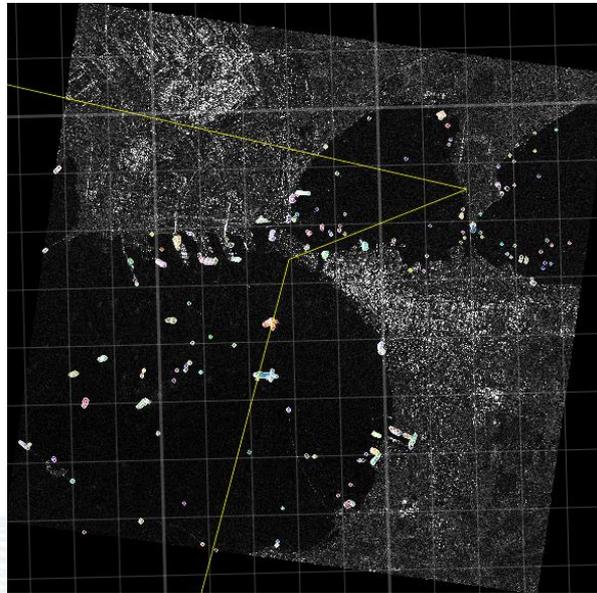


MIGLIORAMENTO DELLA COMPrensIONE DELLO SCENARIO MEDIANTE INTERPRETAZIONE AUTOMATICA DI IMMAGINI RADAR AD ALTA RISOLUZIONE

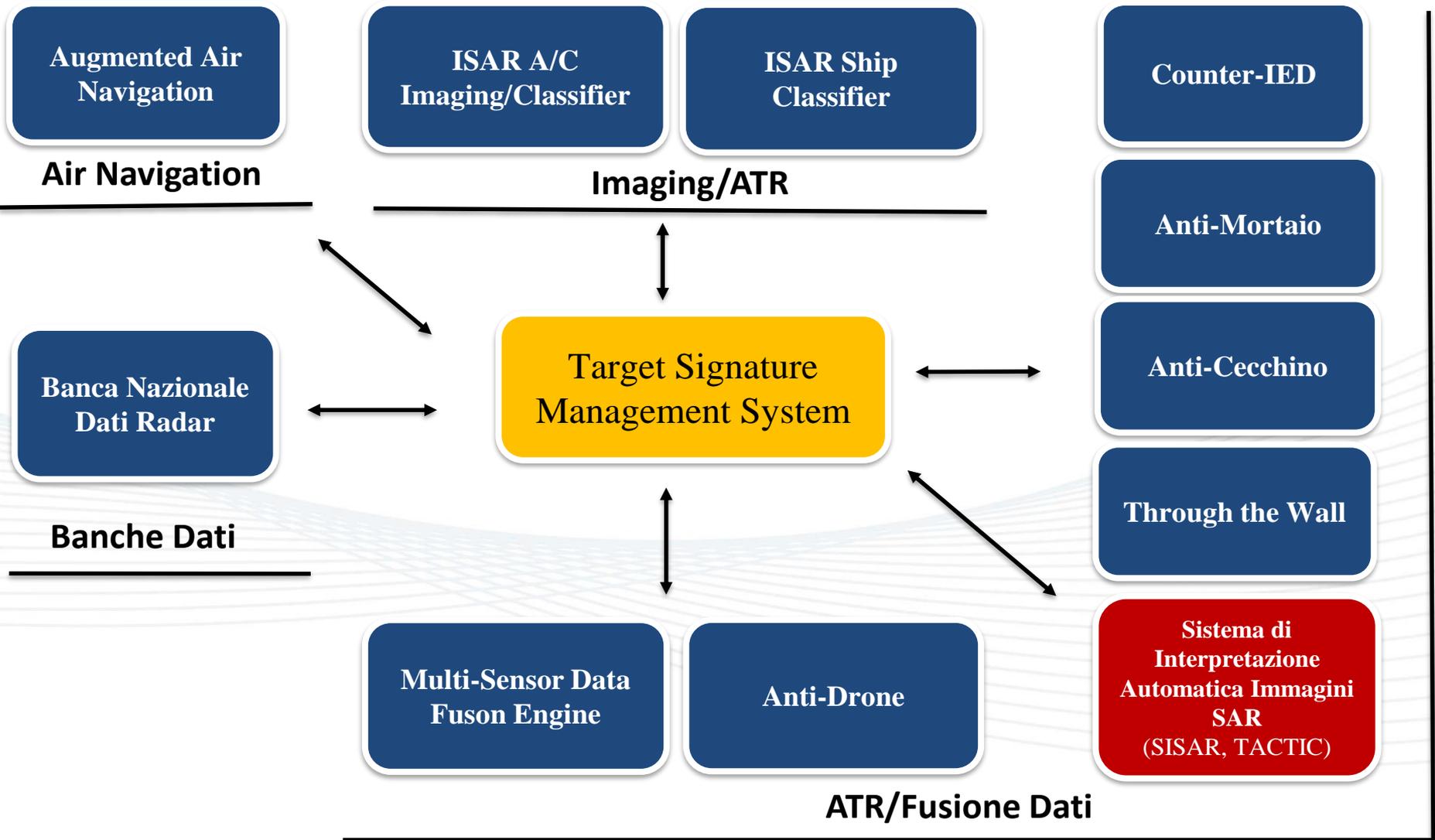


*La segnatura radar ed elettroottica delle moderne unità navali: valenza, metodi
per il controllo e sviluppi tecnologici*

C.I.S.A.M. , San Piero a Grado (Pisa), 31/05/2017

Gianpaolo Pinelli

- ❑ **Competenze in ambito Remote Sensing (IDS STL Lab)**
 - Aree Applicative, Tecnologie, Esperienze in ambito SAR/ISAR
- ❑ **Sistema di Interpretazione di Immagini SAR:**
 - Premessa, Bisogni Utente Militare
 - Schema Logico/Funzionale, Modi Operativi
 - Maritime Situation Assessment:
 - Scoperta, Estrazione e Classificazione delle Navi
 - Monitoraggio Periodico e Continuativo di Aree Portuali
 - Gathering Area Analysis



