



ARPAL

Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente ligure



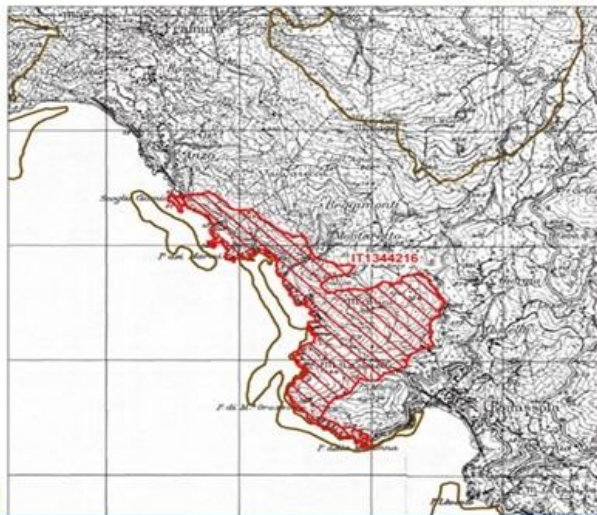
Programma di Sviluppo Rurale 2014 – 2020

«Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale:
l'Europa investe nelle zone rurali»
Sottomisura 7.1 – Piani di Tutela e Gestione dei
siti natura 2000

Ente di Gestione
Provincia della Spezia

Redazione Piano
Temi s.r.l.

Supporto tecnico-scientifico
Temi s.r.l.



Piano di Gestione Zona Speciale di
Conservazione

**Costa di Bonassola –
Framura
IT1344216**

Coordinamento generale
Nori Emili, Mimma Garbini, Eleonora
Landini, Milena Baruffetti

Coordinamento tecnico-operativo
Alessandro Bardi (Temi)



OO

QI

QC

PROVINCIA
DELLA
SPEZIA



ALLEGATI

Aspetti naturalistici

Emiliano Agrillo, Marco Massimi, Marco Di Domenico, Nicola
Polisciano, Ivan Di Già, Enrico Calvario, Simone Martinelli,
Francesco Paolo Pinchera, Andrea Toccaceli

Quadro geologico

Pietro Accolti Gil

Inquadramento storico-architettonico

Alessandro Bardi

Cartografia e GIS

Cecilia Bacchetti, Fabio Papini, Andrea Toccaceli

Aspetti pianificatori, urbanistici, valutazione di incidenza

Fabio Sammiceli, Alessandro Bardi, Enrico Calvario

Quadro economico e percorsi partecipativi

Marco Nuccorini, Alessandro Bardi



**Piano di Gestione della Zona Speciale di Conservazione Costa di Bonassola – Framura (IT1344216) -
ALLEGATI**

ELENCO ALLEGATI

1	Elenco floristico	1
2	Elenco faunistico.....	5
3	Rilievi fitosociologici	7
4	Ortofoto digitali a colori e mappa con bande multispettrali.....	14
4.1	Metodo di acquisizione:.....	14
4.2	Ortofoto digitali a colori.....	16
4.3	Rilievo multispettrale tramite l'utilizzo di droni	18

1 Elenco floristico

Acacia dealbata Link
Agave americana L.
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle
Anagallis arvensis L. s.l.
Allium carinatum L. s.l.
Allium carinatum L. subsp. *pulchellum* Bonnier & Layens
Allium sphaerocephalon L.
Alnus glutinosa (L.) Gaertn.
Aloë arborescens Mill.
Ampelodesmos mauritanicus (Poir.) T. Durand & Schinz
Arbutus unedo L.
Arisarum vulgare Targ. Tozz.
Armeria arenaria (Pers.) Schult. in Roem. & Schult. subsp. *arenaria*
Arundo donax L.
Asparagus acutifolius L.
Asperula aristata L. f. s.l.
Asperula purpurea (L.) Ehrend. s.l.
Asplenium onopteris L.
Asplenium trichomanes L. subsp. *quadrivalens* D.E. Mey.
Bellis sylvestris Cirillo
Bituminaria bituminosa (L.) C.H. Stirt.
Bothriochloa ischaemum (L.) Keng
Brachypodium rupestre (Host) Roem. & Schult.
Bromus erectus Huds. s.l.
Buxus sempervirens L.
Calamintha nepeta (L.) Savi s.l.
Calicotome spinosa (L.) Link
Calicotome villosa (Poir.) Link
Calluna vulgaris (L.) Hull
Campanula medium L.
Cardamine plumieri Vill.
Carex humilis Leyss.
Catapodium rigidum (L.) C.E. Hubb. ex Dony s.l.
Centaurea aplolepa Moretti subsp. *levantina* (Arrigoni) Greuter
Centaurea paniculata L. subsp. *ligustica* (Gremli ex Briq.) Arrigoni
Centaurea paniculata L. subsp. *lunensis* (Fiori) Arrigoni
Centaurium erythraea Rafn s.l.
Ceterach officinarum Willd. subsp. *officinarum*
Chamaesyce maculata (L.) Small
Chamaesyce prostrata (Aiton) Small
Cistus monspeliensis L.
Cistus salviifolius L.
Clematis vitalba L.
Crithmum maritimum L.
Dactylis glomerata L. s.l.

