



POLITECNICO DI BARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ELETTRICA E
DELL'INFORMAZIONE

**"IMPLEMENTAZIONE E TEST DI UN SISTEMA SVM IN R PER LA
CLASSIFICAZIONE DI IMMAGINI SENTINEL-2"**

<https://github.com/sivlab/svm-sentinel2>



Prof. A. GUERRIERO
Dott.ssa P. ADAMO
Dott.ssa C. TARANTINO

Studenti:
Andrea LABORANTE
Nicolò ANIELLO

TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

TRACCIA

- **Traccia:**

“Studio e utilizzo del pacchetto R SVM per la classificazione di dati telerilevati”

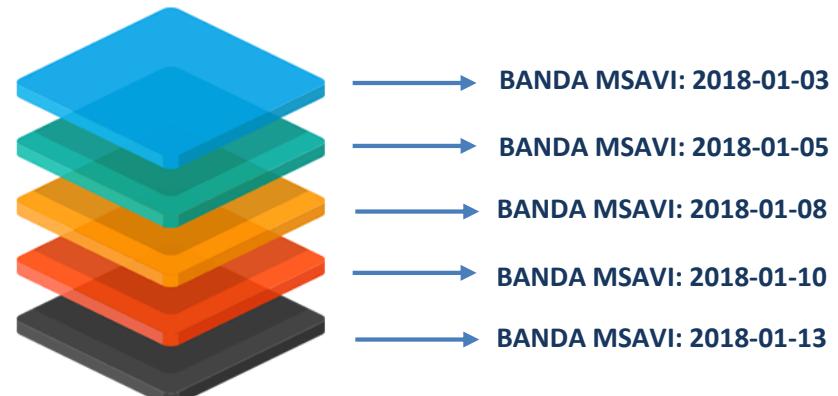
OBIETTIVI

- **Obiettivi principali:**

- **Valutazione della classificazione di immagini Sentinel-2, effettuata con la tecnica SVM, in particolare quella contenuta nella libreria R e1071**
- **Comparazione della classificazione ottenuta al punto precedente, con una ottenuta col software commerciale ENVI**

TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

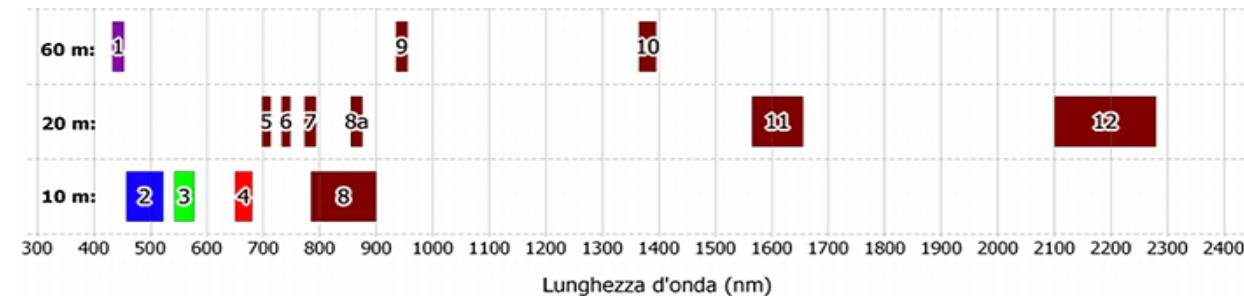
IMMAGINI SENTINEL 2



TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

IMMAGINI SENTINEL 2

- Immagini SENTINEL 2:
 - Immagini telerilevate
 - Satelliti: Sentinel-2A e Sentinel-2B
 - Immagini multispettrali



- Indici utilizzati:
 - Zone Vegetative: MSAVI, NDVI, NDRE, VARI
 - Zone NON-Vegetative: BRIGHTNESS, NDBBBI, NDBSI

TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

APPROCCIO PROPOSTO

- Sistema software:
 - “*k-bands*”:
 - Rappresenta la versione più elementare tra quelle create
 - Preleva in maniera “fissa” *k*-bande da tutte le immagini di input
 - “*all*”:
 - Le bande sono prelevate seguendo una determinata semantica
 - Es. 1 banda / mese
 - MAX indice BRIGHTNESS
 - “*2-steps*”:
 - La predizione è effettuata in 2 step
 - Tra uno step e l’altro viene effettuato il *masking* di determinate classi

TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

VERSIONE «k-bands»

- FUNZIONALITÀ PRINCIPALI DEL SISTEMA

- VARIABILI DI SISTEMA
- CARICAMENTO DEI MODULI DEL SISTEMA
- CONTROLLO DELLE DIPENDENZE
- CONTROLLO DELLE DIRECTORY
- CARICAMENTO FILE DI TRAINING E DI INPUT
- VALIDAZIONE IMMAGINI
- COSTRUZIONE DATASET
- TUNING DEL MODELLO SVM[OPZIONALE]
- CREAZIONE DEL MODELLO SVM
- TEST, MATRICE DI CONFUSIONE E METRICHE DEL SISTEMA
- PREDIZIONE
- RICOSTRUZIONE DELL'IMMAGINE



TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

VERSIONE «all»

- FUNZIONALITÀ PRINCIPALI DEL SISTEMA
 - UGUALI RISPETTO ALLA VERSIONE «K-BANDS»
- FUNZIONALITÀ CARATTERISTICHE
 - LE BANDE VENGONO SELEZIONATE CON UNA DETERMINATA SEMANTICA
 - 1 BANDA/MESE PER: MSAVI, NDRE, VARI, NDBBBI, NDBSI
 - TUTTE LE BANDE PER: PHENO_NDVI
 - 1 BANDA = MAX PER BRIGHTNESS


TEST 7

TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

VERSIONE «2-STEPS» (MASKING)

- FUNZIONALITÀ PRINCIPALI DEL SISTEMA
 - UGUALI RISPETTO ALLA VERSIONE «K-BANDS»
 - IL CICLO, PERÒ, VIENE RIPETUTO DUE VOLTE CONSECUTIVE
- FUNZIONALITÀ CARATTERISTICHE
 - TRA UNO STEP E L'ALTRO VIENE EFFETTUATO IL MASKING DI ALCUNE CLASSI
 - I PIXEL ASSOCIATI ALLE CLASSI CHE AL TERMINE DEL PRIMO STEP OTTENGONO UN VALORE DI *F1-SCORE* ALTO, VENGONO SALVATI ED ELIMINATI (MASCHERATI) DALLO STEP 2
 - TALI PIXEL VENGONO POI RICONGIUNTI CON QUELLI PREDetti NELLO STEP 2 IN FASE DI RICOSTRUZIONE IMMAGINE



TEST 6

TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

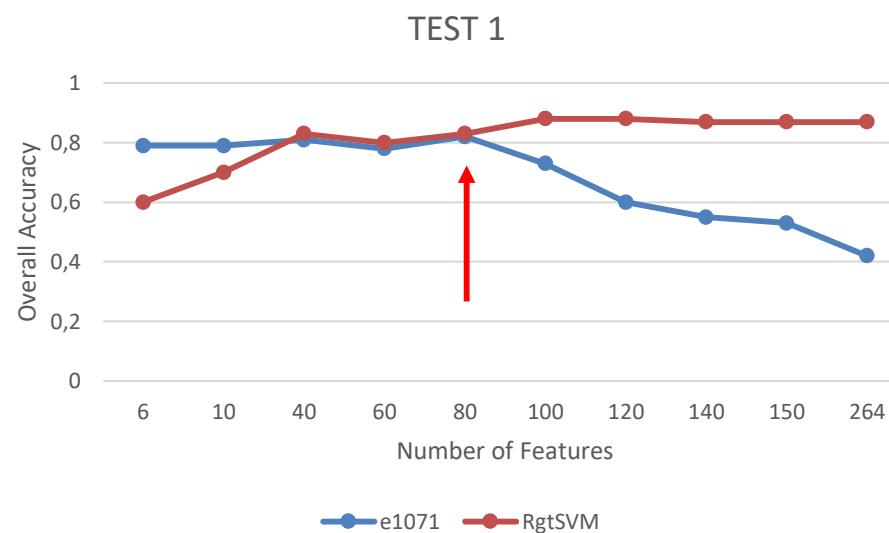
OTTIMIZZAZIONI DEL SISTEMA

- PROBLEMA: GRANDE MOLE DI DATI DA TRATTARE
- SOLUZIONE 1 -> OTTIMIZZAZIONE A LIVELLO DI CODICE
 - AD ES. IN FASE DI CREAZIONE DATASET, ANZICHÉ EFFETTUARE 11965 INDICIZZAZIONI SU UNA MATRICE DI 2.603.688 RIGHE, IL DATASET DI TEST VIENE CREATO IN MANIERA «DIRETTA»
- SOLUZIONE 2 -> UTILIZZO DI METODI NATIVI
 - UTILIZZO DELLA FUNZIONE «*stackApply()*» PER CALCOLARE IL VALORE MASSIMO DI BRIGHTNESS ANZICHÉ LANCIARE LA FUNZIONE «*max()*» SU OGNI PIXEL
- SOLUZIONE 3 -> UTILIZZO DI LIBRERIA PER IL CALCOLO PARALLELO
 - LIBRERIA RGTSVM → TEST 1,2
 - LIBRERIA CHE UTILIZZA IL CALCOLO PARALLELO GPU PER LE OPERAZIONI SVM
 - UTILIZZA IL FRAMEWORK CUDA PER LE SCHEDE NVIDIA