❑ **Bisogni Utenza Militare**

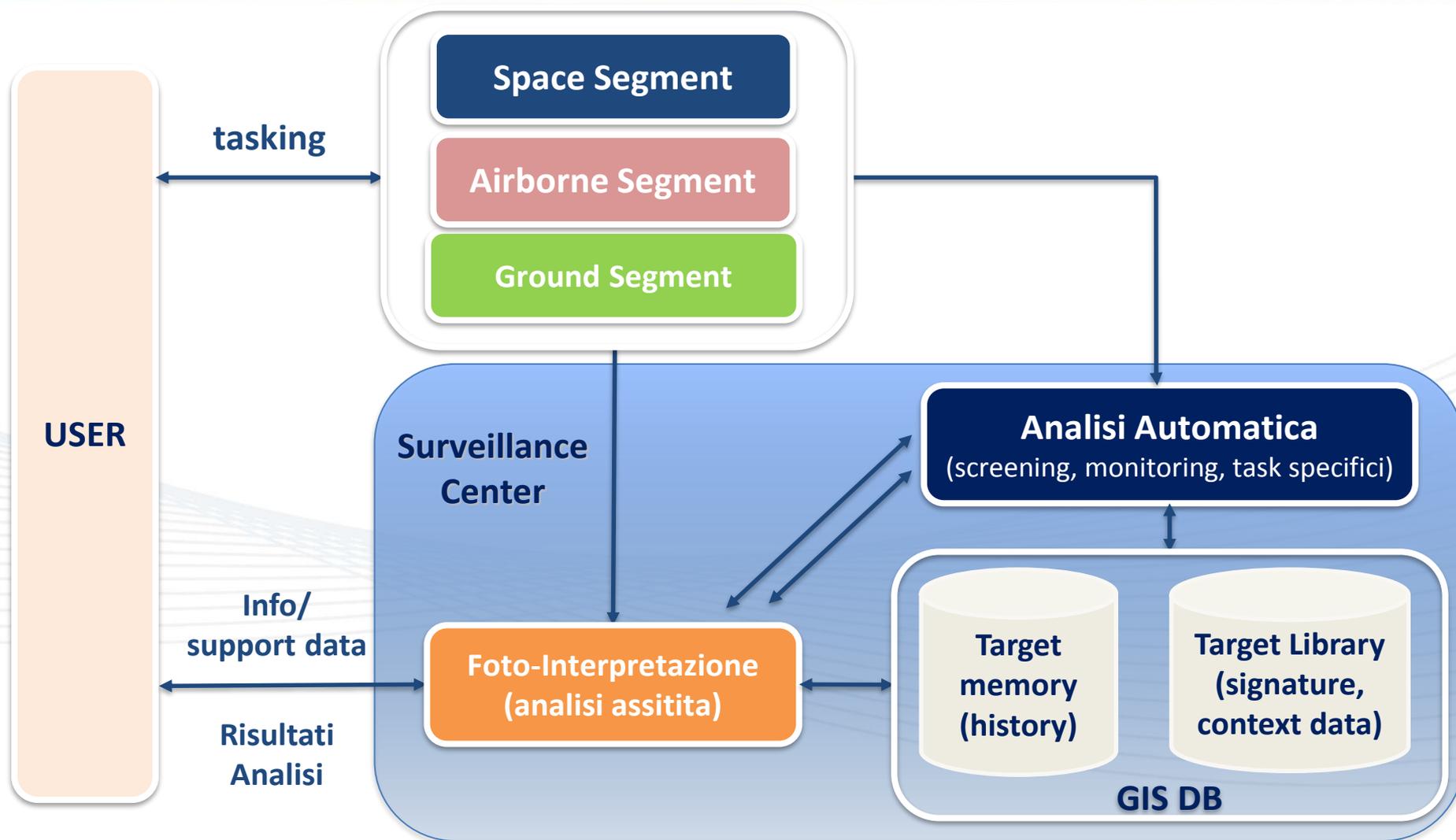
Esigenze in ambito *strategico, operativo e tattico* si sovrappongono, richiedendo strumenti di analisi di immagini SAR sempre più specifici, robusti, veloci, idonei ad integrarsi con informazioni disponibili sullo scenario, in grado di ridurre il crescente carico di lavoro operatore e, allo stesso tempo, incrementare la capacità di sfruttamento dei dati esistenti.

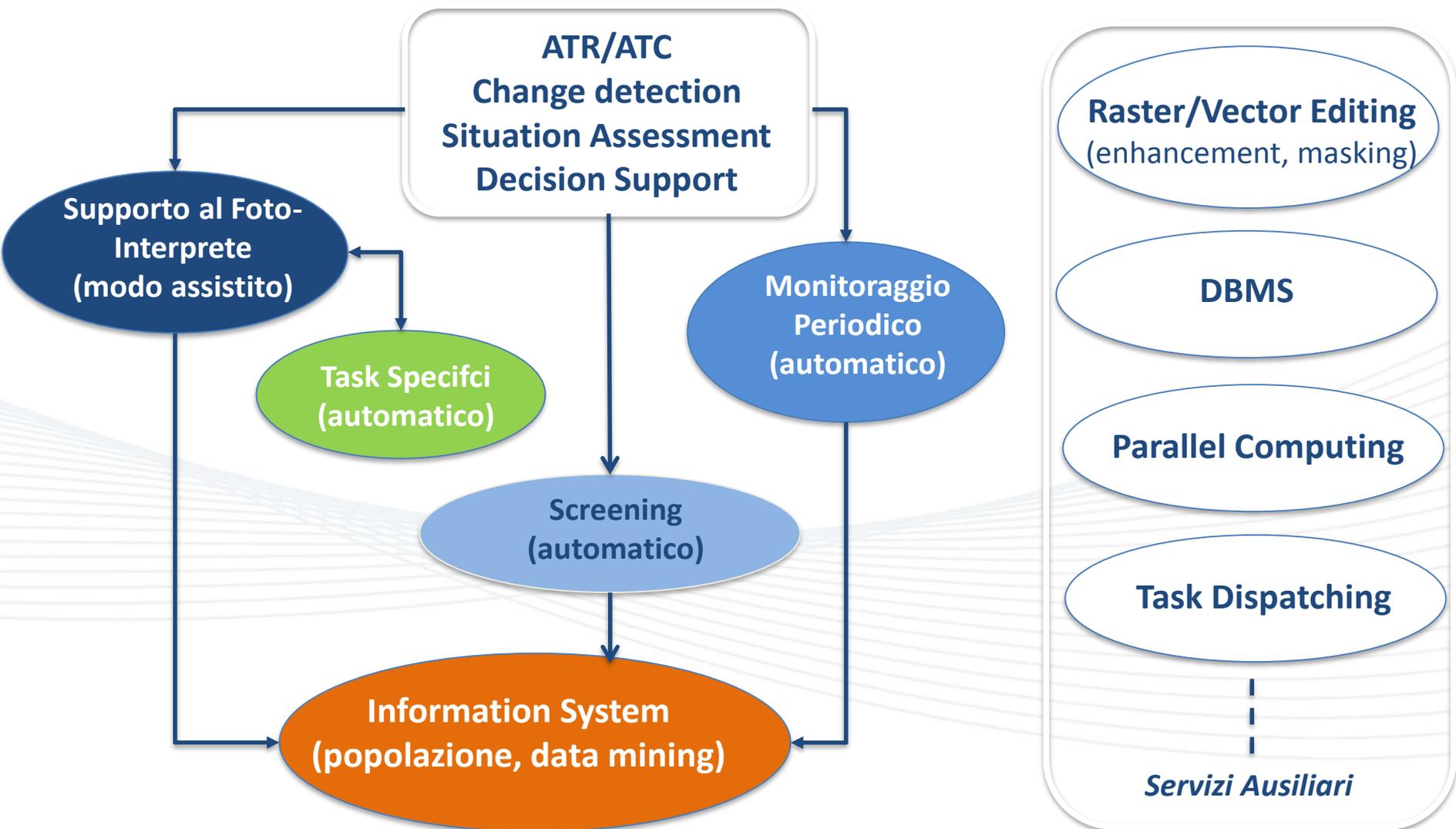
❑ **SISAR/TACTIC (PNRM)**

I progetti SISAR/TACTIC rispondono a tale esigenza, avendo l'obiettivo di concepire un sistema di interpretazione automatica di immagini SAR avioniche e satellitari, in grado di integrare applicazioni «verticali» (non general purpose), strettamente sviluppate sulla base dei requisiti di missione, ad alte prestazioni, efficienti e pienamente automatiche.

In particolare, il progetto **TACTIC**, articolato in quattro fasi di durata annuale (al momento finanziata e conclusa la Fase 1), si pone l'obiettivo di sfruttare la potenzialità delle facilities A.D. esistenti (CSK/CSG, Predator) in ottica di assicurare la sorveglianza del territorio nazionale per lunghi periodi di tempo (**Persistent Surveillance**) e proiezione di capacità operative per il conseguimento della stabilità anche al di fuori dai confini nazionali (**Expeditionary**).

La presentazione offre una panoramica della tecnologia sviluppata per l'incremento della comprensione dello scenario marittimo (**MSA**).





Target Extraction

Ship Detection (ship, gruppi imbarcazioni) su scenari eterogenei (open sea, porti strutturati e non strutturati)

Aircraft Detection (apron)

Scoperta di passaggi veicoli (Tracks), navi (Wakes) ed Infrastrutture sensibili associate ad aree recintate (Siti Radar/SAM, magazzini, depositi, ...)