ALLEGATI

Dactylis glomerata L. subsp. *hispanica* (Roth) Nyman
Daphne gnidium L.
Daucus carota L. s.l.
Daucus carota L. subsp. *hispanicus* (Gouan) Thell.
Dianthus balbisii Ser. s.l.
Dianthus sylvestris Wulfen s.l.
Digitaria sanguinalis (L.) Scop. s.l.
Dittrichia viscosa (L.) Greuter s.l.
Dorycnium hirsutum (L.) Ser.
Emerus majus Mill. s.l.
Erica arborea L.
Erigeron sumatrensis Retz.
Euphorbia characias L.
Euphorbia dendroides L.
Euphorbia seguieriana Neck. subsp. *seguieriana*
Euphorbia spinosa L. subsp. *ligustica* (Fiori) Pignatti
Festuca robustifolia Markgr.-Dann.
Foeniculum vulgare Mill.
Fraxinus ornus L. subsp. *ornus*
Fumana ericoides (Cav.) Gand.
Galium corrudifolium Vill.
Galium lucidum All. s.l.
Galium mollugo L. subsp. *erectum* Syme
Galium rotundifolium L. subsp. *rotundifolium*
Genista desoleana Vals.
Genista januensis Viv.
Genista pilosa L.
Genista tinctoria L.
Hedera helix L. subsp. *helix*
Helichrysum italicum (Roth) G. Don subsp. *italicum*
Helichrysum stoechas (L.) Moench
Heteropogon contortus (L.) P. Beauv.
Hippocrepis comosa L. subsp. *comosa*
Hylotelephium maximum (L.) Holub
Hyoseris radiata L. subsp. *radiata*
Hyparrhenia hirta (L.) Stapf subsp. *hirta*
Hypochaeris achyrophorus L.
Iberis umbellata L.
Isatis tinctoria L. subsp. *tinctoria*
Juniperus oxycedrus L. s.l.
Lathyrus sylvestris L. subsp. *sylvestris*
Lavandula stoechas L. subsp. *stoechas*
Limodorum abortivum (L.) Sw.
Linum trigynum L.
Luzula forsteri (Sm.) DC.
Matthiola incana (L.) R. Br. s.l.
Melica arrecta Kuntze
Minuartia laricifolia (L.) Schinz & Thell. subsp. *ophiolitica* Pignatti

ALLEGATI

Myrtus communis L. s.l.
Notholaena marantae (L.) Desv. subsp. *marantae*
Odontites luteus (L.) Clairv.
Opuntia ficus-indica (L.) Mill.
Parietaria judaica L.
Parthenocissus quinquefolia (L.) Planch.
Passiflora coerulea L.
Peucedanum officinale L. subsp. *officinale*
Peucedanum oreoselinum (L.) Moench
Phagnalon saxatile (L.) Cass.
Phillyrea latifolia L.
Phleum hirsutum Honck. subsp. *ambiguum* (Ten.) Tzvelev
Pinus halepensis Mill.
Pinus pinaster Aiton s.l.
Piptatherum miliaceum (L.) Coss. subsp. *thomasi* (Duby) Freitag
Pistacia lentiscus L.
Pistacia terebinthus L. subsp. *terebinthus*
Pittosporum tobira (Thunb.) W.T. Aiton
Plantago maritima L. subsp. *serpentina* (All.) Arcang.
Prospero autumnale (L.) Speta subsp. *autumnale*
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn subsp. *aquilinum*
Pulicaria odora (L.) Rchb.
Quercus ilex L. subsp. *ilex*
Reichardia picroides (L.) Roth
Rhamnus alaternus L. subsp. *alaternus*
Rosa sempervirens L.
Rubia peregrina L. s.l.
Rubus ulmifolius Schott
Ruscus aculeatus L.
Ruta angustifolia Pers.
Ruta chalepensis L.
Santolina ligustica Arrigoni
Saponaria ocymoides L. s.l.
Satureja montana L. s.l.
Satureja montana L. subsp. *montana*
Scabiosa uniseta Savi
Scirpoides holoschoenus (L.) Soják
Scrophularia canina L. s.l.
Sedum dasyphyllum L.
Sedum rupestre L. s.l.
Selaginella denticulata (L.) Spring
Senecio gibbosus (Guss.) DC. s.l.
Sesamoides interrupta (Boreau) G. López
Silene italica (L.) Pers. s.l.
Smilax aspera L.
Sonchus oleraceus L.
Spartium junceum L.
Stachys recta L. subsp. *recta*

**Piano di Gestione della Zona Speciale di Conservazione Costa di Bonassola – Framura (IT1344216) -
ALLEGATI**

Stachelina dubia L.
Symphotrichum squamatum (Spreng) G.L.Nesom
Tanacetum corymbosum (L.) Sch. Bip. s.l.
Teucrium chamaedrys L. s.l.
Teucrium flavum L. s.l.
Teucrium flavum L. subsp. *flavum*
Teucrium montanum L.
Thymus pulegioides L. s.l.
Thymus vulgaris L. subsp. *vulgaris*
Trifolium arvense L. subsp. *arvense*
Viburnum tinus L. subsp. *tinus*

2 Elenco faunistico


Accipiter nisus
Aegithalos caudatus
Apus apus
Athene noctua
Bryaxis italicus
Buteo buteo
Caprimulgus europaeus
Carduelis carduelis
Carduelis chloris
Carduelis spinus
Certhia brachydactyla
Chalcides chalcides
Charaxes jasio
Cochlodina bidens
Columba palumbus
Corvus corone
Cuculus canorus
Erithacus rubecula
Euplagia quadripunctata
Falco tinnunculus
Fringilla coelebs
Garrulus glandarius
Gonepteryx cleopatra
Hyla meridionalis
Jynx torquilla
Lacerta bilineata
Lanius collurio
Lanius senator
Larus argentatus
Larus melanocephalus
Larus (Chroicocephalus) ridibundus
Larus michahellis
Leiothrix lutea
Luscinia megarhynchos
Miliaria calandra
Monticola solitarius
Motacilla alba
Motacilla cinerea
Muscicapa striata
Ocydromus steinbuehleri
Otus scops
Parus ater
Parus caeruleus
Parus major
Passer domesticus
Passer montanus
Phalacrocorax aristotelis desmarestii

**Piano di Gestione della Zona Speciale di Conservazione Costa di Bonassola – Framura (IT1344216) -
ALLEGATI**


Phalacrocorax carbo sinensis
Phoenicurus ochruros
Phoenicurus phoenicurus
Phylloscopus collybita
Podarcis muralis
Polyommatus hispanus
Prunella modularis
Pselaphostomus stussineri stussineri
Pyrrhula pyrrhula
Regulus ignicapilla
Regulus regulus rusticola
Salamandra salamandra
Saxicola rubetra
Saxicola torquata
Scolopax rusticola
Serinus serinus
Sitta europaea
Sterna sandvicensis
Streptopelia turtur
Strix aluco
Sturnus vulgaris
Sylvia atricapilla
Sylvia cantillans
Sylvia hortensis
Sylvia melanocephala
Sylvia subalpina
Sylvia undata
Tarentola mauritanica
Troglodytes troglodytes
Turdus iliacus
Turdus merula
Turdus philomelos
Turdus viscivorus
Upupa epops