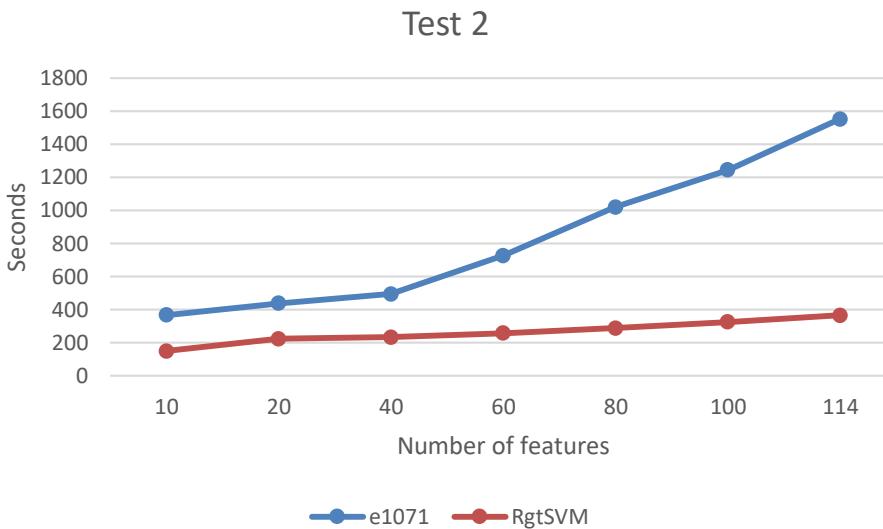
TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

TEST 1 – CONFRONTO TRA LA LIBRERIA “e1071” E “RgtSVM” (Accuracy)

- OBIETTIVO: COMPARARE L'ACCURATEZZA TRA LA LIBRERIA «e1071» E «RGTSVM»



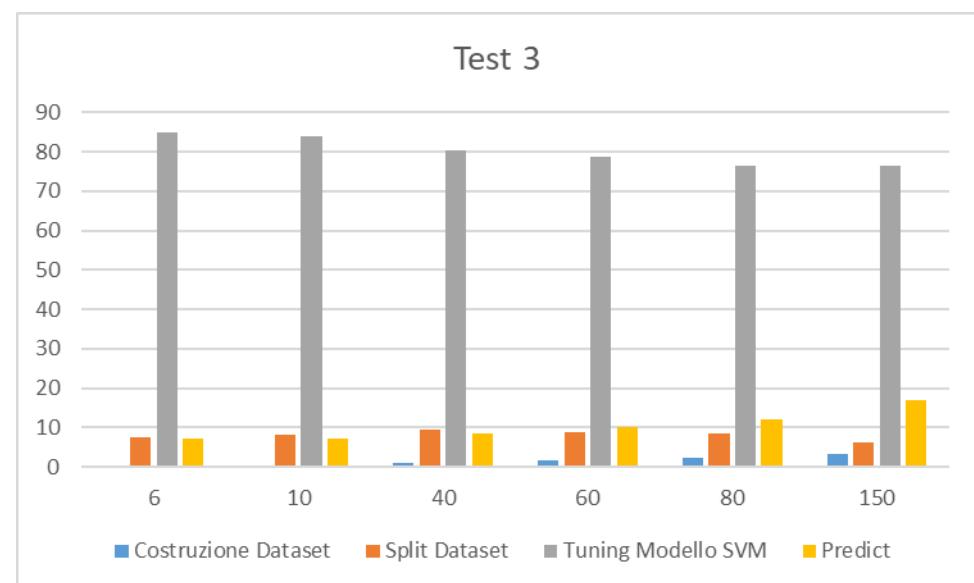
- RISULTATI: LA LIBRERIA «RGTSVM» SEGUE FEDELMENTE I RISULTATI DELLA «e1071» FINO AD UN CERTO NUMERO DI BANDE, DOPO DI CHE HA RISULTATI MIGLIORI

TRACCIA ED OBIETTIVI	<h2>TEST 2 – CONFRONTO TRA LA LIBRERIA “e1071” E “RgtSVM” (Tempi)</h2>																								
IMMAGINI SENTINEL-2	<ul style="list-style-type: none">OBIETTIVO: COMPARARE LE TEMPISTICHE TRA LA LIBRERIA «e1071» E «RGTSVM»																								
APPROCCIO PROPOSTO																									
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA																									
TEST - 1																									
TEST - 2	 <table border="1"><caption>Data extracted from 'Test 2' graph</caption><thead><tr><th>Number of features</th><th>e1071 (Seconds)</th><th>RgtSVM (Seconds)</th></tr></thead><tbody><tr><td>10</td><td>~400</td><td>~150</td></tr><tr><td>20</td><td>~450</td><td>~250</td></tr><tr><td>40</td><td>~550</td><td>~250</td></tr><tr><td>60</td><td>~750</td><td>~280</td></tr><tr><td>80</td><td>~1100</td><td>~300</td></tr><tr><td>100</td><td>~1250</td><td>~350</td></tr><tr><td>114</td><td>~1550</td><td>~380</td></tr></tbody></table>	Number of features	e1071 (Seconds)	RgtSVM (Seconds)	10	~400	~150	20	~450	~250	40	~550	~250	60	~750	~280	80	~1100	~300	100	~1250	~350	114	~1550	~380
Number of features	e1071 (Seconds)	RgtSVM (Seconds)																							
10	~400	~150																							
20	~450	~250																							
40	~550	~250																							
60	~750	~280																							
80	~1100	~300																							
100	~1250	~350																							
114	~1550	~380																							
TEST - 3																									
TEST – 4																									
TEST - 5																									
TEST - 6																									
TEST - 7																									
TEST - 8																									
CONCLUSIONI	<ul style="list-style-type: none">RISULTATI: I TEMPI IMPIEGATI DALLA LIBRERIA «RGTSVM» SONO NOTEVOLMENTE INFERIORI RISPETTO A «e1071»																								
IMMAGINI CLASSIFICATE	<p>SVILUPPI FUTURI: È STATO INTUITO CHE LA LIBRERIA «RGTSVM» HA TEMPISTICHE RIDOTTE</p> <p>→ SOLO PER QUANTO RIGUARDA LA FASE DI «PREDICTION», MENTRE PER LA FASE DI «TUNING» È PREFERIBILE USARE LA LIBRERIA «e1071»</p>																								

TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

TEST 3 – PERCENTUALI DI TEMPO COMPUTAZIONALE

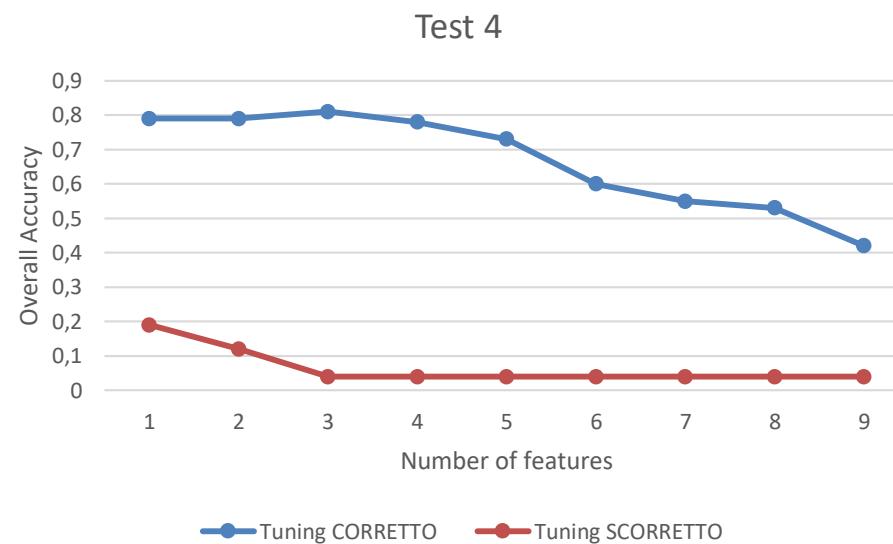
- OBIETTIVO: INDAGARE SULLE PERCENTUALI DI TEMPO CHE CIASCUNA FASE OCCUPA RISPETTO AL TOTALE
- | | % Tempi rispetto al totale | | | | | |
|---------------------|----------------------------|----------|----------|----------|-------------|----------|
| | 6 | 10 | 40 | 60 | 80 | 150 |
| Costruzione Dataset | 0,09385 | 0,176551 | 0,974744 | 1,594406 | 2,258924691 | 3,264835 |
| Split Dataset | 7,334845 | 8,064525 | 9,463697 | 8,838822 | 8,529387038 | 6,305932 |
| Tuning Modello SVM | 84,88366 | 83,92146 | 80,28801 | 78,76893 | 76,46390516 | 76,5422 |
| Predict | 7,006976 | 7,096146 | 8,57907 | 10,1096 | 12,09322482 | 16,97327 |
- RISULTATI:
- Fasi costanti rispetto alla dimensione del dataset (es. “splitting”)
 - Fase di “tuning” preponderante. Occupa circa il 70-80% del tempo computazionale
 - Fasi dipendenti dalla dimensione del dataset (es. “predict”)



TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

TEST 4 – IMPORTANZA DEL TUNING DEL SISTEMA

- OBIETTIVO: DIMOSTRARE L'IMPORTANZA DEL «tuning».



- RISULTATI: FACILMENTE DEDUCIBILI DAL GRAFICO. SENZA QUEST'ULTIMA FASE LE PRESTAZIONI DEL SISTEMA SONO PRESSOCHÉ NULLE.

TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

TEST 5 – CONFRONTO TRA IL SOFTWARE PROPOSTO E SOFTWARE COMMERCIALE ENVI

- **OBIETTIVO: COMPARARE LE PRESTAZIONI DEL SISTEMA COL SOFTWARE ENVI**
- **CONFIGURAZIONI:**
 - **CONFIGURAZIONE 1:**
 - TUNING -> $C=1, \gamma=0.03125$
 - *Numero pixel di training < Numero pixel di test*
 - **CONFIGURAZIONE 2:**
 - TUNING -> $C=1, \gamma=0.03125$
 - *Numero pixel di training > Numero pixel di test*

TRACCIA ED OBIETTIVI	
IMMAGINI SENTINEL-2	
APPROCCIO PROPOSTO	
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA	
TEST - 1	
TEST - 2	
TEST - 3	
TEST - 4	
TEST - 5	
TEST - 6	
TEST - 7	
TEST - 8	
CONCLUSIONI	
IMMAGINI CLASSIFICATE	

TEST 5 – CONFRONTO TRA IL SOFTWARE PROPOSTO E SOFTWARE COMMERCIALE ENVI

- CONFIGURAZIONE 1:

		GROUND TRUTH															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tot.
SOFTWARE - ENVI	1	317	1	0	0	0	20	25	0	0	129	0	0	0	0	0	492
	2	54	196	1	22	52	34	81	1	9	3	88	12	0	0	0	553
	3	0	0	1218	65	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	1291
	4	0	4	46	695	188	0	0	0	2	0	6	192	0	0	0	1133
	5	0	0	0	22	90	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	114
	6	0	0	0	0	0	316	10	0	0	0	0	0	0	0	0	326
	7	0	0	0	0	15	223	304	0	0	1	0	0	0	0	0	543
	8	8	0	0	0	9	0	0	55	0	15	2	0	0	0	0	89
	9	20	32	29	8	22	0	9	14	24	16	10	0	0	0	0	184
	10	37	0	0	0	0	0	18	0	68	47	0	0	0	0	0	170
	11	15	0	0	55	327	151	68	0	0	0	1325	8	0	0	0	1949
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	716	387	19	0	0	1122
	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	1458	8	0	0	1584
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	28	264	0	0	322
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	1604	0	1613
	Tot.	451	233	1294	867	703	724	492	113	39	103	1607	1082	1882	291	1604	11485

		GROUND TRUTH															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tot.
SOFTWARE - PROPOSTO	1	303	0	0	2	245	13	0	32	7	15	101	0	9	0	0	727
	2	120	231	0	154	90	53	39	6	17	0	112	17	0	0	0	839
	3	0	0	1343	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1365
	4	0	1	0	436	49	6	0	0	0	0	3	24	0	0	0	519
	5	0	0	0	8	118	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	153
	6	0	0	0	2	0	388	75	0	0	0	0	0	0	0	0	465
	7	0	0	0	12	157	218	230	0	0	1	0	0	0	0	0	618
	8	13	0	2	0	0	0	7	56	5	0	72	0	0	0	0	155
	9	0	0	47	0	0	0	0	13	14	0	0	5	0	0	0	79
	10	16	1	0	7	0	0	0	5	0	90	0	3	0	0	0	122
	11	0	0	13	207	80	51	128	2	0	0	1520	1	0	0	0	2002
	12	0	0	15	51	74	0	0	0	0	0	846	70	2	0	0	1058
	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	159	1718	6	0	0	1883
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	86	286	0	0	411
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1608	0	1608
	Tot.	452	233	1420	901	813	729	506	114	43	106	1808	1094	1883	294	1608	12004

	SVM sist. proposto	SVM in Envi
C	1	1
Gamma	0.03125	0.03125
OA	0.765	0.753

TRACCIA ED OBIETTIVI	TEST 5 – CONFRONTO TRA IL SOFTWARE PROPOSTO E SOFTWARE COMMERCIALE ENVI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
IMMAGINI SENTINEL-2	<ul style="list-style-type: none"> • CONFIGURAZIONE 2: 																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
APPROCCIO PROPOSTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="15">GROUND TRUTH</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>Tot.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="16">SOFTWARE - ENVI</td><td>1</td><td>93</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>9</td><td>0</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>109</td></tr> <tr> <td>2</td><td>0</td><td>131</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>12</td><td>3</td><td>8</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>156</td></tr> <tr> <td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>720</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>722</td></tr> <tr> <td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>52</td><td>82</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>136</td></tr> <tr> <td>5</td><td>0</td><td>5</td><td>0</td><td>52</td><td>55</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>113</td></tr> <tr> <td>6</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>135</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>135</td></tr> <tr> <td>7</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>162</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>164</td></tr> <tr> <td>8</td><td>116</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>90</td><td>33</td><td>104</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>343</td></tr> <tr> <td>9</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>13</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>19</td></tr> <tr> <td>10</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>6</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>16</td></tr> <tr> <td>11</td><td>0</td><td>18</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>473</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>495</td></tr> <tr> <td>12</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>30</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>99</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>131</td></tr> <tr> <td>13</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>64</td><td>144</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>209</td></tr> <tr> <td>14</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>194</td><td>0</td><td>0</td><td>194</td></tr> <tr> <td>15</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>718</td><td>718</td><td>3660</td></tr> <tr> <td>Tot.</td><td>214</td><td>159</td><td>720</td><td>134</td><td>139</td><td>136</td><td>162</td><td>99</td><td>66</td><td>126</td><td>481</td><td>165</td><td>146</td><td>195</td><td>718</td><td>3660</td></tr> </tbody> </table>				GROUND TRUTH																	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tot.	SOFTWARE - ENVI	1	93	4	0	0	0	0	0	9	0	3	0	0	0	0	0	109	2	0	131	0	0	2	0	0	0	12	3	8	0	0	0	0	156	3	0	0	720	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	722	4	0	0	0	52	82	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	136	5	0	5	0	52	55	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	113	6	0	0	0	0	0	135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	7	0	0	0	0	0	1	162	0	0	1	0	0	0	0	0	164	8	116	0	0	0	0	0	0	90	33	104	0	0	0	0	0	343	9	1	1	0	0	0	0	0	13	4	0	0	0	0	0	0	19	10	4	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	16	11	0	18	0	0	0	0	0	0	4	473	0	0	0	0	0	495	12	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	99	2	0	0	0	131	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	144	1	0	0	209	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194	0	0	194	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	718	718	3660	Tot.	214	159	720	134	139	136	162	99	66	126	481	165	146	195	718	3660
		GROUND TRUTH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tot.																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
SOFTWARE - ENVI	1	93	4	0	0	0	0	0	9	0	3	0	0	0	0	0	109																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	2	0	131	0	0	2	0	0	0	12	3	8	0	0	0	0	156																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	3	0	0	720	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	722																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	4	0	0	0	52	82	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	136																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	5	0	5	0	52	55	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	113																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	6	0	0	0	0	0	135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	7	0	0	0	0	0	1	162	0	0	1	0	0	0	0	0	164																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	8	116	0	0	0	0	0	0	90	33	104	0	0	0	0	0	343																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	9	1	1	0	0	0	0	0	13	4	0	0	0	0	0	0	19																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	10	4	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	16																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	11	0	18	0	0	0	0	0	0	4	473	0	0	0	0	0	495																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	12	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	99	2	0	0	0	131																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	144	1	0	0	209																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194	0	0	194																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	718	718	3660																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	Tot.	214	159	720	134	139	136	162	99	66	126	481	165	146	195	718	3660																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="15">GROUND TRUTH</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>Tot.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="16">SOFTWARE - PROPOSTO</td><td>1</td><td>87</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>8</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>97</td></tr> <tr> <td>2</td><td>0</td><td>127</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>128</td></tr> <tr> <td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>714</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>718</td></tr> <tr> <td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>67</td><td>26</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>93</td></tr> <tr> <td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>16</td><td>112</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>128</td></tr> <tr> <td>6</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>137</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>137</td></tr> <tr> <td>7</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>162</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>162</td></tr> <tr> <td>8</td><td>104</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>53</td><td>9</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>169</td></tr> <tr> <td>9</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>13</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>13</td></tr> <tr> <td>10</td><td>20</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>19</td><td>4</td><td>123</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>166</td></tr> <tr> <td>11</td><td>3</td><td>32</td><td>0</td><td>49</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>25</td><td>27</td><td>0</td><td>471</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>607</td></tr> <tr> <td>12</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>143</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>147</td></tr> <tr> <td>13</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>21</td><td>147</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>170</td></tr> <tr> <td>14</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>193</td><td>0</td><td>0</td><td>193</td></tr> <tr> <td>15</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>718</td><td>718</td><td>3646</td></tr> <tr> <td>Tot.</td><td>214</td><td>159</td><td>714</td><td>134</td><td>139</td><td>137</td><td>162</td><td>99</td><td>66</td><td>126</td><td>471</td><td>164</td><td>148</td><td>195</td><td>718</td><td>3646</td></tr> </tbody> </table>				GROUND TRUTH																	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tot.	SOFTWARE - PROPOSTO	1	87	0	0	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	0	0	97	2	0	127	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	3	0	0	714	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	718	4	0	0	0	67	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	5	0	0	0	16	112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	6	0	0	0	0	0	137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	7	0	0	0	0	0	0	162	0	0	0	0	0	0	0	0	162	8	104	0	0	0	0	0	0	53	9	3	0	0	0	0	0	169	9	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	13	10	20	0	0	0	0	0	0	19	4	123	0	0	0	0	0	166	11	3	32	0	49	0	0	0	25	27	0	471	0	0	0	0	607	12	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	143	1	0	0	147	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	147	2	0	0	170	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	193	0	0	193	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	718	718	3646	Tot.	214	159	714	134	139	137	162	99	66	126	471	164	148	195	718	3646
		GROUND TRUTH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tot.																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
SOFTWARE - PROPOSTO	1	87	0	0	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	0	0	97																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	2	0	127	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	3	0	0	714	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	718																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	4	0	0	0	67	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	5	0	0	0	16	112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	6	0	0	0	0	0	137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	7	0	0	0	0	0	0	162	0	0	0	0	0	0	0	0	162																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	8	104	0	0	0	0	0	0	53	9	3	0	0	0	0	0	169																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	9	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	13																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	10	20	0	0	0	0	0	0	19	4	123	0	0	0	0	0	166																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	11	3	32	0	49	0	0	0	25	27	0	471	0	0	0	0	607																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	12	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	143	1	0	0	147																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	147	2	0	0	170																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	193	0	0	193																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	718	718	3646																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	Tot.	214	159	714	134	139	137	162	99	66	126	471	164	148	195	718	3646																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
TEST - 1	<ul style="list-style-type: none"> • RISULTATI: 																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
TEST - 2	<p>IN ENTRAMBE LE CONFIGURAZIONI, A PARITÀ DI PARAMETRI, IL SISTEMA PROPOSTO HA RISULTATI DI ACCURATEZZA (LEGGERMENTE) MIGLIORI</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
TEST - 3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
TEST – 4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
TEST - 5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
TEST - 6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
TEST - 7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
TEST - 8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
CONCLUSIONI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
IMMAGINI CLASSIFICATE	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SVM sist. proposto</th> <th>SVM in Envi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Gamma</td> <td>0.03125</td> <td>0.03125</td> </tr> <tr> <td>OA</td> <td>0.896</td> <td>0.843</td> </tr> </tbody> </table>			SVM sist. proposto	SVM in Envi	C	4	4	Gamma	0.03125	0.03125	OA	0.896	0.843																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	SVM sist. proposto	SVM in Envi																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
C	4	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Gamma	0.03125	0.03125																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
OA	0.896	0.843																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				