Change Detection

Ship Change Detection in Porti Strutturati (e non)

Aircraft Change Detection su Apron (parcheggi)

Gathering Area Analysis

Car Counting in aree di parcheggio

Container Counting in depositi

Target Classification

Ship Classification (machine learning, self-learning)

Wide Area Analysis

Terrain Mapping (supporto alla pianificazione di missione)

Terrain Landmark Extraction (linea di costa, fiumi, laghi, runways, apron, aree urbane e vegetate, etc.)

The screenshot displays the DT-TACTIC software interface. At the top, a blue banner reads "Main View". Below it is a ribbon bar with tabs for "File", "Data Processing", and "Utility". The "File" tab is active, showing icons for "Exit", "Import New Mission", "Mission", "Raster", "GMTI Track", and "Sensor Track".

On the left side, there is a "Data Navigation Tree" showing a hierarchical structure of missions and data. The "Missions" folder is expanded, showing "Targr_33", "zeebrugge_mm_31", "giociv_30", "Zeebrugge_25", "Telaer_wake_21", "Taranto_19", "tirreno_nm_17", "Telaer_track_16", and "Tarak_3imm_13". The "Tarak_3imm_13" mission is selected, and its "Rasters" folder is expanded, showing "SRM_136_11C", "SRM_137_11C", and "SRM_137_11C". The "AO Statistics" folder is also expanded, showing "Target Extraction", "Ship", "Aircraft", "Coastline", "Enclosure", "Man Made", "New Track", "Ground Target", "Collateral Damage (Probability) Eval", "Hard Target Searching", and "Target Change Detection".

The main view area displays a dark, textured raster image with a yellow vector overlay. A circular compass in the top right corner indicates a heading of 2.6° E. The status bar at the bottom shows the coordinates [676950.158 | 4487767.734] and [WGE] 40° 31' 18.378536" N 017° 05' 20.067829" E.

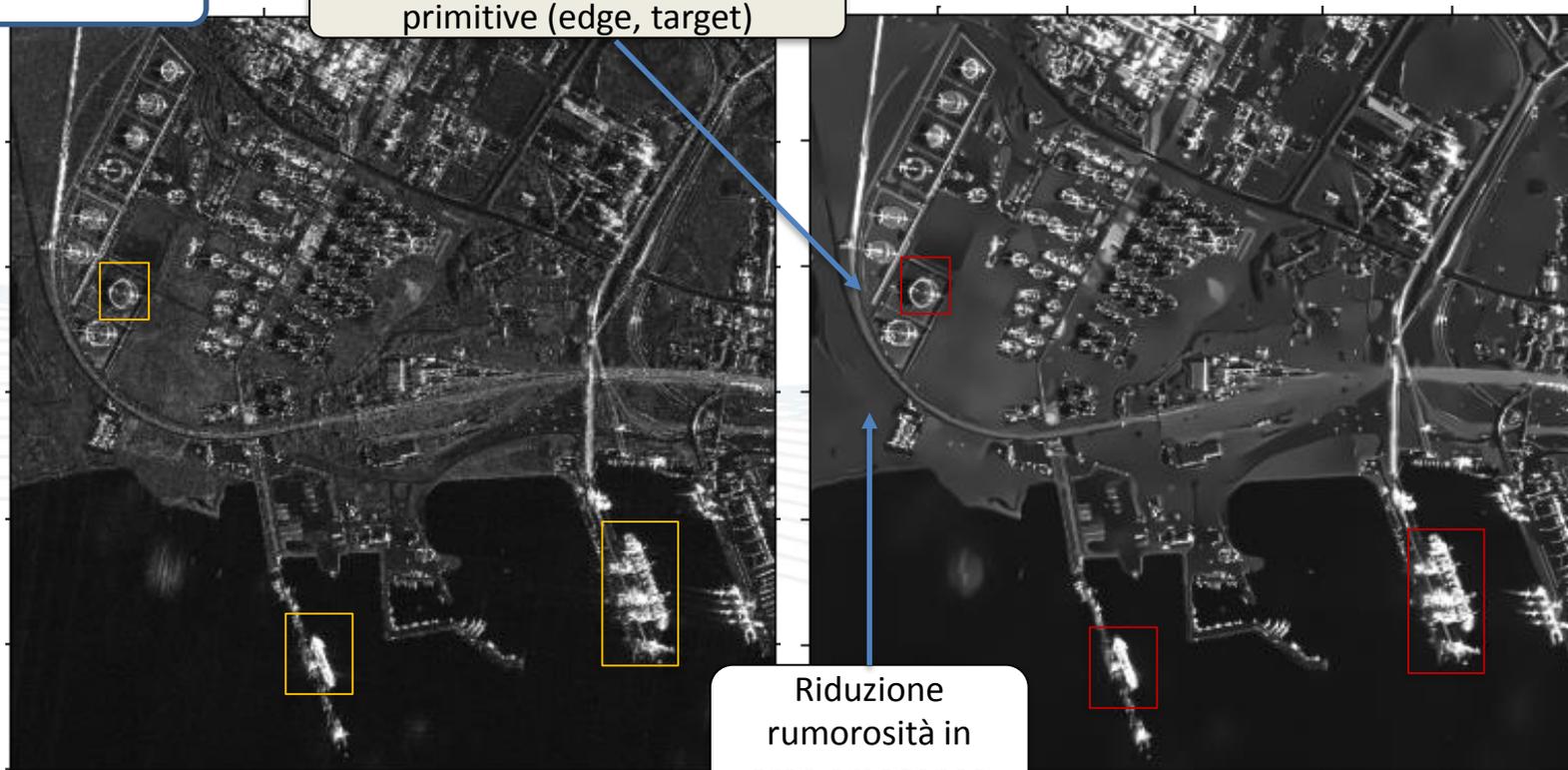
At the bottom of the interface, a "Log Viewer" window is open, displaying the following log entries:

Session ID	Event ID	Date	Component	Text Message
500	8	3/18/2016 12:47:37 PM	DT-TACTICTreeViewUC	Load Mission Taranto_3imm_13 Completed!
500	7	3/18/2016 12:47:26 PM	DT-TACTIC	DT-TACTIC Startup correctly!
500	6	3/18/2016 12:47:26 PM	DT-TACTIC	Initialization GDAL Library GDAL 1.9.2, released 2012/10/08 Completed!

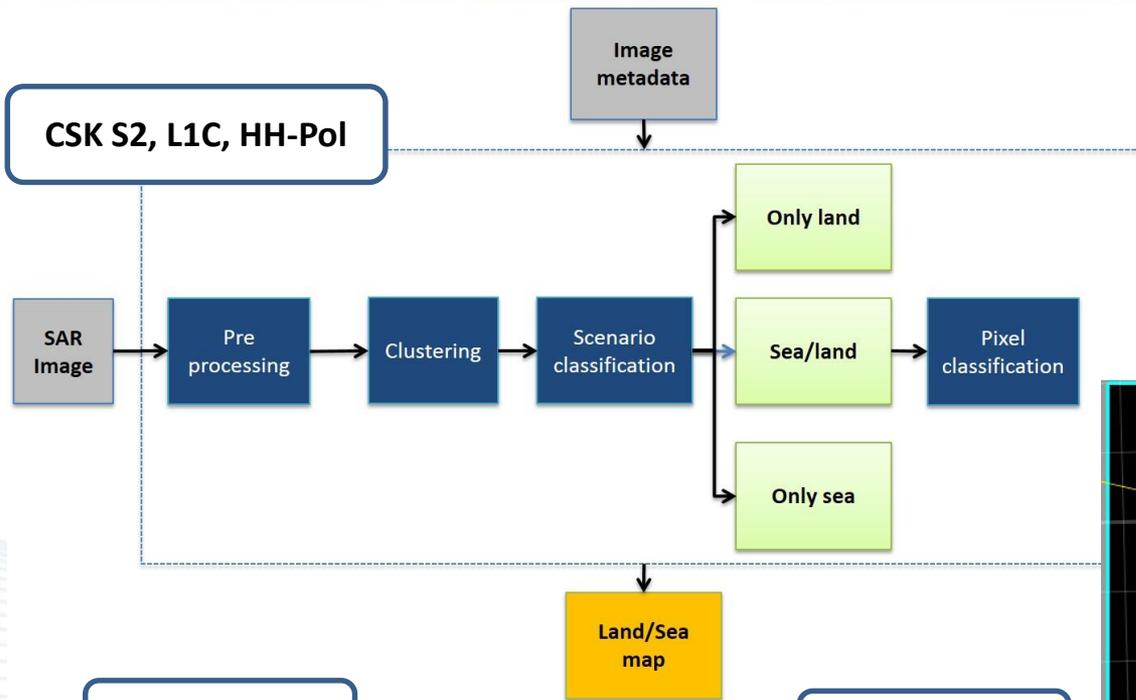


CSK S2, L1C, HH-Pol

Conservazione Informazione primitiva (edge, target)