Piano di Gestione della Zona Speciale di Conservazione Costa di Bonassola – Framura (IT1344216) -
ALLEGATI


3 Rilievi fitosociologici

		RILIEVO FITOSOCIOLOGICO			
Nome rilevatore:	Massimi M.	Numero Rilievo:		2020083001	
Località:	Punta dei Marmi	Data:		30/08/2020	
Area protetta:	Costa di Bonassola-Framura				
Esposizione:	SE	Habitat di interesse comunitario (Direttiva Habitat 92/43 CEE)		5320	
Altitudine (metri s.l.m.):	76	Localizzazione (UTM WGS 84)		X: 544895	
Acclività (°):	45			Y: 4893907	
Tipologia vegetazionale:	Vegetazione casmofitica				
Altezza vegetazione arborea (m):	-	Copertura complessiva (%):		50	
Altezza vegetazione arbustiva (m):	1,7	Copertura arborea (%):		0	
Altezza vegetazione erbacea (cm):	60	Copertura arbustiva (%):		40	
Altezza vegetazione muscinale (cm):	-	Copertura erbacea (%):		15	
Superficie rilevata (mq):	30	Copertura muscinale (%):		-	
Rocciosità (%):	-	Pietrosità (%):		-	
SPECIE RILEVATA		copertura specie (%) strato:			
		muscinale	erbaceo	arbustivo	arboreo
<i>Euphorbia dendroides</i> L.				3	
<i>Hyparrhenia hirta</i> (L.) Stapf subsp. <i>hirta</i>			2		
<i>Juniperus oxycedrus</i> L. s.l.				2	
<i>Rhamnus alaternus</i> L. subsp. <i>alaternus</i>				2	
<i>Bituminaria bituminosa</i> (L.) C.H. Stirt.			1		
<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G. Don subsp. <i>italicum</i>			1		
<i>Ruta angustifolia</i> Pers.			1		
<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter s.l.			+		
<i>Melica arrecta</i> Kuntze			+		
<i>Teucrium flavum</i> L. s.l.			+		

**Piano di Gestione della Zona Speciale di Conservazione Costa di Bonassola – Framura (IT1344216) -
ALLEGATI**

		RILIEVO FITOSOCIOLOGICO		
Nome rilevatore:	Massimi M.	Numero Rilievo:	2020083002	
Località:	Punta dei Marmi	Data:	30/08/2020	
Area protetta:	Costa di Bonassola-Framura			
Esposizione:	WSW	Habitat di interesse comunitario (Direttiva Habitat 92/43 CEE)	6220	
Altitudine (metri s.l.m.):	62	Localizzazione (UTM WGS 84)	X: 544597	
Acclività (°):	50		Y: 4894197	
Tipologia vegetazionale:	Vegetazione di prateria-gariga			
Altezza vegetazione arborea (m):	-	Copertura complessiva (%):	40	
Altezza vegetazione arbustiva (m):	0,6	Copertura arborea (%):	0	
Altezza vegetazione erbacea (cm):	30	Copertura arbustiva (%):	30	
Altezza vegetazione muscinale (cm):	-	Copertura erbacea (%):	25	
Superficie rilevata (mq):	30	Copertura muscinale (%):	-	
Rocciosità (%):	-	Pietrosità (%):	-	
SPECIE RILEVATA	copertura specie (%) strato:			
	muscinale	erbaceo	arbustivo	arboreo
<i>Cistus monspeliensis L.</i>			3	
<i>Hyparrhenia hirta (L.) Stapf subsp. hirta</i>		3		
<i>Teucrium flavum L. s.l.</i>		2		
<i>Helichrysum italicum (Roth) G. Don subsp. italicum</i>		1		
<i>Thymus vulgaris L. subsp. vulgaris</i>		+		


**Piano di Gestione della Zona Speciale di Conservazione Costa di Bonassola – Framura (IT1344216) -
ALLEGATI**

		RILIEVO FITOSOCIOLOGICO		
Nome rilevatore:	Massimi M.	Numero Rilievo:	2020083003	
Località:	Punta dei Marmi	Data:	30/08/2020	
Area protetta:	Costa di Bonassola-Framura			
Esposizione:	SSW	Habitat di interesse comunitario (Direttiva Habitat 92/43 CEE)	9340	
Altitudine (metri s.l.m.):	81	Localizzazione (UTM WGS 84)	X: 544968	
Acclività (°):	5		Y: 4893892	
Tipologia vegetazionale:	Macchia a leccio e lentisco			
Altezza vegetazione arborea (m):	-	Copertura complessiva (%):	80	
Altezza vegetazione arbustiva (m):	2	Copertura arborea (%):		
Altezza vegetazione erbacea (cm):	40	Copertura arbustiva (%):	80	
Altezza vegetazione muscinale (cm):	-	Copertura erbacea (%):	1	
Superficie rilevata (mq):	30	Copertura muscinale (%):	-	
Rocciosità (%):	-	Pietrosità (%):	-	
SPECIE RILEVATA	copertura specie (%) strato:			
	muscinale	erbaceo	arbustivo	arboreo
<i>Pistacia lentiscus L.</i>			4	
<i>Quercus ilex L. subsp. ilex</i>			3	
<i>Erica arborea L.</i>			2	
<i>Myrtus communis L. subsp. communis</i>			2	
<i>Calicotome villosa (Poir.) Link</i>			1	
<i>Pistacia terebinthus L. subsp. terebinthus</i>			1	
<i>Smilax aspera L.</i>		+		
<i>Teucrium flavum L. s.l.</i>		+		


