

La riserva naturale Tenuta di
Castelporziano... una "smart-forest in 4
dimensioni": il nuovo Sistema informativo
forestale della Riserva Naturale Tenuta
di Castelporziano



ELITE: un progetto innovativo per la descrizione, caratterizzazione e quantificazione ad alta risoluzione delle biomasse arboree della Tenuta Presidenziale



GIANFRANCO SCRINZI



coordinatore del progetto ELITE/SIFTEC

La Tenuta



Tutte le foto della presentazione sono di E. Presutti)

La Tenuta Presidenziale di Castelporziano

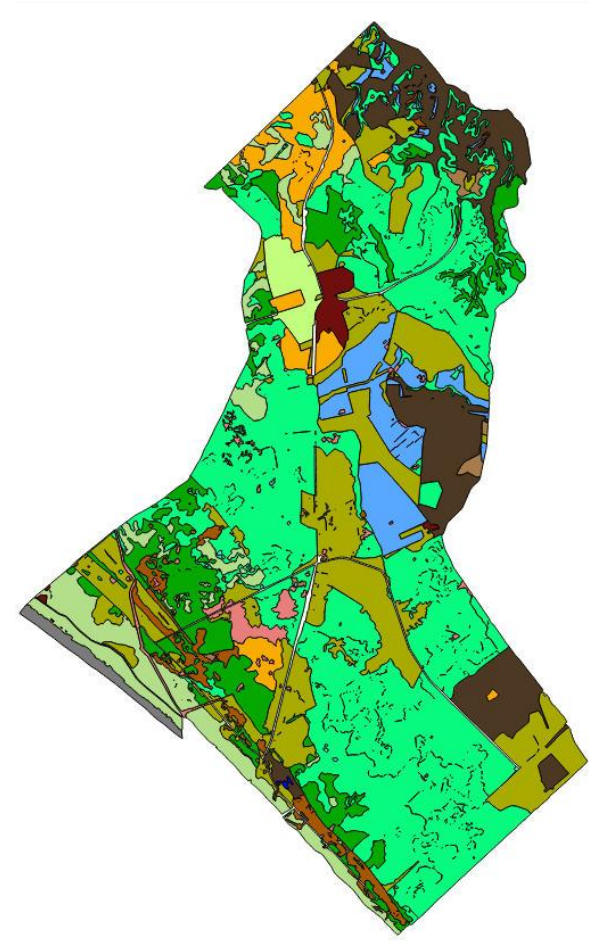
- area prevalentemente **forestale** (87%), di circa **60 km²**
- litorale laziale tra Ostia e Pomezia (25 km a SW di Roma centro)
- patrimonio della **Presidenza della Repubblica Italiana**
- **elevato interesse naturalistico** (storico, archeologico)
- **pino domestico** (1 000 ha), **querzeti caducifogli** (2400 ha), sugherete, leccete, macchia mediterranea



La foresta di Castelporziano



Il progetto



ELITE/SIFTEC: iniziativa, finanziamento, collaborazioni

Promosso da :