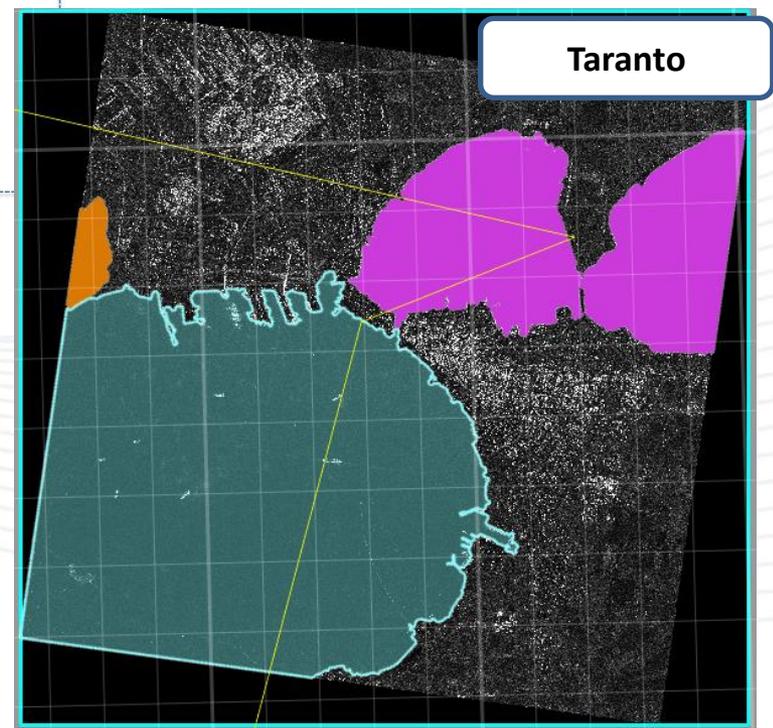
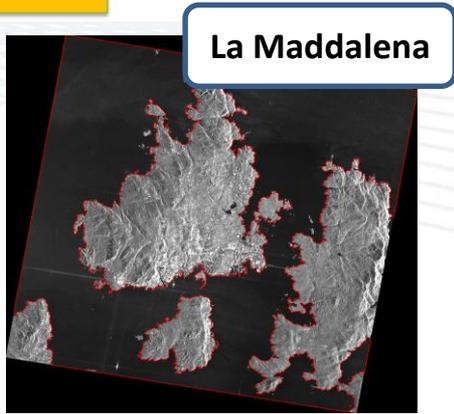
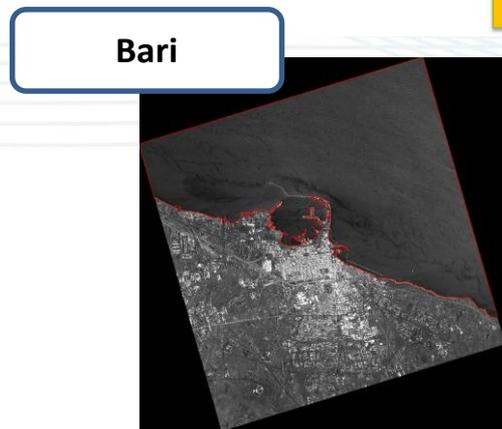
Riduzione rumorosità in aree omogenee



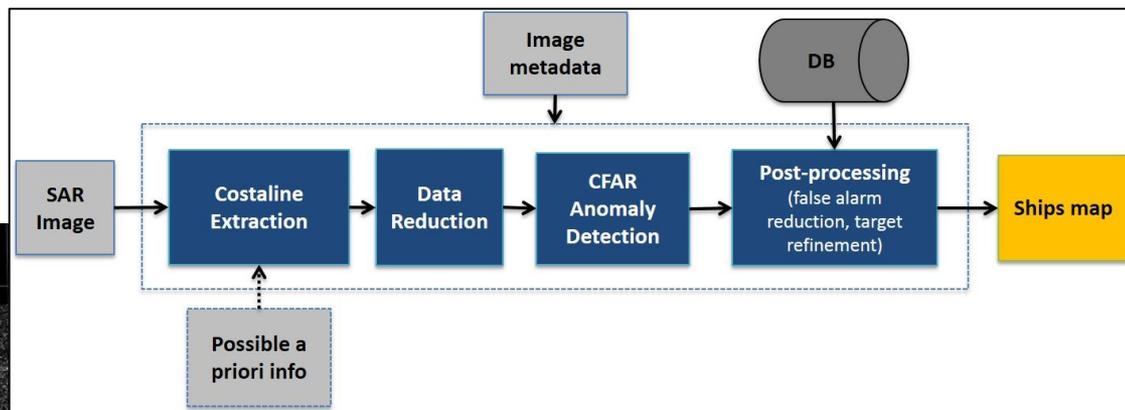
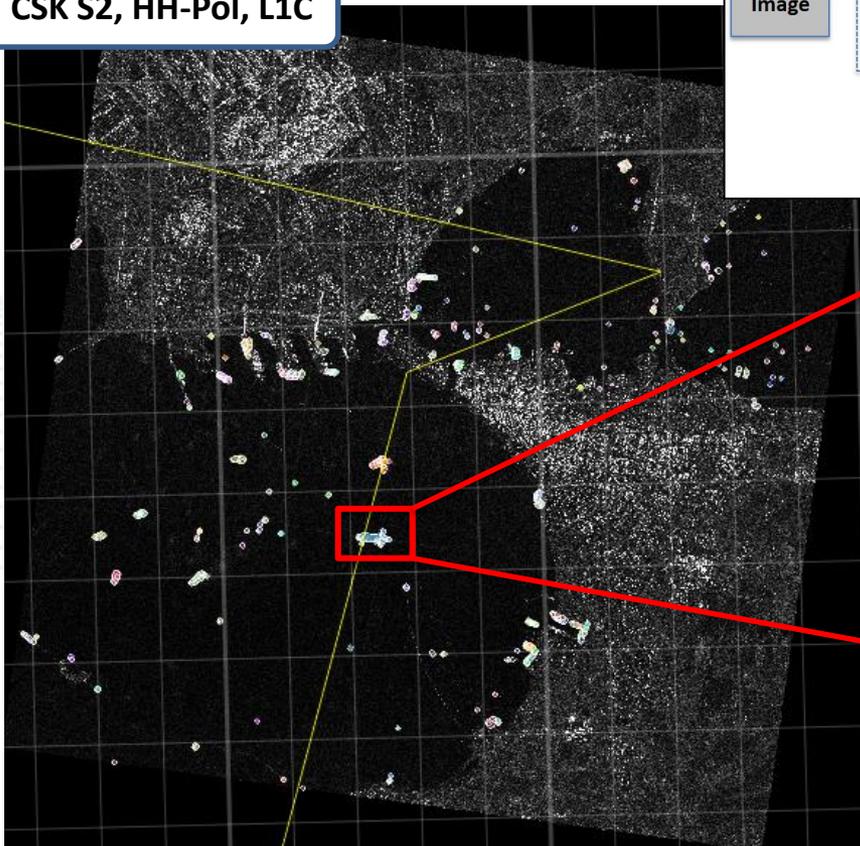
Target Details Viewer