**Piano di Gestione della Zona Speciale di Conservazione Costa di Bonassola – Framura (IT1344216) -
ALLEGATI**

		RILIEVO FITOSOCIOLOGICO			
Nome rilevatore:	Massimi M.	Numero Rilievo:	2020083004		
Località:	Salice	Data:	30/08/2020		
Area protetta:	Costa di Bonassola-Framura				
Esposizione:	S	Habitat di interesse comunitario (Direttiva Habitat 92/43 CEE)	9340		
Altitudine (metri s.l.m.):	144	Localizzazione (UTM WGS 84)	X: 545479		
Acclività (°):	5		Y: 4893513		
Tipologia vegetazionale:	Ceduo di leccio				
Altezza vegetazione arborea (m):	5	Copertura complessiva (%):	90		
Altezza vegetazione arbustiva (m):	2	Copertura arborea (%):	90		
Altezza vegetazione erbacea (cm):	30	Copertura arbustiva (%):	40		
Altezza vegetazione muscinale (cm):	-	Copertura erbacea (%):	10		
Superficie rilevata (mq):	30	Copertura muscinale (%):	-		
Rocciosità (%):	-	Pietrosità (%):	-		
SPECIE RILEVATA		copertura specie (%) strato:			
		muscinale	erbaceo	arbustivo	arboreo
<i>Quercus ilex L. subsp. ilex</i>					5
<i>Erica arborea L.</i>				3	
<i>Viburnum tinus L. subsp. tinus</i>				3	
<i>Juniperus oxycedrus L. s.l.</i>				2	
<i>Smilax aspera L.</i>			2		
<i>Cistus monspeliensis L.</i>				2	
<i>Asparagus acutifolius L.</i>			+		
<i>Asplenium onopteris L.</i>			+		


**Piano di Gestione della Zona Speciale di Conservazione Costa di Bonassola – Framura (IT1344216) -
ALLEGATI**

		RILIEVO FITOSOCIOLOGICO		
Nome rilevatore:	Massimi M.	Numero Rilievo:	2020083005	
Località:	Staz. Framura	Data:	30/08/2020	
Area protetta:	Costa di Bonassola-Framura			
Esposizione:	SSE	Habitat di interesse comunitario (Direttiva Habitat 92/43 CEE)	5320	
Altitudine (metri s.l.m.):	32	Localizzazione (UTM WGS 84)	X: 544575	
Acclività (°):	40		Y: 4894157	
Tipologia vegetazionale:	Gariga			
Altezza vegetazione arborea (m):	-	Copertura complessiva (%):	50	
Altezza vegetazione arbustiva (m):	-	Copertura arborea (%):	-	
Altezza vegetazione erbacea (cm):	0,2	Copertura arbustiva (%):	-	
Altezza vegetazione muscinale (cm):	-	Copertura erbacea (%):	50	
Superficie rilevata (mq):	30	Copertura muscinale (%):	-	
Rocciosità (%):	-	Pietrosità (%):	-	
SPECIE RILEVATA	copertura specie (%) strato:			
	muscinale	erbaceo	arbustivo	arboreo
<i>Helichrysum stoechas (L.) Moench</i>		3		
<i>Dianthus balbisii Ser. s.l.</i>		1		
<i>Dittrichia viscosa (L.) Greuter s.l.</i>		1		
<i>Matthiola incana (L.) R. Br. s.l.</i>		+		
<i>Reichardia picroides (L.) Roth</i>		+		
<i>Hyparrhenia hirta (L.) Stapf subsp. hirta</i>		+		
<i>Teucrium flavum L. s.l.</i>		+		
<i>Parietaria judaica L.</i>		+		
<i>Sedum dasyphyllum L.</i>		+		
<i>Senecio gibbosus (Guss.) DC. s.l.</i>		+		

**Piano di Gestione della Zona Speciale di Conservazione Costa di Bonassola – Framura (IT1344216) -
ALLEGATI**

		RILIEVO FITOSOCIOLOGICO			
Nome rilevatore:	Massimi M.	Numero Rilievo:	202008300 6		
Località:	Tra Staz. Framura e Vallone di Lama	Data:	30/08/202 0		
Area protetta:	Costa di Bonassola-Framura				
Esposizione:	S	Habitat di interesse comunitario (Direttiva Habitat 92/43 CEE)	5330		
Altitudine (metri s.l.m.):	74	Localizzazione (UTM WGS 84)	X: 544682		
Acclività (°):	40		Y: 4894142		
Tipologia vegetazionale:	Euforbieto				
Altezza vegetazione arborea (m):	-	Copertura complessiva (%):	75		
Altezza vegetazione arbustiva (m):	1,5	Copertura arborea (%):	-		
Altezza vegetazione erbacea (cm):	0,6	Copertura arbustiva (%):	70		
Altezza vegetazione muscinale (cm):	-	Copertura erbacea (%):	15		
Superficie rilevata (mq):	30	Copertura muscinale (%):	-		
Rocciosità (%):	-	Pietrosità (%):	-		
SPECIE RILEVATA		copertura specie (%) strato:			
		muscinale	erbaceo	arbustivo	arbor eo
<i>Euphorbia dendroides</i> L.				3	
<i>Pistacia lentiscus</i> L.				1	
<i>Thymus vulgaris</i> L. subsp. <i>vulgaris</i>			1		
<i>Hyparrhenia hirta</i> (L.) Stapf subsp. <i>hirta</i>			1		
<i>Ruta angustifolia</i> Pers.				+	
<i>Anagallis arvensis</i> L. s.l.			+		
<i>Asparagus acutifolius</i> L.			+		
<i>Calicotome spinosa</i> (L.) Link				+	
<i>Cistus monspeliensis</i> L.				+	
<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter s.l.			+		
<i>Hypochaeris achyrophorus</i> L.			+		
<i>Phagnalon saxatile</i> (L.) Cass.			+		
<i>Sonchus oleraceus</i> L.			+		