TRACCIA ED OBIETTIVI	TEST 6 – METRICHE DELLA PREDIZIONE A DUE STEP (“2steps”)																																																																										
IMMAGINI SENTINEL-2	<ul style="list-style-type: none"> OBIETTIVO: INDAGARE DAL PUNTO DI VISTA QUANTITATIVO SE L'IDEA ALLA BASE DELLA PREDIZIONE IN DUE STEP È CONFERMATA 																																																																										
APPROCCIO PROPOSTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="3">ZONE EDIFICATE - STEP 1</th> </tr> <tr> <th></th> <th>precision</th> <th>recall</th> <th>f1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1-Uliveti</td><td>0,9615385</td><td>0,4672897</td><td>0,6289308</td></tr> <tr><td>2-Frutetti</td><td>0,9716312</td><td>0,8616352</td><td>0,9133333</td></tr> <tr><td>3-Vigneti</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>4-Grano</td><td>0,9350649</td><td>0,5373134</td><td>0,6824645</td></tr> <tr><td>5-Foraggio</td><td>1</td><td>0,6906475</td><td>0,8170213</td></tr> <tr><td>6-Leguminose</td><td>1</td><td>0,8540146</td><td>0,9212598</td></tr> <tr><td>7-Ortivi</td><td>0,9876543</td><td>0,9876543</td><td>0,9876543</td></tr> <tr><td>8-Evergreen</td><td>0,3707865</td><td>0,6666667</td><td>0,4765343</td></tr> <tr><td>9-Decidue</td><td>0,4864865</td><td>0,2727273</td><td>0,3495146</td></tr> <tr><td>10-Pini</td><td>0,7202797</td><td>0,8174603</td><td>0,7657993</td></tr> <tr><td>11-Prato</td><td>0,9271654</td><td>1</td><td>0,9622063</td></tr> <tr><td>12-Strade</td><td>0,748503</td><td>0,7621951</td><td>0,755287</td></tr> <tr><td>13-Edifici</td><td>0,7016575</td><td>0,8581081</td><td>0,7720365</td></tr> <tr><td>14-Estrattive</td><td>1</td><td>0,8820513</td><td>0,9373297</td></tr> <tr><td>15-Acqua</td><td>0,8457008</td><td>1</td><td>0,9164008</td></tr> <tr> <td colspan="4">Overall Accuracy = 0,88</td></tr> </tbody> </table>				ZONE EDIFICATE - STEP 1				precision	recall	f1	1-Uliveti	0,9615385	0,4672897	0,6289308	2-Frutetti	0,9716312	0,8616352	0,9133333	3-Vigneti	1	1	1	4-Grano	0,9350649	0,5373134	0,6824645	5-Foraggio	1	0,6906475	0,8170213	6-Leguminose	1	0,8540146	0,9212598	7-Ortivi	0,9876543	0,9876543	0,9876543	8-Evergreen	0,3707865	0,6666667	0,4765343	9-Decidue	0,4864865	0,2727273	0,3495146	10-Pini	0,7202797	0,8174603	0,7657993	11-Prato	0,9271654	1	0,9622063	12-Strade	0,748503	0,7621951	0,755287	13-Edifici	0,7016575	0,8581081	0,7720365	14-Estrattive	1	0,8820513	0,9373297	15-Acqua	0,8457008	1	0,9164008	Overall Accuracy = 0,88			
	ZONE EDIFICATE - STEP 1																																																																										
	precision	recall	f1																																																																								
1-Uliveti	0,9615385	0,4672897	0,6289308																																																																								
2-Frutetti	0,9716312	0,8616352	0,9133333																																																																								
3-Vigneti	1	1	1																																																																								
4-Grano	0,9350649	0,5373134	0,6824645																																																																								
5-Foraggio	1	0,6906475	0,8170213																																																																								
6-Leguminose	1	0,8540146	0,9212598																																																																								
7-Ortivi	0,9876543	0,9876543	0,9876543																																																																								
8-Evergreen	0,3707865	0,6666667	0,4765343																																																																								
9-Decidue	0,4864865	0,2727273	0,3495146																																																																								
10-Pini	0,7202797	0,8174603	0,7657993																																																																								
11-Prato	0,9271654	1	0,9622063																																																																								
12-Strade	0,748503	0,7621951	0,755287																																																																								
13-Edifici	0,7016575	0,8581081	0,7720365																																																																								
14-Estrattive	1	0,8820513	0,9373297																																																																								
15-Acqua	0,8457008	1	0,9164008																																																																								
Overall Accuracy = 0,88																																																																											
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="3">VEGETAZIONE – STEP 2</th> </tr> <tr> <th></th> <th>precision</th> <th>recall</th> <th>f1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1-Uliveti</td><td>0,9121622</td><td>0,6308411</td><td>0,7458564</td></tr> <tr><td>2-Frutetti</td><td>step 1</td><td>step 1</td><td>step 1</td></tr> <tr><td>3-Vigneti</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>4-Grano</td><td>0,9666667</td><td>0,6492537</td><td>0,7767857</td></tr> <tr><td>5-Foraggio</td><td>0,8671329</td><td>0,8920863</td><td>0,8794326</td></tr> <tr><td>6-Leguminose</td><td>1</td><td>0,9635036</td><td>0,9814126</td></tr> <tr><td>7-Ortivi</td><td>1</td><td>0,9506173</td><td>0,9746835</td></tr> <tr><td>8-Evergreen</td><td>0,4965035</td><td>0,7171717</td><td>0,5867769</td></tr> <tr><td>9-Decidue</td><td>step 1</td><td>step 1</td><td>step 1</td></tr> <tr><td>10-Pini</td><td>0,8870968</td><td>0,8730159</td><td>0,88</td></tr> <tr><td>11-Prato</td><td>step 1</td><td>step 1</td><td>step 1</td></tr> <tr><td>12-Strade</td><td>step 1</td><td>step 1</td><td>step 1</td></tr> <tr><td>13-Edifici</td><td>step 1</td><td>step 1</td><td>step 1</td></tr> <tr><td>14-Estrattive</td><td>step 1</td><td>step 1</td><td>step 1</td></tr> <tr><td>15-Acqua</td><td>0,9031447</td><td>1</td><td>0,9491077</td></tr> <tr> <td colspan="4">Overall Accuracy = 0,92</td></tr> </tbody> </table>				VEGETAZIONE – STEP 2				precision	recall	f1	1-Uliveti	0,9121622	0,6308411	0,7458564	2-Frutetti	step 1	step 1	step 1	3-Vigneti	1	1	1	4-Grano	0,9666667	0,6492537	0,7767857	5-Foraggio	0,8671329	0,8920863	0,8794326	6-Leguminose	1	0,9635036	0,9814126	7-Ortivi	1	0,9506173	0,9746835	8-Evergreen	0,4965035	0,7171717	0,5867769	9-Decidue	step 1	step 1	step 1	10-Pini	0,8870968	0,8730159	0,88	11-Prato	step 1	step 1	step 1	12-Strade	step 1	step 1	step 1	13-Edifici	step 1	step 1	step 1	14-Estrattive	step 1	step 1	step 1	15-Acqua	0,9031447	1	0,9491077	Overall Accuracy = 0,92			
	VEGETAZIONE – STEP 2																																																																										
	precision	recall	f1																																																																								
1-Uliveti	0,9121622	0,6308411	0,7458564																																																																								
2-Frutetti	step 1	step 1	step 1																																																																								
3-Vigneti	1	1	1																																																																								
4-Grano	0,9666667	0,6492537	0,7767857																																																																								
5-Foraggio	0,8671329	0,8920863	0,8794326																																																																								
6-Leguminose	1	0,9635036	0,9814126																																																																								
7-Ortivi	1	0,9506173	0,9746835																																																																								
8-Evergreen	0,4965035	0,7171717	0,5867769																																																																								
9-Decidue	step 1	step 1	step 1																																																																								
10-Pini	0,8870968	0,8730159	0,88																																																																								
11-Prato	step 1	step 1	step 1																																																																								
12-Strade	step 1	step 1	step 1																																																																								
13-Edifici	step 1	step 1	step 1																																																																								
14-Estrattive	step 1	step 1	step 1																																																																								
15-Acqua	0,9031447	1	0,9491077																																																																								
Overall Accuracy = 0,92																																																																											
TEST - 1	<ul style="list-style-type: none"> RISULTATI: COME SI EVINCE DAI DATI, UTILIZZANDO SOLO FEATURES «NON-VEGETATIVE», SI HANNO VALORI ALTI DI F1-SCORE PER LE CORRISPETTIVE CLASSI. 																																																																										
TEST - 2	<ul style="list-style-type: none"> LO STESSO VALE PER LE FEATURES “VEGETATIVE”. 																																																																										
TEST - 3	<ul style="list-style-type: none"> NOTA BENE: LE CLASSI “2” E “9” RAPPRESENTANO UN’ECCEZIONE 																																																																										
TEST – 4																																																																											
TEST - 5																																																																											
TEST - 6																																																																											
TEST - 7																																																																											
TEST - 8																																																																											
CONCLUSIONI																																																																											
IMMAGINI CLASSIFICATE																																																																											

masking



TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

TEST 7 – METRICHE DELLA PREDIZIONE «all»