Target Info	
Sea Area [Km ²]	36.64
Perimeter [Km]	n.c.
Coastline Length [Km]	148.089
Width [Km]	n.c.
Height [Km]	n.c.
Category	COASTLINE

Close



CSK S2, HH-Pol, L1C



Target Details Viewer

File View

Target Info

Aspect [°]	174.919	Category	SHIP
Length [m]	336.008	Perimeter [m]	804.886
Width [m]	44.928	Area [m ²]	14664.5
Height [m]	n.c.	#Anomalies	1
Classified		Class	Bulk

[advanced info](#)

Scattering Centers

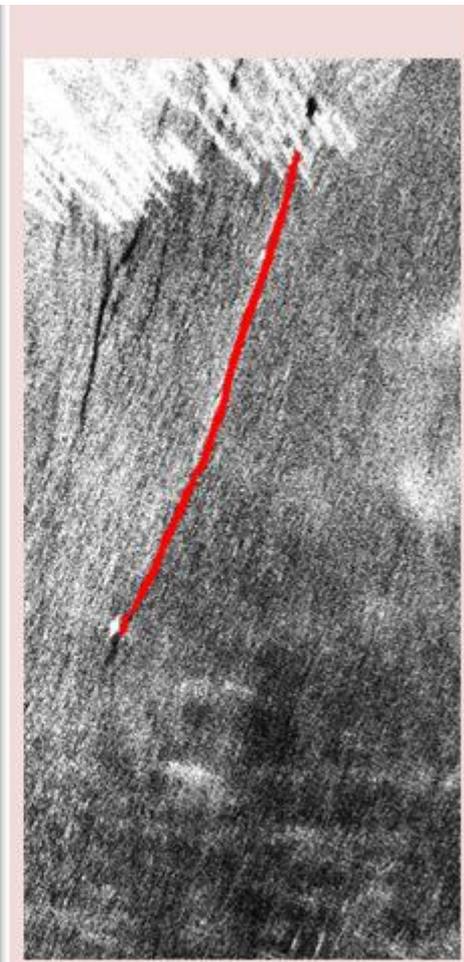
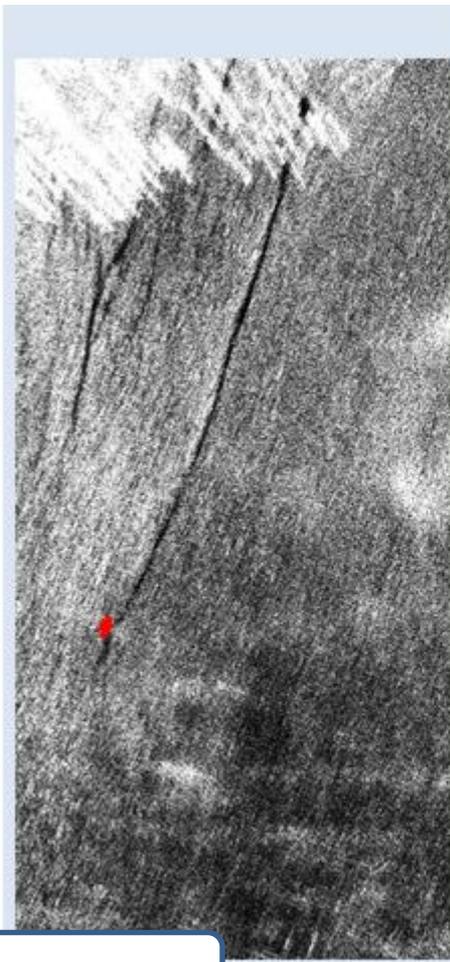
ID	X Coordinate [m]	Y Coordinate [m]	Amplitude [dB]
1	688654	4480540	87.74
2	688659.5	4480537	87.316
3	688659	4480533	85.622
4	688658.5	4480531.5	84.946
5	688402.5	4480544	84.793
6	688660	4480542.5	84.337
7	688659	4480534	83.635
8	688403	4480549	83.589
9	688644.5	4480535	81.486
10	688404	4480554.5	80.878

Updating local objects... Done! [688676.029 | 4480600.977] [WGE] 40° 27' 16"

Close

- **Approccio:** Model-Based, Object-Oriented
- **Computational Load:** pochi minuti per full CSK Image
- **Detected Ship:** target di almeno 10 pixels

TELAER, VV-Pol



Taranto, 2006

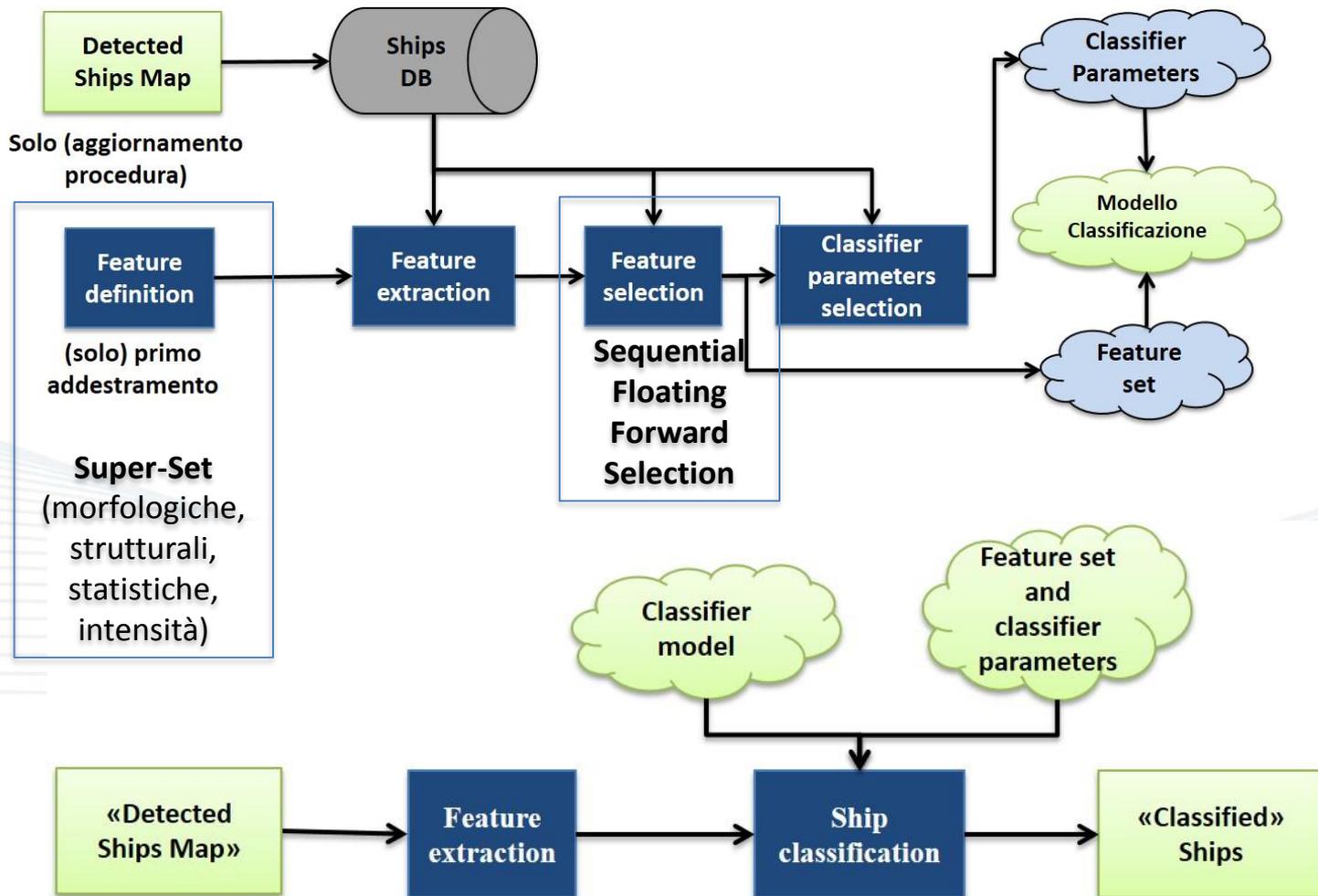
Stage 1	Stage 2	Stage 3	
Military	Aircraft Carrier	Aircraft Carrier	
	Amphibious	Amphibious	
	Auxiliary	Auxiliary	
	Big Fighter		Destroyer
			Frigate
			Patrol
	Small Fighter		Corvette
Mine Warfare			
Submarine	Submarine		
Civilian	Cargo	Bulk	
		General Cargo	
		Container	
	Ferry		Passengers
			Passengers/Ro-Ro
			Ro-Ro
	Tanker		Oil
			Chemical/LPG
			LNG
			Other
	Other Civilian		Yacht
			Fishing
			Tug
Other			
Small Vessel	Small Vessel	Small Vessel	