**Piano di Gestione della Zona Speciale di Conservazione Costa di Bonassola – Framura (IT1344216) -
ALLEGATI**

		RILIEVO FITOSOCIOLOGICO		
Nome rilevatore:	Massimi M.	Numero Rilievo:	2020083007	
Località:	M. Brino	Data:	30/08/2020	
Area protetta:	Costa di Bonassola-Framura			
Esposizione:	NW	Habitat di interesse comunitario (Direttiva Habitat 92/43 CEE)	9330-9540	
Altitudine (metri s.l.m.):	278	Localizzazione (UTM WGS 84)	X: 546031	
Acclività (°):	25		Y: 4893377	
Tipologia vegetazionale:	Pineta di pino marittimo a mosaico con lecceta			
Altezza vegetazione arborea (m):	12	Copertura complessiva (%):	75	
Altezza vegetazione arbustiva (m):	1,5	Copertura arborea (%):	70	
Altezza vegetazione erbacea (cm):	20	Copertura arbustiva (%):	50	
Altezza vegetazione muscinale (cm):	-	Copertura erbacea (%):	40	
Superficie rilevata (mq):	30	Copertura muscinale (%):	-	
Rocciosità (%):	-	Pietrosità (%):	-	
SPECIE RILEVATA	copertura specie (%) strato:			
	muscinale	erbaceo	arbustivo	arboreo
<i>Pinus pinaster</i> Aiton s.l.				3
<i>Quercus ilex</i> L. subsp. <i>ilex</i>			3	
<i>Hedera helix</i> L. subsp. <i>helix</i>		2		
<i>Asplenium onopteris</i> L.		1		
<i>Asparagus acutifolius</i> L.		1		
<i>Clematis vitalba</i> L.		1		
<i>Emerus majus</i> Mill. s.l.			1	
<i>Galium rotundifolium</i> L. subsp. <i>rotundifolium</i>		1		
<i>Myrtus communis</i> L. s.l.			1	
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn subsp. <i>aquilinum</i>		1		
<i>Luzula forsteri</i> (Sm.) DC.		+		
<i>Pistacia lentiscus</i> L.			+	
<i>Rubia peregrina</i> L. s.l.		+		
<i>Smilax aspera</i> L.		+		

4 Ortofoto digitali a colori e mappa con bande multispettrali

Nell'ambito della proposta di servizi aggiuntivi per la redazione del Piano di Gestione sono stati realizzati:

- 1) Ortofoto digitali a colori attraverso rilievo aerofotogrammetrico tramite l'utilizzo di drone
- 2) Mappa con bande multispettrali (RGB nel campo del visibile e NIR nel campo dell'infrarosso) anche di una quinta banda, chiamata "Red Edge" con lunghezza d'onda compresa tra il rosso e l'infrarosso.

4.1 Metodo di acquisizione:

Le acquisizioni con l'utilizzo di droni sono state eseguite, sulle aree indicate, tramite una metodologia ben precisa che garantisce la sicurezza, la replicabilità, la velocità e l'affidabilità del dato.

Questo metodo si basa su tre passaggi:

– Fase di impostazione e pianificazione area di volo: individuata e delineata l'area da ispezionare, successivamente, tramite l'utilizzo di software Ardupilot Missionplanner, sono definiti all'interno di essa i piani di volo. In pratica si tratta di progettare le missioni automatiche che il drone dovrà eseguire al fine di coprire tutta l'area e rilevare i dati necessari. All'interno del piano di volo, oltre al percorso che il drone dovrà eseguire, sono inseriti tutti i punti in cui il sensore dovrà acquisire l'immagine, garantendo anche la sovrapposizione tra le fotografie consecutive, fondamentale per la ricostruzione stessa. La pianificazione è la parte più importante dell'acquisizione in quanto bisogna valutare la conformazione dell'area, i punti di decollo, le impostazioni del sensore, la durata del volo e la dimensione dell'area da rilevare. Dopo aver creato tutti i piani di volo necessari per ricoprire l'area è possibile iniziare il rilevamento in campo.

– Fase di volo e raccolta immagini:

i voli sono realizzati utilizzando i piani creati precedentemente. La presenza di due piloti è fondamentale in questa fase in quanto, il pilota, deve assicurarsi del corretto funzionamento del drone, occuparsi del decollo e dell'atterraggio e di eventuali pericoli ed emergenze impreviste, mentre il co-pilota segue il piano precedentemente creato e ne assicura la corretta esecuzione, il rispetto dei parametri e le impostazioni di camera. Durante ogni volo verranno acquisite, in punti specifici, delle immagini georiferite, che verranno poi ricomposte successivamente. Una volta conclusa ogni fase di acquisizione è necessario controllare i dati raccolti in modo che siano consoni alle elaborazioni successive. Nel caso si provvedere a ripetere l'acquisizione.

– Fase di elaborazione:

Le immagini precedentemente acquisite vengono caricate su software specifici, come Agisoft Photoscan, che, attraverso i dati rilevati e georiferiti, permettono di mosaicarle per ottenere una unica immagine ortorettificata. Le elaborazioni mirano a unire le immagini rilevate in modo da creare un unico file, chiamato "ortofoto", mantenendo la stessa qualità dell'immagine originale e la stessa geolocalizzazione. È molto importante che i voli siano eseguiti mantenendo una altezza fissa dal terreno e che la sovrapposizione delle immagini sia almeno il 60%, altrimenti, le elaborazioni potrebbero avere una qualità minore o non riuscire. I dati estratti da questi software sono perfettamente misurabili e sovrapponibili a qualsiasi carta geografica georiferita, e inoltre, l'alta qualità del dato permette l'ispezione nel dettaglio dell'area rilevata.

Per quanto concerne il sensore multispettrale, questo permette di acquisire immagini al di fuori del normale spettro della luce visibile RGB (rosso verde blu), e, grazie a ciò, è possibile individuare bande, all'interno di questo spettro, specifiche per l'analisi della vegetazione. Le bande del NIR (vicino infrarosso), Green (verde) e Blue (blu) quando combinate e restituite in falso colore danno la maggior parte delle informazioni relative alla salute, allo stress e al tipo di vegetazione.