- OBIETTIVO: ANALIZZARE DAL PUNTO DI VISTA QUANTITATIVO LE METRICHE LEGATE AD UNA PREDIZIONE BASATA SU TUTTI GLI INDICI

	ALL		
	precision	recall	f1
1-Uliveti	0,9632353	0,6121495	0,7485714
2-Frutetti	0,9858156	0,8742138	0,9266667
3-Vigneti	0,9986014	1	0,9993002
4-Grano	0,9230769	0,7164179	0,8067227
5-Foraggio	0,9440559	0,971223	0,9574468
6-Leguminose	1	1	1
7-Ortivi	1	0,9814815	0,9906542
8-Evergreen	0,4746835	0,7575758	0,5836576
9-Decidue	0,5135135	0,2878788	0,368932
10-Pini	0,777027	0,9126984	0,8394161
11-Prato	0,9363817	1	0,9671458
12-Strade	0,7149758	0,902439	0,7978437
13-Edifici	0,7763158	0,7972973	0,7866667
14-Estrattive	1	0,9076923	0,9516129
15-Acqua	0,9849108	1	0,9923981
Overall Accuracy = 0,92			

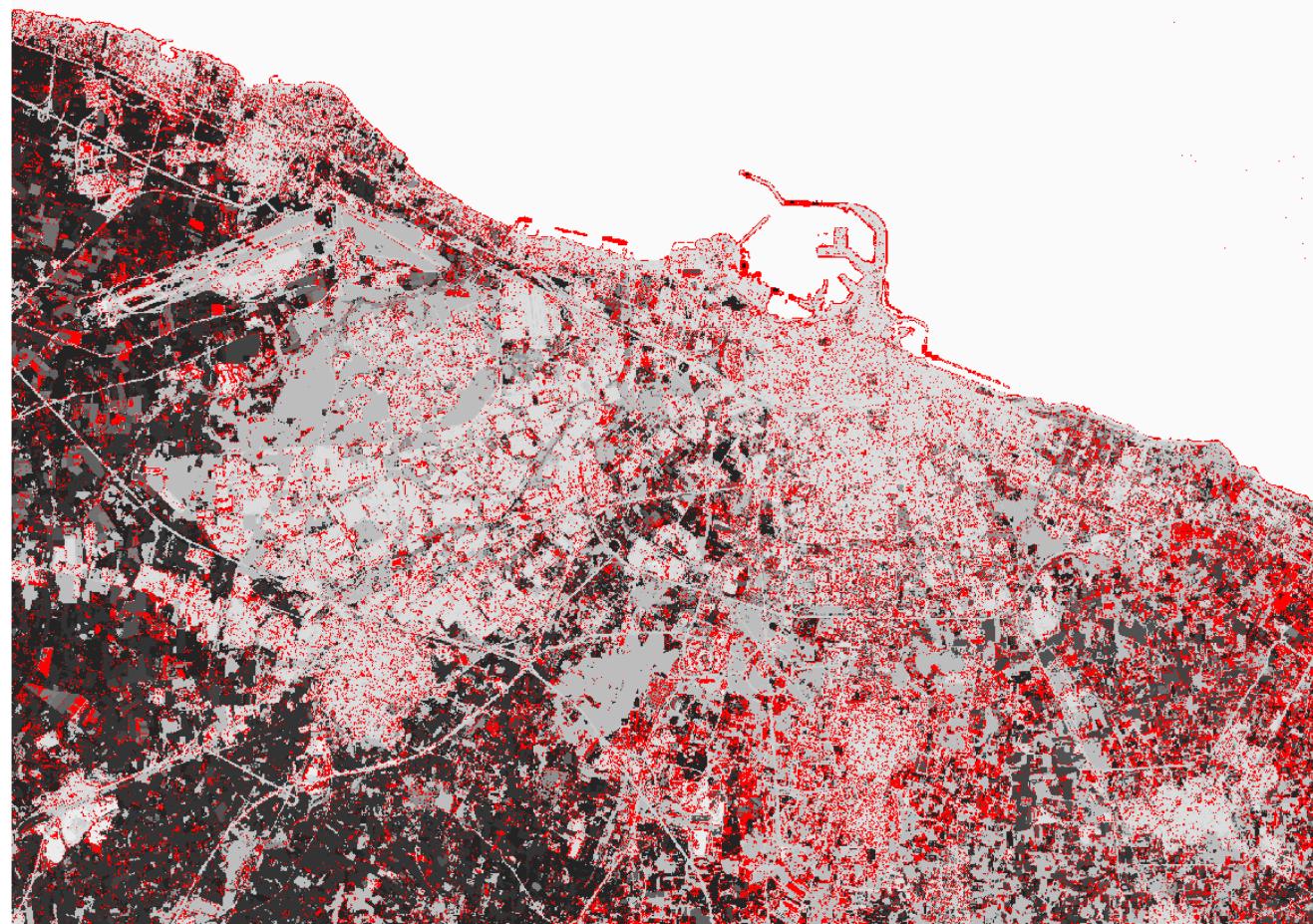
	ZONE EDIFICATE - STEP 1	VEGETAZIONE - STEP 2	ALL
	f1 - score	f1 - score	f1 - score
1-Uliveti	step 2	0,7458564	0,7485714
2-Frutetti	0,9133333	step 1	0,9266667
3-Vigneti	step 2	1	0,9993002
4-Grano	step 2	0,7767857	0,8067227
5-Foraggio	step 2	0,8794326	0,9574468
6-Leguminose	step 2	0,9814126	1
7-Ortivi	step 2	0,9746835	0,9906542
8-Evergreen	step 2	0,5867769	0,5836576
9-Decidue	0,3495146	step 1	0,368932
10-Pini	step 2	0,88	0,8394161
11-Prato	0,9622063	step 1	0,9671458
12-Strade	0,755287	step 1	0,7978437
13-Edifici	0,7720365	step 1	0,7866667
14-Estrattive	0,9373297	step 1	0,9516129
15-Acqua	step 2	0,9491077	0,9923981



- RISULTATO IMPORTANTE: LA PREDIZIONE EFFETTUATA UTILIZZANDO TUTTI GLI INDICI, È, DAL PUNTO DI VISTA DI METRICHE, MIGLIORE RISPETTO A QUELLA EFFETTUATA CON 2-STEPS

TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

CONFRONTO VISIVO TRA «2-steps» E «all»



