronico difetti sulle dimensioni, posizioni, tempo, e immagini;</li> <li>- Individuazione tempestiva delle variazioni di produzione;</li> <li>- Riduzione residua;</li> <li>- Contrassegna i difetti On-Line</li> </ul>
	Svantaggi		Può solo controllare la parte esterna del profilo della guarnizione, poiché usa un sensore laser e non CCD	La fase di preparazione del campione è critica.	Questo sistema è utile solo per il controllo dei parametri estetici.

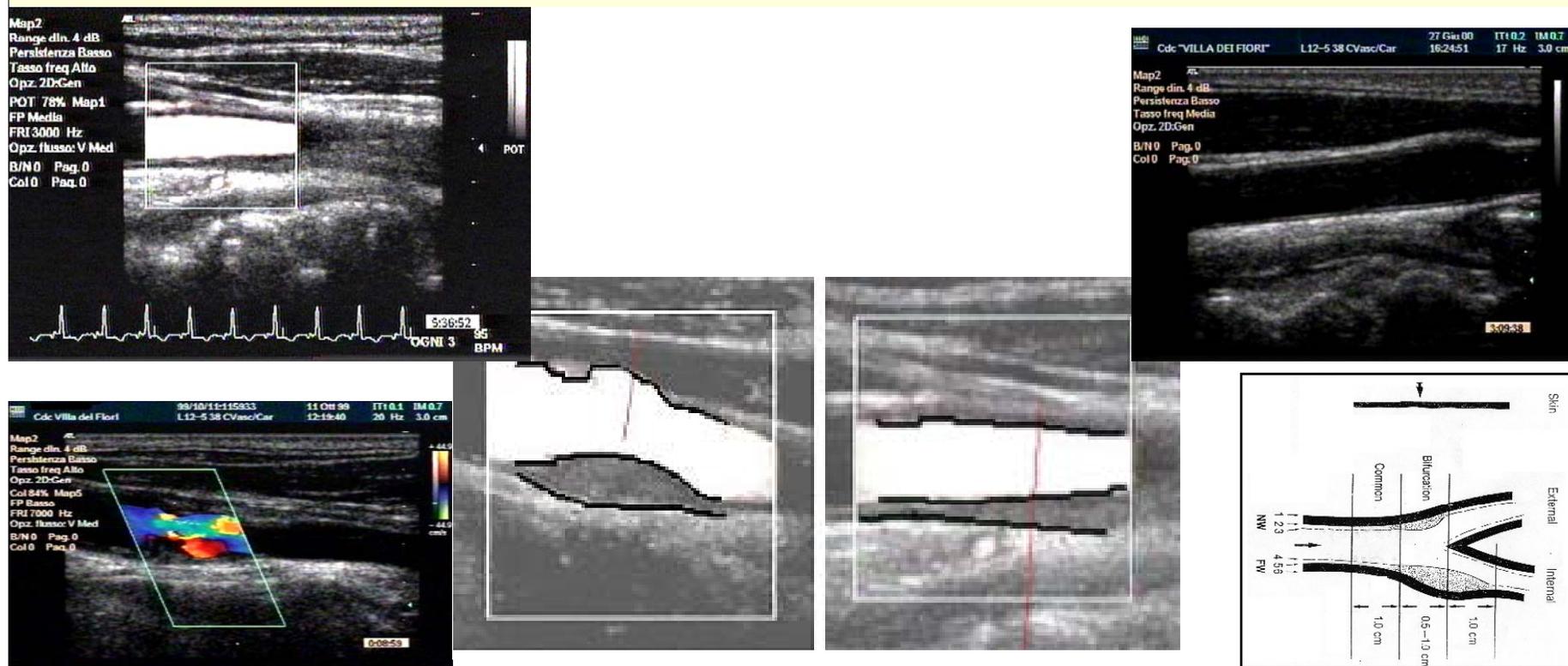
---

## BENCHMARKING DEL SISTEMA I.M.O.L.A. On-Line

Da una analisi accurata della tabella precedente risulta che alcuni strumenti sono adatti solo ad un controllo di tipo statico del profilo; altri strumenti, pur consentendo un controllo dinamico, sono basati su tecnologia Laser per cui consentirebbero la sola misurazione del profilo esterno; altri strumenti basati su tecnologia Laser sono dedicati al monitoraggio dei parametri estetici e non geometrici dei profili in gomma. I.M.O.L.A. consente un controllo on-line della produzione, permette di effettuare la misura di contorni interni o esterni della sezione nonché di spessori di particolari situati internamente alla sezione. Tutte le misure effettuate in fase di produzione sono memorizzate in modo da poter avere a disposizione lo storico della produzione

## VANTAGGI IN TERMINI DI ARRICCHIMENTO DELLA CONOSCENZA

### SOFTWARE DI MISURA DELLO SPESSORE INTIMA MEDIA DELLA CAROTIDE



---

## CONCLUSIONI

**IMOLA:** un progetto di ricerca industriale e di trasferimento tecnologico che costituisce un esempio di collaborazione Industria- Università da generalizzare (*best practice*).

L'integrazione delle conoscenze scientifiche nel campo delle misure basate su elaborazione di immagini con quelle industriali e tecniche di un'azienda del settore automotive ha dato come frutto della collaborazione un prodotto unico a livello mondiale nel settore specifico dei trafilati in gomma.

Accanto ai vantaggi economici e d'immagine a favore dell'azienda, va considerato anche l'arricchimento della conoscenza scientifica nel settore delle misure senza contatto.