**Piano di Gestione della Zona Speciale di Conservazione Costa di Bonassola – Framura (IT1344216) -
ALLEGATI**

Le acquisizioni nelle aree indicate sono state eseguite tramite l'utilizzo dei due droni Libra 01 e MAV-Q4L-01/APR. Entrambi i droni montano due sensori multispettrali, rispettivamente Mapir Survey NGB e Micasense RedEdge. Sono stati eseguiti 8 voli, in totale 16, a una altezza media di 100 m AGL, con una sovrapposizione del 70%, per un totale di 1500 immagini. Le immagini sono state elaborate con Agisoft Photoscan, e l'ortofoto risultata è stata ulteriormente elaborata con Qgis per la combinazione delle bande spettrali. Il GSD raggiunto successivamente alle elaborazioni è di 5cm\px, una precisione così alta permette l'ispezione in dettaglio di ogni singolo oggetto all'interno dell'area rilevata. L'elaborazione viene restituita nella combinazione di bande NGB (NIR GREEN BLUE) in falsi colori, in modo da visualizzare in maniera immediata il dato.

Nella ZSC Costa di Bonassola – Framura (IT1344216) è stato impiegato il sensore Mapir Survey NGB, che non restituisce le bande separatamente, rendendo più complicata le successive elaborazioni, ma avendo un sensore a luce variabile integrato permette una resa perfetta dell'immagine anche in condizioni di luce molto diverse, date principalmente dai grandi dislivelli e la conformazione del terreno. In definitiva la scelta è stata fatta per mantenere l'affidabilità del dato più alta possibile.

Specifiche sensori utilizzati:

Sensore Multispettrale Mapir Survey NGB:

- Distanza focale 5.5 mm
- GSD (Ground Sampling Distance) 3cm/pixel a 120m AGL
- Campo visivo ottica: 41° HFOV
- Risoluzione: 1280x960 pixels
- Bande spettrali unite: Vicino infrarosso (NIR) 850nm, Verde 550nm, Blu 475nm.

Specifiche SAPR (droni) utilizzati:

LIBRA01: Quadricottero abilitato ENAC (rif. 25720) per Operazioni Critiche in scenari standard S1, S2, S3 e regolarmente assicurato. Monta sensore RGB.

- costruttore LIBRA SAPR/Dji
- modello Phantom 4 Advanced
- peso max in ordine di volo 1,4kg
- autonomia max 17'

MAV-Q4L-01/APR: Quadricottero abilitato ENAC (rif. 26951) per Operazioni Critiche in scenari standard S1, S2, S3 e regolarmente assicurato.

- costruttore MAVTech Srl
- modello Q4-Rotor-Light-V3
- peso max in ordine di volo 1,8kg
- autonomia max 15'

Software utilizzati per la pianificazione delle missioni di volo:

- Ardupilot Mission planner: pianificazione del volo acquisitivo tramite Micasense RedEdge
- DH Basic: pianificazione del volo acquisitivo tramite Mapir Survey NGB

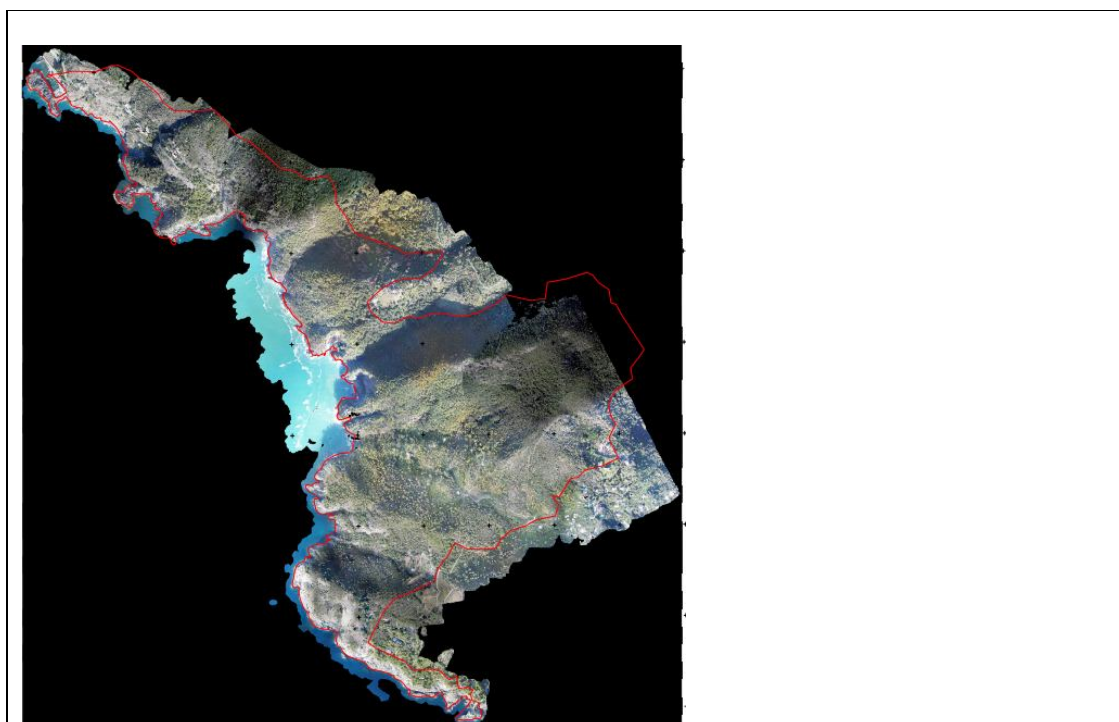
Software utilizzati per l'elaborazione dei dati:

- Agisoft Photoscan: ricostruzione ortofoto multispettrale
- Qgis: interpretazione e verifica dell'ortofoto multispettrale

4.2 Ortofoto digitali a colori.

Le ortofoto sono un prodotto dei rilievi aerofotogrammetrici che consente di effettuare misurazioni e controlli esatti sul territorio, rilievi aerofotogrammetrici programmati e ripetuti sulla stessa area permettono di elaborare ortofoto nel tempo che possono essere analizzate cronologicamente per valutare, ad esempio, il peggioramento di una frana, per studiare l'assetto e le mutazioni vegetazionali di un'area rurale, per la pianificazione urbanistica e territoriale del territorio, per lo studio dell'erosione dei litorali e l'evoluzione della linea di riva, per supporto all'agricoltura, per analisi idrauliche ed idrologiche come lo spostamento dei meandri fluviali, la salvaguardia del patrimonio storico architettonico e archeologico.