TRACCIA ED OBIETTIVI	TEST 8 – CONFRONTO TRA KERNEL “LINEARE” E “RADIALE”																																																																																											
IMMAGINI SENTINEL-2	<ul style="list-style-type: none"> OBIETTIVO: CONFRONTO QUANTITATIVO TRA IL KERNEL «<i>radial</i>» E QUELLO «<i>linear</i>» 																																																																																											
APPROCCIO PROPOSTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">RADIAL KERNEL</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Number of Features</th> </tr> <tr> <th></th> <th>6</th> <th>10</th> <th>40</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kernel Parameters</td> <td>C, $\gamma = 1 10000$</td> <td>C, $\gamma = 1 1000$</td> <td>C, $\gamma = 1 10$</td> </tr> <tr> <td>Time Tuning</td> <td>18531 s (5h)</td> <td>21015 s (6h)</td> <td>43464 s (12h)</td> </tr> <tr> <td>O. Accuracy</td> <td>0,754</td> <td>0,769</td> <td>0,752</td> </tr> <tr> <td></td> <td><i>f1-score</i></td> <td><i>f1-score</i></td> <td><i>f1-score</i></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.4594595</td> <td>0.49180328</td> <td>0.42704626</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.8933333</td> <td>0.89902280</td> <td>0.86101695</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.8575458</td> <td>0.87937188</td> <td>0.92072323</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.1283422</td> <td>0.35838150</td> <td>0.30487805</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.3141762</td> <td>0.44255319</td> <td>0.65137615</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.7970480</td> <td>0.82352941</td> <td>0.90969900</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.6785714</td> <td>0.67966574</td> <td>0.99386503</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.1654135</td> <td>0.08178439</td> <td>0.09022556</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.1839080</td> <td>0.20930233</td> <td>0.11428571</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.9960159</td> <td>1</td> <td>0.99604743</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.8817829</td> <td>0.90837438</td> <td>0.86876155</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.3259669</td> <td>0.32771084</td> <td>0.56321839</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.6247191</td> <td>0.63513514</td> <td>0.41219158</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.8187135</td> <td>0.76780186</td> <td>0.76875000</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.9958275</td> <td>0.99721448</td> <td>0.84473049</td> </tr> </tbody> </table>						RADIAL KERNEL			Number of Features				6	10	40	Kernel Parameters	C, $\gamma = 1 10000$	C, $\gamma = 1 1000$	C, $\gamma = 1 10$	Time Tuning	18531 s (5h)	21015 s (6h)	43464 s (12h)	O. Accuracy	0,754	0,769	0,752		<i>f1-score</i>	<i>f1-score</i>	<i>f1-score</i>		0.4594595	0.49180328	0.42704626		0.8933333	0.89902280	0.86101695		0.8575458	0.87937188	0.92072323		0.1283422	0.35838150	0.30487805		0.3141762	0.44255319	0.65137615		0.7970480	0.82352941	0.90969900		0.6785714	0.67966574	0.99386503		0.1654135	0.08178439	0.09022556		0.1839080	0.20930233	0.11428571		0.9960159	1	0.99604743		0.8817829	0.90837438	0.86876155		0.3259669	0.32771084	0.56321839		0.6247191	0.63513514	0.41219158		0.8187135	0.76780186	0.76875000		0.9958275	0.99721448	0.84473049
RADIAL KERNEL																																																																																												
Number of Features																																																																																												
	6	10	40																																																																																									
Kernel Parameters	C, $\gamma = 1 10000$	C, $\gamma = 1 1000$	C, $\gamma = 1 10$																																																																																									
Time Tuning	18531 s (5h)	21015 s (6h)	43464 s (12h)																																																																																									
O. Accuracy	0,754	0,769	0,752																																																																																									
	<i>f1-score</i>	<i>f1-score</i>	<i>f1-score</i>																																																																																									
	0.4594595	0.49180328	0.42704626																																																																																									
	0.8933333	0.89902280	0.86101695																																																																																									
	0.8575458	0.87937188	0.92072323																																																																																									
	0.1283422	0.35838150	0.30487805																																																																																									
	0.3141762	0.44255319	0.65137615																																																																																									
	0.7970480	0.82352941	0.90969900																																																																																									
	0.6785714	0.67966574	0.99386503																																																																																									
	0.1654135	0.08178439	0.09022556																																																																																									
	0.1839080	0.20930233	0.11428571																																																																																									
	0.9960159	1	0.99604743																																																																																									
	0.8817829	0.90837438	0.86876155																																																																																									
	0.3259669	0.32771084	0.56321839																																																																																									
	0.6247191	0.63513514	0.41219158																																																																																									
	0.8187135	0.76780186	0.76875000																																																																																									
	0.9958275	0.99721448	0.84473049																																																																																									
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">LINEAR KERNEL</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Number of Features</th> </tr> <tr> <th></th> <th>6</th> <th>10</th> <th>40</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kernel Parameters</td> <td>C = 1000</td> <td>C = 10000</td> <td>C = 1000</td> </tr> <tr> <td>Time Tuning</td> <td>2748 s (45 min)</td> <td>3042 s (50 min)</td> <td>4614 s (1h 10min)</td> </tr> <tr> <td>O. Accuracy</td> <td>0,753</td> <td>0,796</td> <td>0,865</td> </tr> <tr> <td></td> <td><i>f1-score</i></td> <td><i>f1-score</i></td> <td><i>f1-score</i></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.5527066</td> <td>0.5352941</td> <td>0.7425743</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.8599349</td> <td>0.8273616</td> <td>0.8389262</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.7833698</td> <td>0.8581081</td> <td>0.9106029</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.2692308</td> <td>0.3615819</td> <td>0.7426160</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.4857143</td> <td>0.6355140</td> <td>0.8510638</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.8657718</td> <td>0.8600000</td> <td>0.9152542</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.7874016</td> <td>0.7867868</td> <td>0.9559748</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.1132075</td> <td>0.1340782</td> <td>0.3419689</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.3218391</td> <td>0.2380952</td> <td>0.2337662</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0.9921260</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.9161793</td> <td>0.9251969</td> <td>0.9290709</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.2356021</td> <td>0.3921569</td> <td>0.4329897</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.5975104</td> <td>0.6882793</td> <td>0.7124682</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.5766423</td> <td>0.7313916</td> <td>0.9351351</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.9986053</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>						LINEAR KERNEL			Number of Features				6	10	40	Kernel Parameters	C = 1000	C = 10000	C = 1000	Time Tuning	2748 s (45 min)	3042 s (50 min)	4614 s (1h 10min)	O. Accuracy	0,753	0,796	0,865		<i>f1-score</i>	<i>f1-score</i>	<i>f1-score</i>		0.5527066	0.5352941	0.7425743		0.8599349	0.8273616	0.8389262		0.7833698	0.8581081	0.9106029		0.2692308	0.3615819	0.7426160		0.4857143	0.6355140	0.8510638		0.8657718	0.8600000	0.9152542		0.7874016	0.7867868	0.9559748		0.1132075	0.1340782	0.3419689		0.3218391	0.2380952	0.2337662		1	1	0.9921260		0.9161793	0.9251969	0.9290709		0.2356021	0.3921569	0.4329897		0.5975104	0.6882793	0.7124682		0.5766423	0.7313916	0.9351351		0.9986053	1	1
LINEAR KERNEL																																																																																												
Number of Features																																																																																												
	6	10	40																																																																																									
Kernel Parameters	C = 1000	C = 10000	C = 1000																																																																																									
Time Tuning	2748 s (45 min)	3042 s (50 min)	4614 s (1h 10min)																																																																																									
O. Accuracy	0,753	0,796	0,865																																																																																									
	<i>f1-score</i>	<i>f1-score</i>	<i>f1-score</i>																																																																																									
	0.5527066	0.5352941	0.7425743																																																																																									
	0.8599349	0.8273616	0.8389262																																																																																									
	0.7833698	0.8581081	0.9106029																																																																																									
	0.2692308	0.3615819	0.7426160																																																																																									
	0.4857143	0.6355140	0.8510638																																																																																									
	0.8657718	0.8600000	0.9152542																																																																																									
	0.7874016	0.7867868	0.9559748																																																																																									
	0.1132075	0.1340782	0.3419689																																																																																									
	0.3218391	0.2380952	0.2337662																																																																																									
	1	1	0.9921260																																																																																									
	0.9161793	0.9251969	0.9290709																																																																																									
	0.2356021	0.3921569	0.4329897																																																																																									
	0.5975104	0.6882793	0.7124682																																																																																									
	0.5766423	0.7313916	0.9351351																																																																																									
	0.9986053	1	1																																																																																									
TEST - 1																																																																																												
TEST - 2																																																																																												
TEST - 3																																																																																												
TEST – 4																																																																																												
TEST - 5																																																																																												
TEST - 6																																																																																												
TEST - 7																																																																																												
TEST - 8																																																																																												
CONCLUSIONI																																																																																												
IMMAGINI CLASSIFICATE																																																																																												

TRACCIA ED OBIETTIVI	TEST 8 – CONFRONTO TRA KERNEL “LINEARE” E “RADIALE”									
IMMAGINI SENTINEL-2	K-BANDS (K=3)		ALL		2-STEPS					
	Overall Accuracy	0,524	0,839	Overall Accuracy	0,919	0,953	Overall Accuracy	0,877	0,923	
	f1-score	0.4647887	0.8366013	f1-score	0.7485714	0.7904762	f1-score	0.6289308	0.7216495	
	0.9003436	0.8965517	0.9266667	0.8695652	0.9133333	0.8126984	f1-score	1	0.9965108	
	0.8283582	0.8977901	0.9993002	0.9958042	0.6824645	0.9541985	f1-score	0.170213	1	
	0.1720430	0.5454545	0.8067227	0.9962825	0.8170213	0.9963636	f1-score	0.9212598	0.9963636	
	0.2439024	0.2666667	0.9574468	0.9963899	0.9876543	1	f1-score	0.4765343	0.4657534	
	0.5365854	0.9060403	1	1	0.3495146	0.4299065	f1-score	0.7657993	0.8301887	
	0.6022305	0.6262626	0.9906542	1	0.9622063	0.9661538	f1-score	0.7552870	0.8640483	
	0.1709402	0.1391304	0.5836576	0.7373272	0.7720365	0.8641975	f1-score	0.9373297	0.9166667	
TEST - 1	NaN	0.1666667	0.3689320	0.5294118	0.9164008	1	f1-score			
TEST - 2	0.1333333	0.9838710	0.8394161	0.9723320	TEST - 3					
TEST - 4	0.8971554	0.9427136	0.9671458	0.9651639	TEST - 5					
TEST - 5	0.5776173	0.4660194	0.7978437	0.9473684	TEST - 6					
TEST - 6	0.1621321	0.7552083	0.7866667	0.9079365	TEST - 7					
TEST - 7	0.6315789	0.9974293	0.9516129	0.9655172	TEST - 8					
TEST - 8	0.5010438	1	0.9923981	1	CONCLUSIONI					
CONCLUSIONI					IMMAGINI CLASSIFICATE					

- **RISULTATO 1: DAL PUNTO DI VISTA QUANTITATIVO IL KERNEL «LINEAR» HA MIGLIORI PRESTAZIONI**
- **RISULTATO 2: TEMPI COMPUTAZIONALI NOTEVOLEMENTE RIDOTTI**
- **RISULTATO 3: TUNING DI UN SOLO PARAMETRO (C = costo)**

TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

CONCLUSIONI

- CONCLUSIONI:
 1. ***CONFERMATA LA TESI PER CUI L'ALGORITMO SVM OTTIENE OTTIME PRESTAZIONI ANCHE IN PRESENZA DI POCHI DATI DI TRAINING (0,46% del totale)***
 2. ***SISTEMA PROPOSTO CON PRESTAZIONI (LEGGERMENTE) MIGLIORI RISPETTO AL SOFTWARE COMMERCIALE ENVI***
 3. ***RGTsvm***
 - *Migliori prestazioni computazionali*
 - *Affidabilità minore rispetto a libreria ufficiali (repository CRAN)*
 4. ***CONFERMA DELLA TESI SUPPORTATA IN LETTURATURA PER CUI IN DETERMINATE OCCASIONI È CONSIGLIATO USARE UN KERNEL DI TIPO LINEARE***
 5. ***MIGLIORE VARIANTE DEL SISTEMA: "all" + "kernel linear"***
- CRITICITÀ: NUMERO DI «GROUND TRUTH» A DISPOSIZIONE