	Samples (Estrazione Manuale)	Samples (Detected Target)
Aircraft Carrier	17	15
Amphibious	11	11
Auxiliary	60	55
Big Fighter	94	73
Small Fighter	59	50
Bulk	83	71
General Cargo	113	100
Container	111	107
Ferry	264	246
Tanker	91	89
TOT	903	817

- **Schema:** gerarchico, multi-stadio
- **Capacità Discriminante:** 12 classi (Jane's, Marine Traffic) con potenzialità di estensione a 24, tra militari e civili
- **Training Samples:** implementati classificatori per target estratti "manualmente" e per target rivelati automaticamente. L'addestramento (training) del classificatore è stato effettuato solamente per i target "corrected detected", al fine di escludere dal processo rivelazioni incomplete o errate.

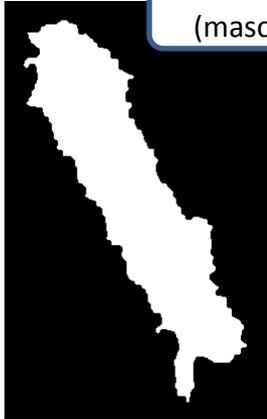
 Non ancora implementato/validato

«small vessel» riconosciute sulla base della sola lunghezza



Possibilità di aggiornamento utente della banca dati (training) e schema di classifica in modalità trasparente all'utente

"detected target"
(maschera binaria)

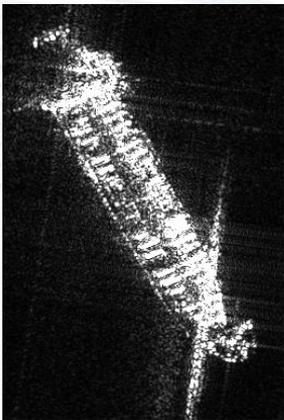


Feature Morfologiche (size, shape)



**"aligned (rotated)
detected target"**

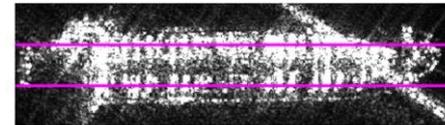
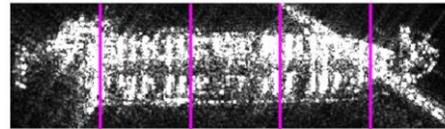
"detected target"
(maschera intensità)



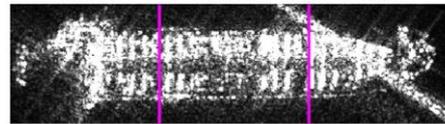
Feature Intensità

- Legate alla distribuzione dei valori di backscattering (intensità)
- Legate all'entropia, rapporto segnale/clutter e contrasto dell'immagine

ZLu1 ZLu2 ZLu3 ZLu4 ZLu5



ZLu6 ZLu7 ZLu8

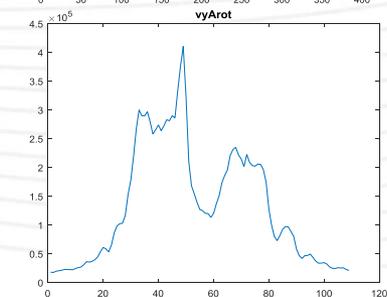
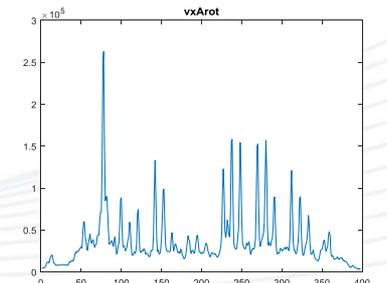


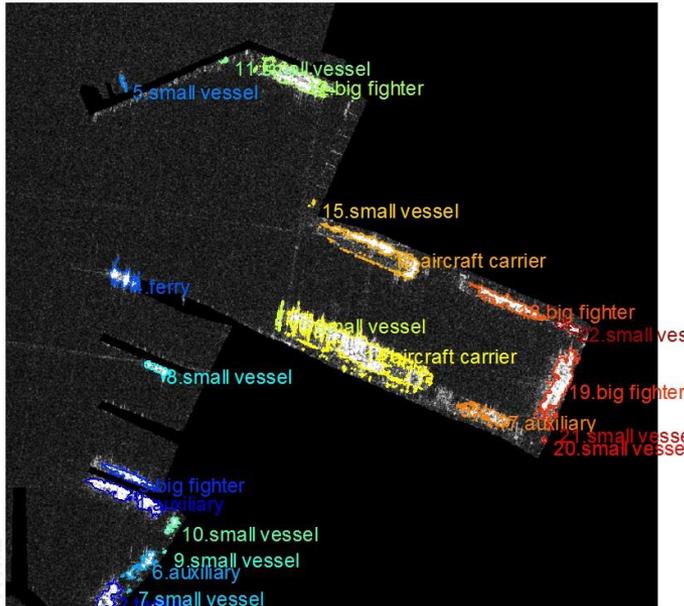
"aligned detected target"
(maschera intensità)

Feature Strutturali (variazione pattern riflettività sulle diverse sezioni della nave)

Feature Tessiturali

- (from vectors) statistiche estratte dalla variazione della distribuzione riflettività lungo le direzioni principali della nave
- (dalla matrice di co-occorrenza) legate ai momenti fino al terzo ordine della matrice di co-occorrenza





Stage 1: militare vs civile

Classifier	# features	PCC
SMV # 11	19	98.12
	-1	1
Military	-1	231
Civilian	1	7

Stage 2: Navi Militari

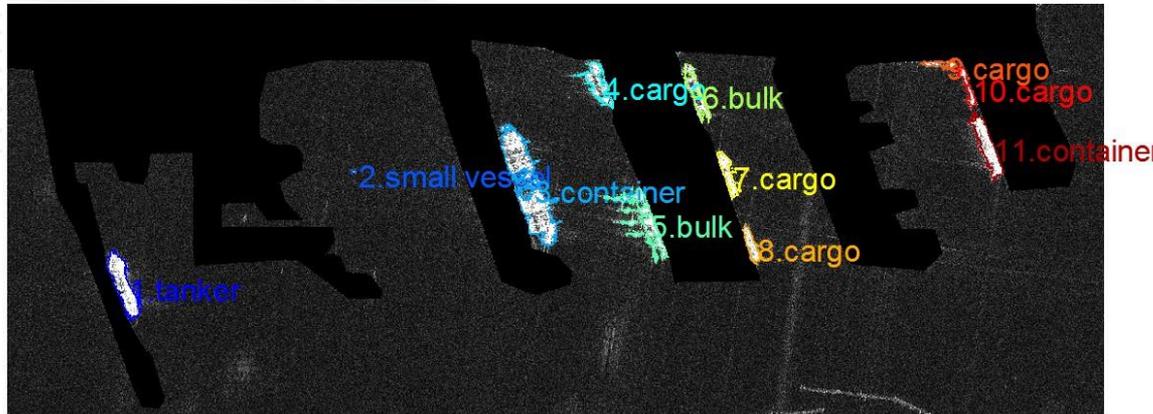
Classifier	# features	PCC			
SMV # 12	9	95.85			
	1	2	3	4	5
aircraft carrier	1	16	0	1	0
Amphibious	2	0	9	0	2
Auxiliary	3	0	1	56	1
Big fighter	4	0	0	1	93
Small fighter	5	0	0	2	0