Nell'area in esame è stata prodotta la realizzazione di ortofoto su tutta la superficie interessata dalla ZSC di seguito la copertura delle immagini realizzate ed alcune immagini di dettaglio. Con la fornitura prevista sono consegnate tutte le immagini realizzate.



Piano di Gestione della Zona Speciale di Conservazione Costa di Bonassola – Framura (IT1344216) -
ALLEGATI





4.3 Rilievo multispettrale tramite l'utilizzo di droni

Il rilevamento tramite droni consente l'acquisizione di un dataset multispettrale, mirato all'analisi delle informazioni sulla vegetazione presente nelle aree indicate.

Il sensore multispettrale, permette di acquisire immagini al di fuori del normale spettro della luce visibile nelle bande RGB (rosso verde blu), e, grazie a ciò, è possibile utilizzare bande, quali quella del vicino infrarosso, specifiche per l'analisi della vegetazione. La combinazione delle bande del NIR (vicino infrarosso), Green (verde) e Blue (blu), adeguatamente elaborate tramite specifici software, possono essere restituite con una combinazione di colori (falso colore), che consente di analizzare la maggior parte delle informazioni relative alla salute, allo stress e al tipo di vegetazione oggetto della ripresa. Il rilievo è stato realizzato in una porzione del territorio della ZSC interessato da maggiore superficie boschiva

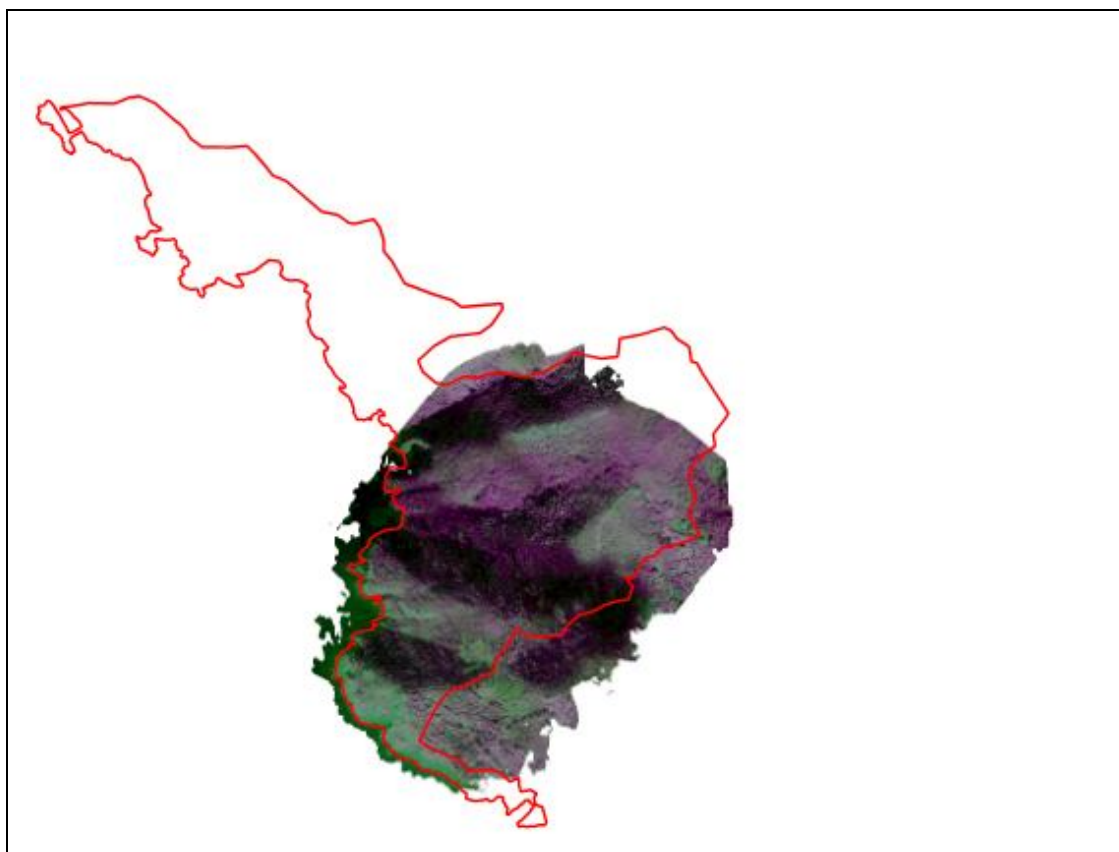
Il comportamento tipico della vegetazione in campo spettrale è determinato dall'apparato fogliare, la cui struttura e vitalità condiziona la misurazione della radiazione solare. Nel campo del visibile (0,4-0,7 micron) le foglie hanno una bassa riflettività (ca. 15% al massimo) e una debole trasmissività, mentre la maggior parte della radiazione viene assorbita dai pigmenti fogliari ed utilizzata per le attività di fotosintesi. L'assorbimento massimo avviene nel blu (0,45 micron) e nel rosso (0,66 micron), con un massimo di riflettività nel campo del verde-giallo (0,55 micron).