TRACCIA ED
OBIETTIVI

IMMAGINI
SENTINEL-2

APPROCCIO
PROPOSTO

OTTIMIZZAZIONE
DEL SISTEMA

TEST - 1

TEST - 2

TEST - 3

TEST - 4

TEST - 5

TEST - 6

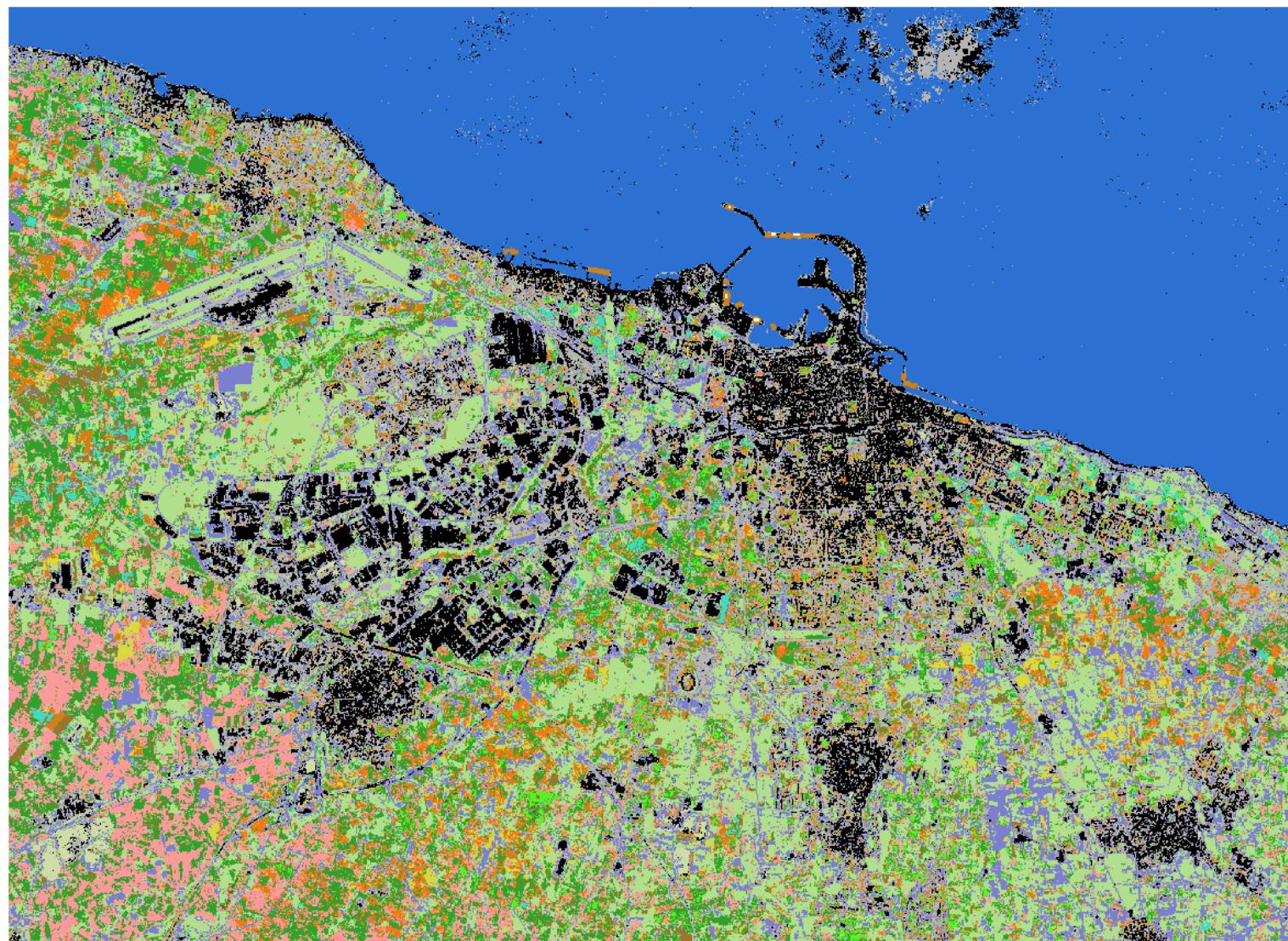
TEST - 7

TEST - 8

CONCLUSIONI

IMMAGINI
CLASSIFICATE

IMMAGINE CLASSIFICATA – VERSIONE «K-BANDS» (K=3) – LINEAR



TRACCIA ED
OBIETTIVI

IMMAGINI
SENTINEL-2

APPROCCIO
PROPOSTO

OTTIMIZZAZIONE
DEL SISTEMA

TEST - 1

TEST - 2

TEST - 3

TEST - 4

TEST - 5

TEST - 6

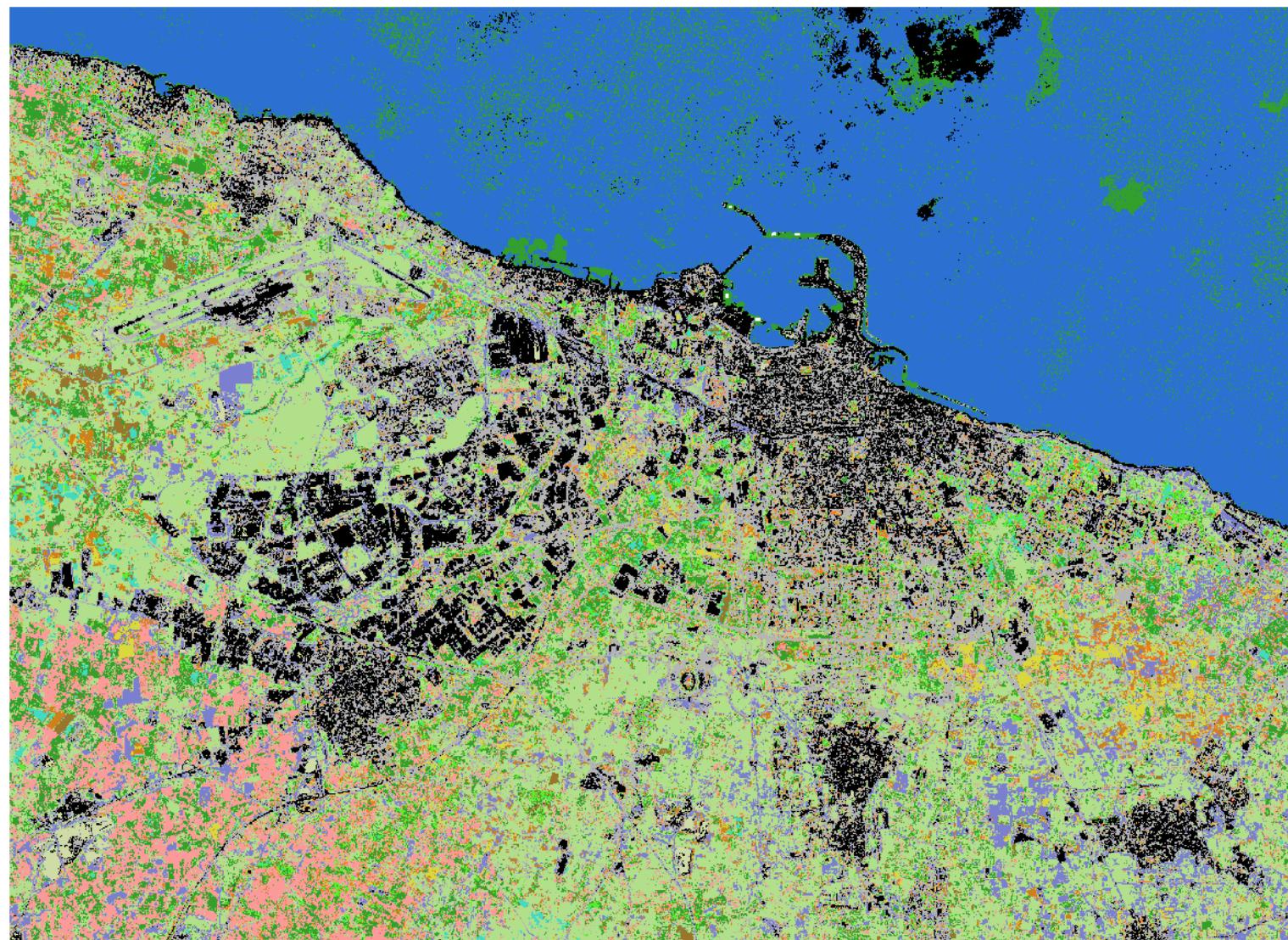
TEST - 7

TEST - 8

CONCLUSIONI

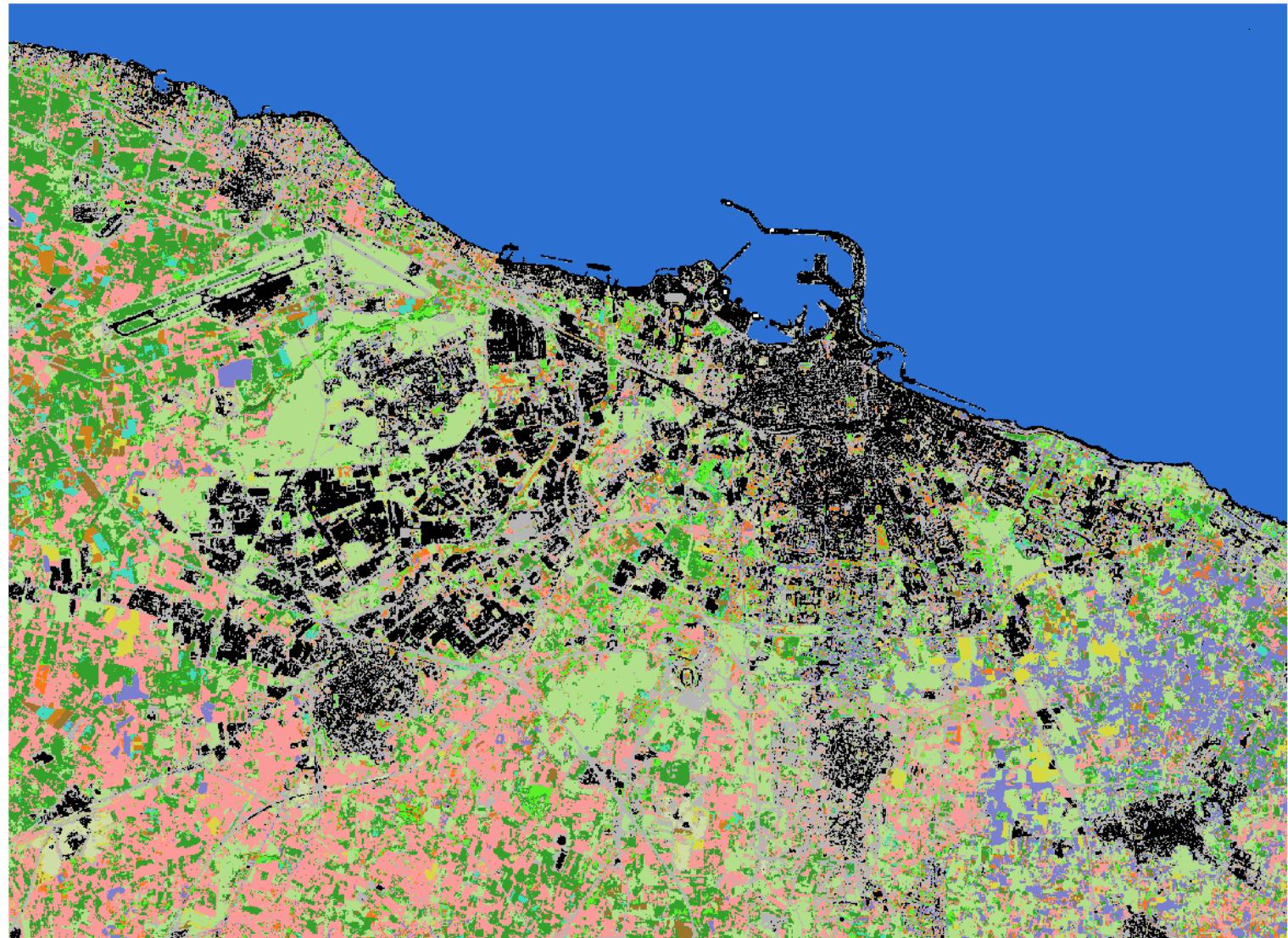
IMMAGINI
CLASSIFICATE

IMMAGINE CLASSIFICATA – VERSIONE «K-BANDS» (K=3) – RADIAL



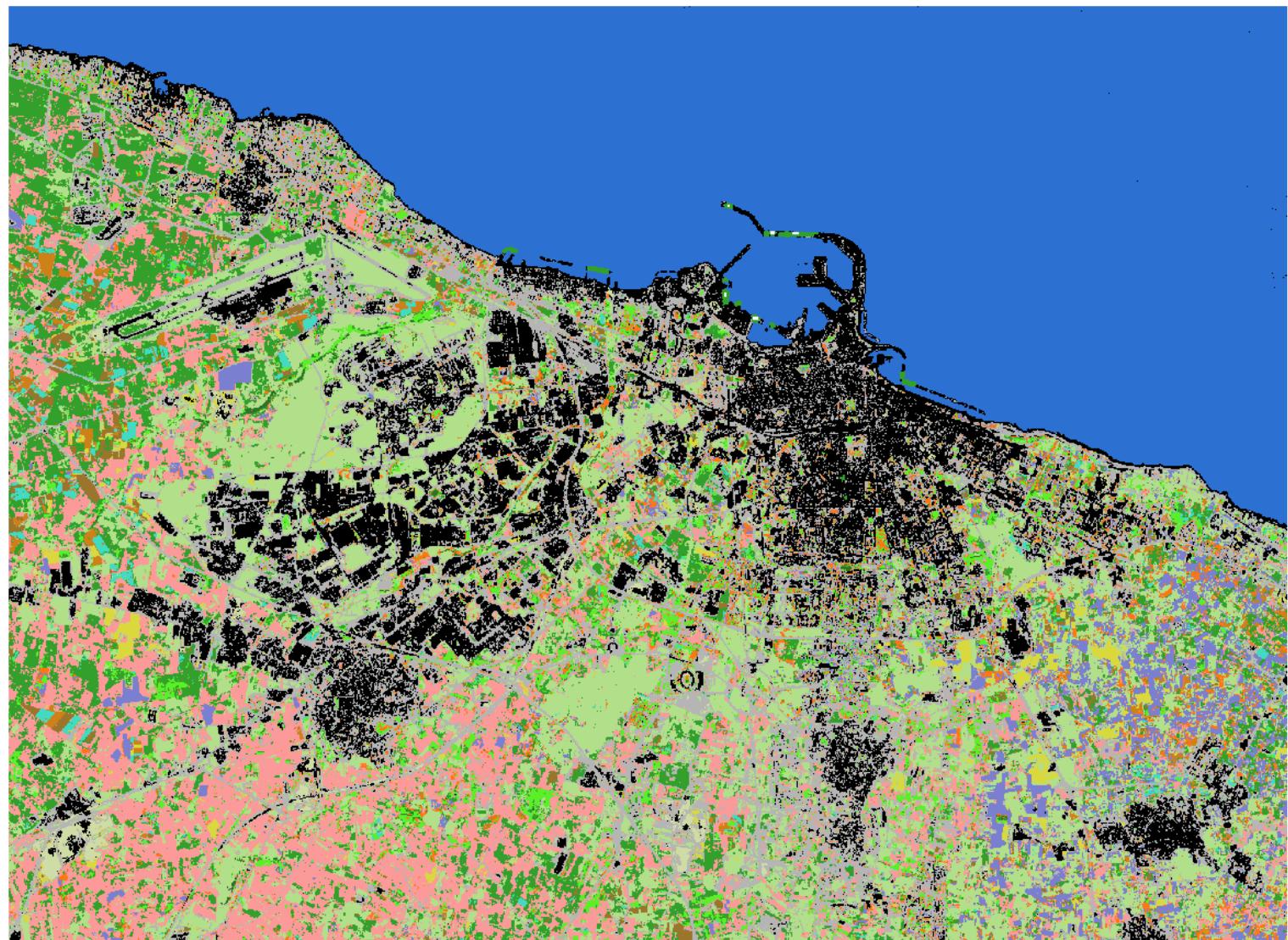
TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