Stage 2: Navi Civili (cargo/ferry/tanker)

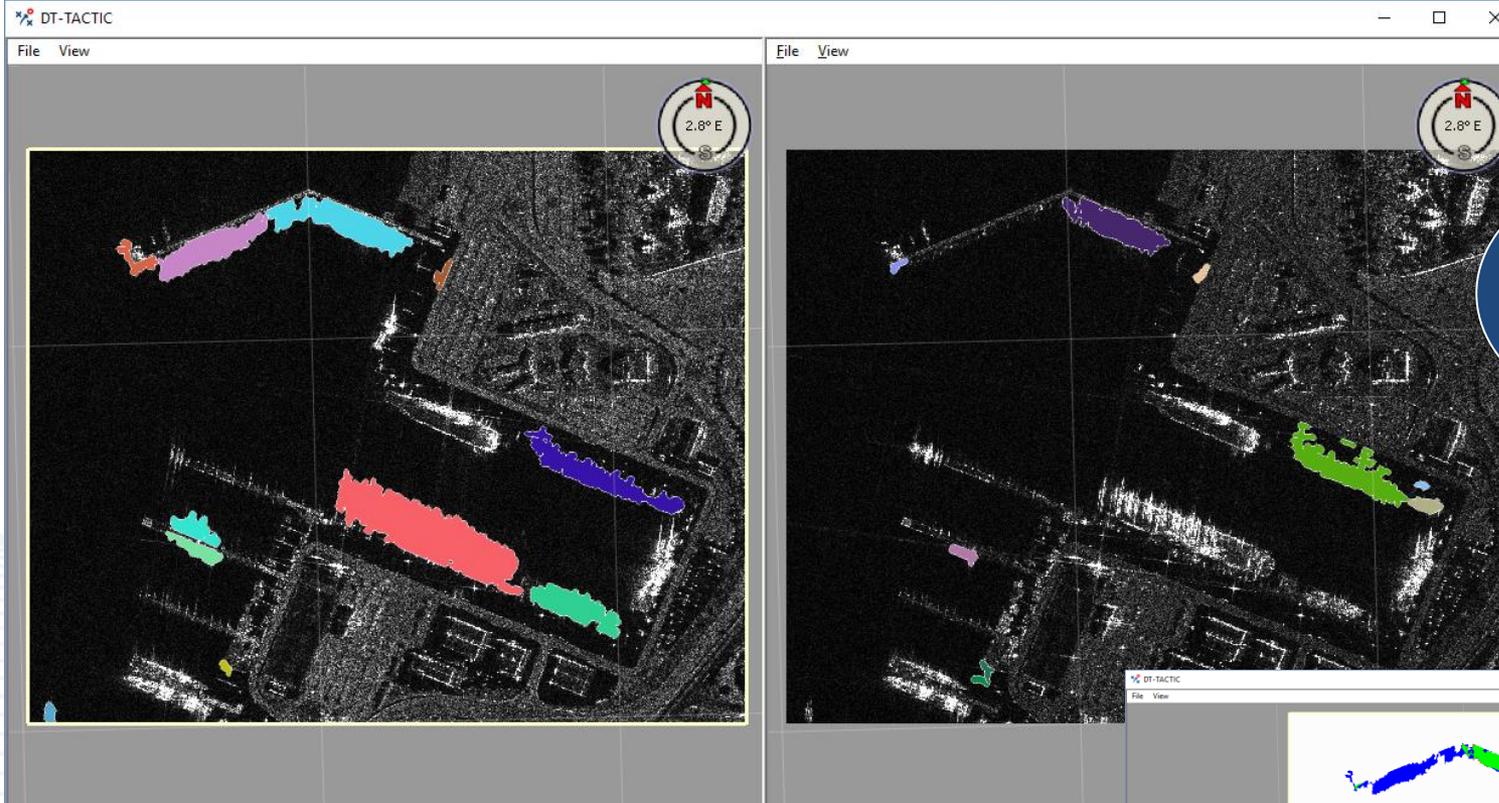
Classifier	# features	PCC	
SVM # 11	19	76.28	
	1	2	3
Cargo	1	250	53
Ferry	2	42	218
Tanker	3	41	13

Stage 3: Navi Cargo

Classifier	# features	PCC	
SVM # 10	13	78.50	
	1	2	3
General Cargo	1	57	9
Container	2	5	95
Bulk	3	9	13



Testati 4 schemi di decisione (KNN, least squares, minum distance, SVM), migliori risultati ottenuti con SVM, Kernel Gaussiano



New!
Individuazione
Evento
«Scambio»

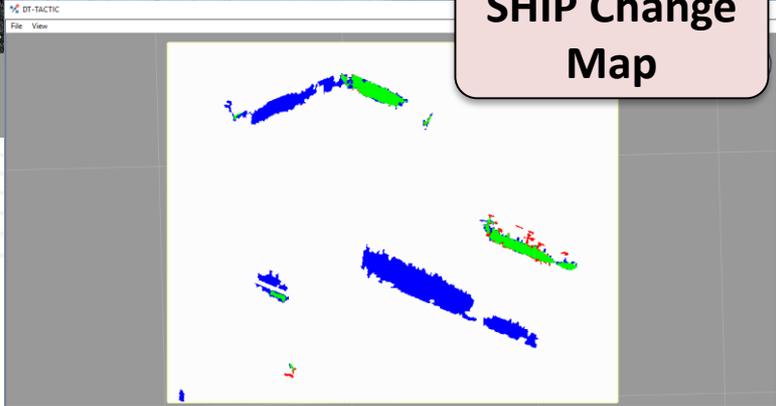
**SHIP Change
Map**

**Analisi turn-over
manutentivo ed
operativo**

Analysis Results [Close]