Nella regione dell'infrarosso vicino, invece, la radiazione dell'apparato vegetale viene in massima parte riflessa dalle pareti delle cellule e dalla loro struttura, con deboli fenomeni di assorbimento dovuti al differente contenuto idrico delle foglie. La riflettività passa quindi, bruscamente, da pochi punti percentuali fino a valori vicini al 50%, con un ripido gradiente nei pressi dei valori di 0,75 micron di lunghezza d'onda, raggiungendo anche valori del 70-80% di riflettività in condizioni particolari. Il comportamento spettrale in questa regione è fortemente influenzato dalle caratteristiche bio-chimiche delle foglie, dalla struttura della copertura (canopy) o della chioma e

**Piano di Gestione della Zona Speciale di Conservazione Costa di Bonassola – Framura (IT1344216) -
ALLEGATI**

dallo stato complessivo della pianta, divenendo perciò diagnostico per la discriminazione delle varie specie vegetali e il loro stato fito-sanitario.

L'interazione della radiazione a livello delle foglie è regolata sostanzialmente, oltre che dallo spessore della foglia, anche dalla concentrazione per unità di area dei principali costituenti biochimici, quali clorofilla, acqua, cellulosa, lignina e proteine. Oltre all'interazione a livello di foglia, la risposta spettrale misurata dai sensori telerilevati dipende anche da tutto l'insieme di riflessioni, trasmissioni e assorbimenti che la radiazione subisce attraversando l'intero mezzo vegetato (canopy) che risulta regolato sostanzialmente dai suoi principali parametri strutturali e misurabile attraverso i suoi principali indici: indice di area fogliare (LAI), distribuzione dell'angolo di inclinazione delle foglie (LDIF) e copertura frazionaria (FC). A seconda del tipo di analisi e di target prefissato (tipo di coperture, strutture, biomasse, distribuzione geometrica) possono quindi essere applicati i diversi indici di vegetazione che in genere si basano su rapporti più meno complessi di bande spettrali.

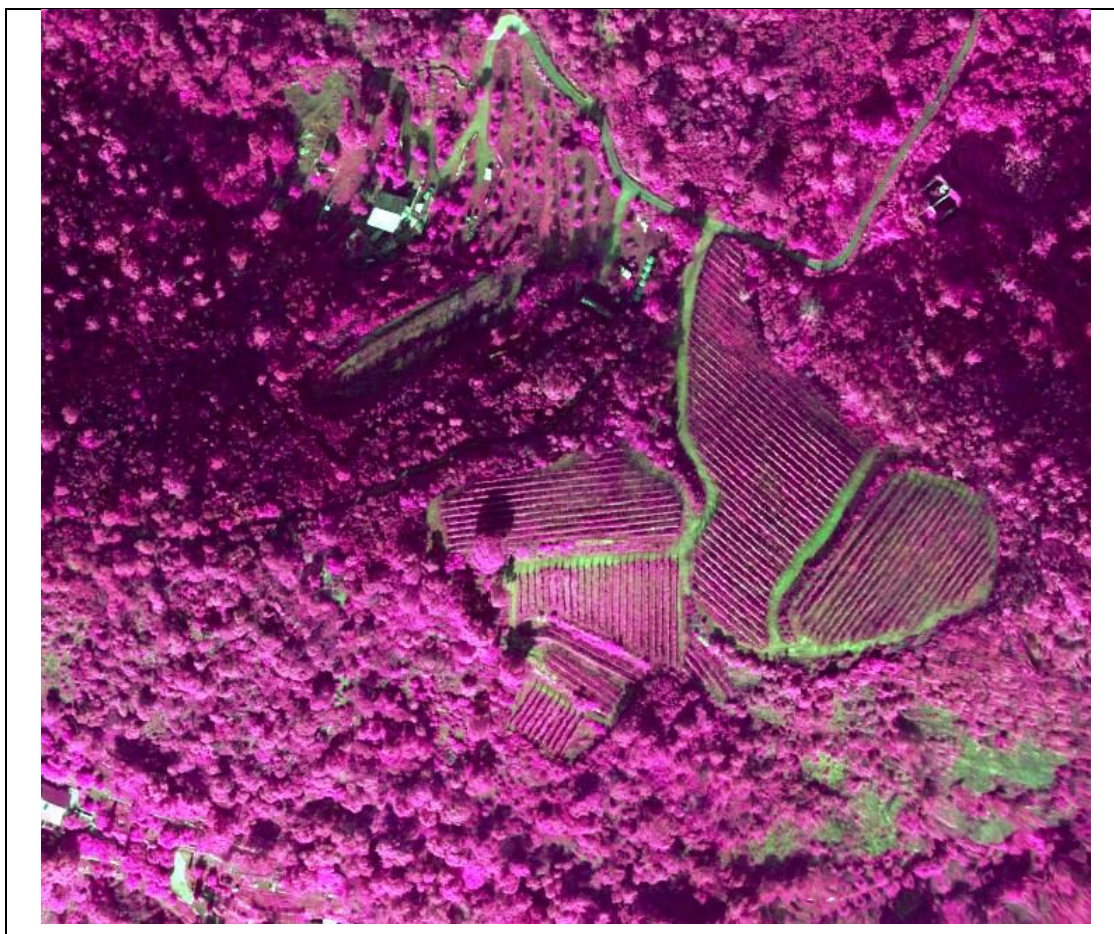


L'utilizzo di immagini multispettrali trova varie applicazioni in ambito forestale e naturale, sinteticamente il loro utilizzo può essere:

- Monitoraggio e gestione delle risorse forestali
- Monitoraggio sullo stato vegetativo delle varie tipologie nell'arco di anni con rilievi mirati a cadenza semestrale
- Monitoraggio dell'erosione del suolo
- Monitoraggio dei processi di desertificazione
- Monitoraggio dell'influenza del cambiamento climatico sulla vegetazione

**Piano di Gestione della Zona Speciale di Conservazione Costa di Bonassola – Framura (IT1344216) -
ALLEGATI**

- Monitoraggio dei tagli abusivi
- Monitoraggio dei processi di naturalizzazione a seguito di incendi
- Monitoraggio del sovra pascolamento
- Monitoraggio dello stato fitosanitario



**Piano di Gestione della Zona Speciale di Conservazione Costa di Bonassola – Framura (IT1344216) -
ALLEGATI**