IMMAGINE CLASSIFICATA – VERSIONE «ALL» – LINEAR



TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

IMMAGINE CLASSIFICATA – VERSIONE «ALL» – RADIAL



TRACCIA ED
OBIETTIVI

IMMAGINI
SENTINEL-2

APPROCCIO
PROPOSTO

OTTIMIZZAZIONE
DEL SISTEMA

TEST - 1

TEST - 2

TEST - 3

TEST - 4

TEST - 5

TEST - 6

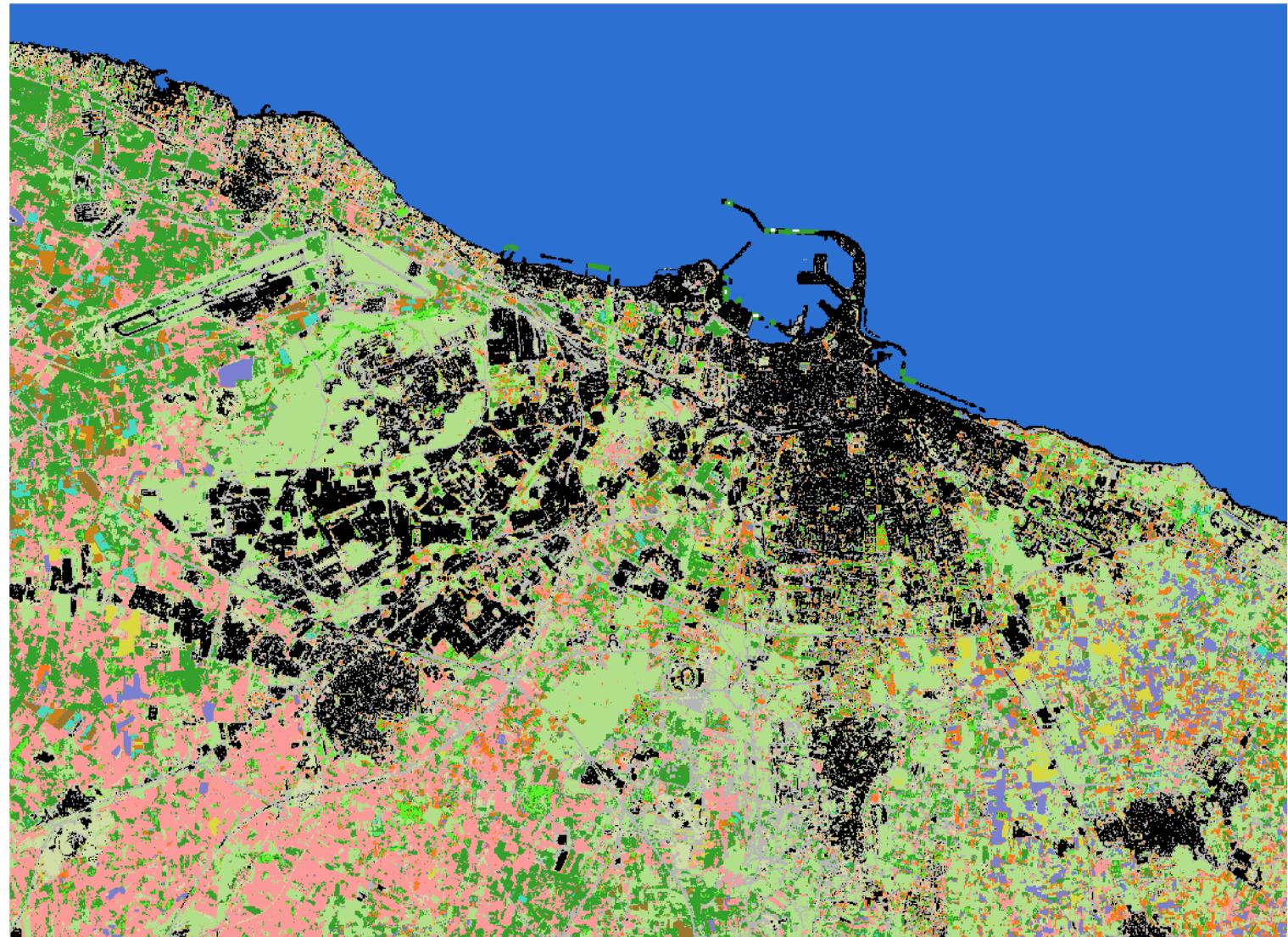
TEST - 7

TEST - 8

CONCLUSIONI

IMMAGINI
CLASSIFICATE

IMMAGINE CLASSIFICATA – VERSIONE «2-STEPS» – RADIAL



TRACCIA ED OBIETTIVI
IMMAGINI SENTINEL-2
APPROCCIO PROPOSTO
OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA
TEST - 1
TEST - 2
TEST - 3
TEST - 4
TEST - 5
TEST - 6
TEST - 7
TEST - 8
CONCLUSIONI
IMMAGINI CLASSIFICATE

IMMAGINE CLASSIFICATA – VERSIONE «2-STEPS» – LINEAR