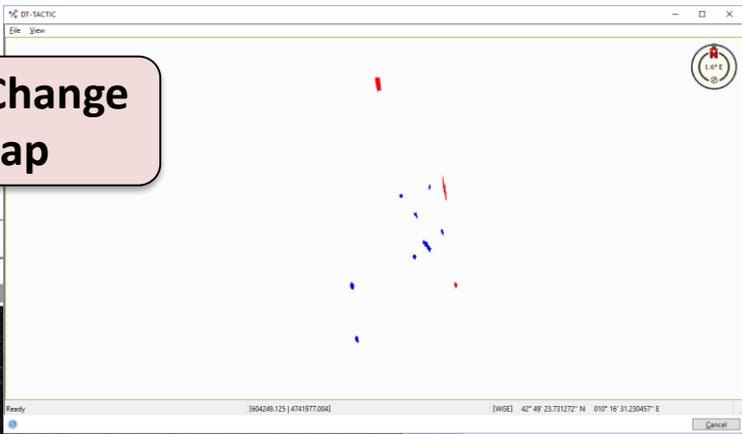
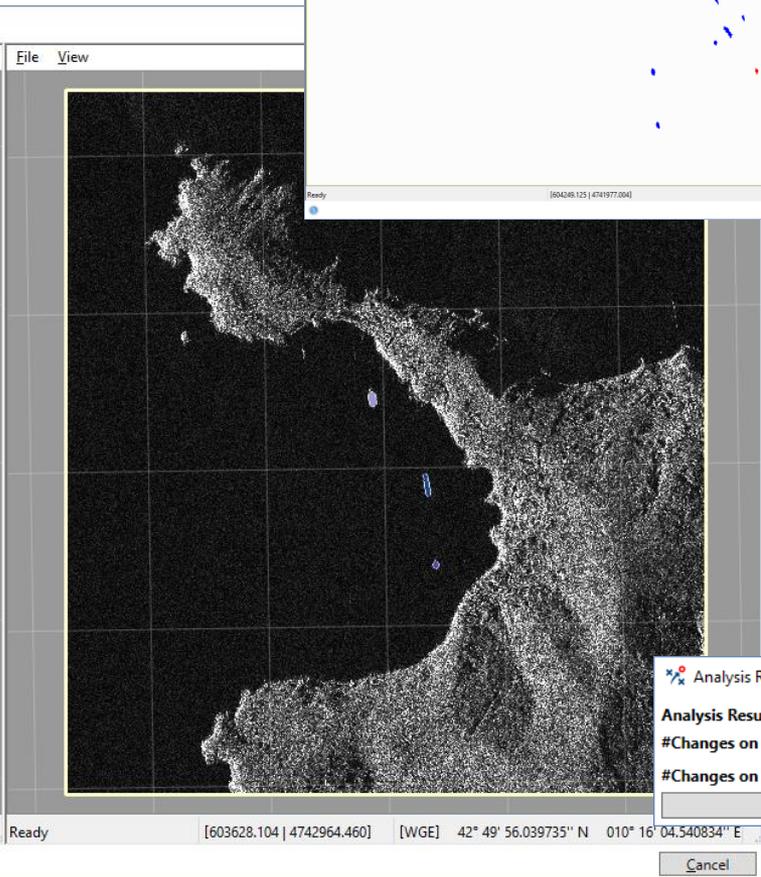
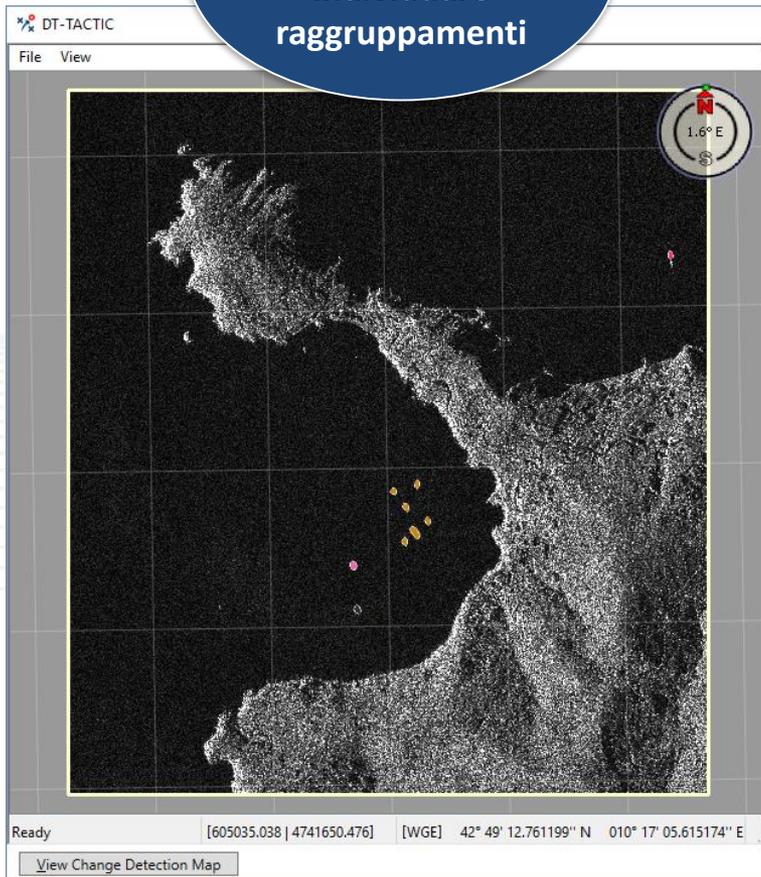
Analysis Results

#Changes on master image (on sx):	11
#Changes on slave image (on dx):	9



New!
Capacità di individuare raggruppamenti

SHIP Change Map



Analysis Results

Analysis Results

#Changes on master image (on sx):	4
#Changes on slave image (on dx):	3

Close

Cancel

Movimentazione Auto



Target Details Viewer

Ready

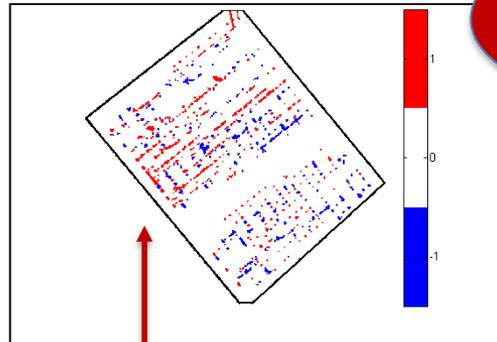
Target Info

#Object (on master image)	12
#Object (on slave image)	3
Category	CAR

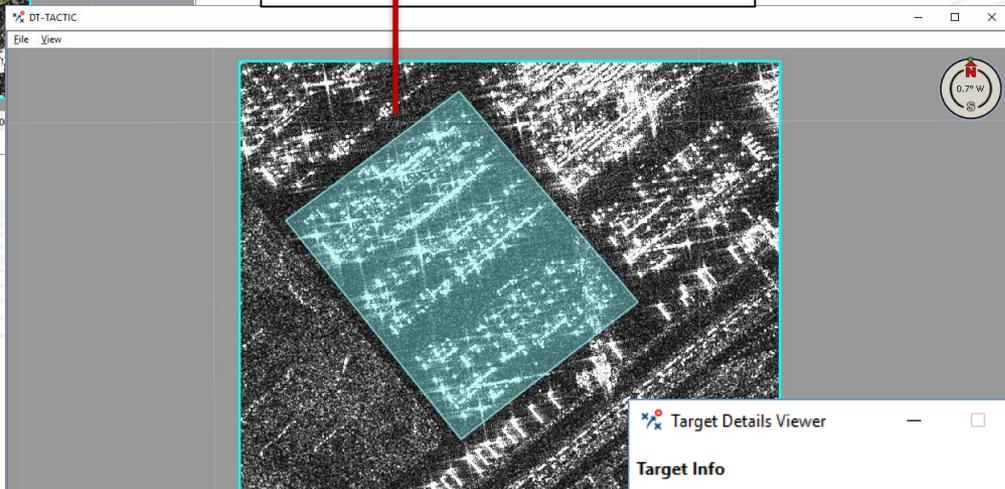
Close

Legenda:

- No Change;
- Change (*backscattering* increment);
- Change (*backscattering* decrement).



**Capacità
Conteggio
Automatico**



Target Details Viewer

Ready

Target Info

#Object (on master image)	115
#Object (on slave image)	150
Category	CONTAINER

Close

Movimentazione Container

DT-TACTIC: Main Features

- ❑ **INNOVAZIONE:** algoritmi e procedure utente innovative
- ❑ **AUTOMATISMO:** fully automatic
- ❑ **(Quasi) REAL-TIME:** algoritmi veloci per supportare *decision making*
- ❑ **INTEROPERABILITA':** input/output/system standard data format
- ❑ **FACILMENTE ESTENDIBILE:** modulare, approccio a *plug-in*, disaccoppiamento fra interfaccia utente e codice sottostante