SEGRETARIATO GENERALE
DELLA PRESIDENZA DELLA REPUBBLICA

Tenuta di Castelporciano

COMMISSIONE TECNICO-SCIENTIFICA

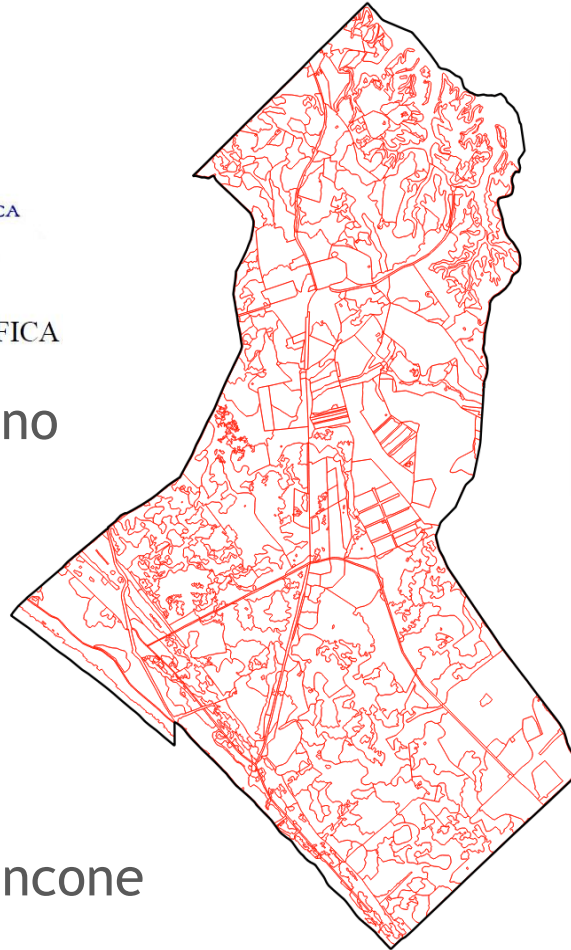
prof. Ervedo Giordano

Finanziamento:



ACCADEMIA NAZIONALE DELLE SCIENZE DETTA DEI XL

prof.ssa Emilia Chiancone



Collaborazione tecnica

Osservatorio Ecosistemi
costieri mediterranei TCP

ing. Aleandro Tinelli

dott. Luca Maffei

dati ALS LiDAR del PST-A:



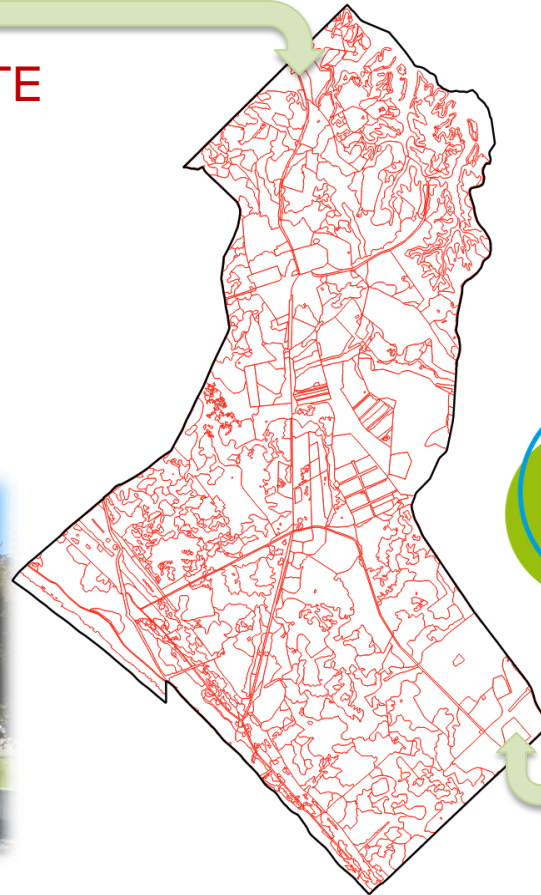
MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Roma - 15 dicembre 2015

ELITE/SIFTEC: realizzazione

versante ELITE

Unità di ricerca per il
Monitoraggio e la
Pianificazione forestale
TRENTO



**EFFETRE
SEIZERO**
spinoff 

versante SIFTEC

dott. **Gianfranco SCRINZI**
(dott. Emanuele Presutti,
p.agr. Fabrizio Clementel)

dott. **Giacomo COLLE**

Ruoli dei soggetti realizzatori nel progetto



Unità di ricerca per il
Monitoraggio e la
Pianificazione Forestale,
Trento

Referente scientifico:

- coordinamento scientifico progetto
- caratterizzazione tematica forestale
- metodi statistici e dendrometrici
- elaborazioni dati LIDAR nativi e studio modelli
- elaborazione risultati inventariali



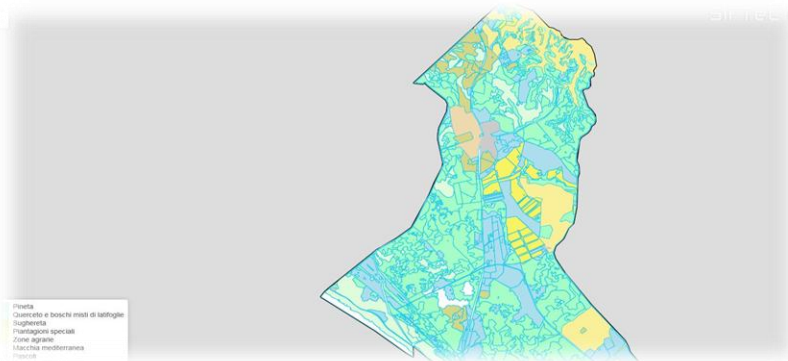
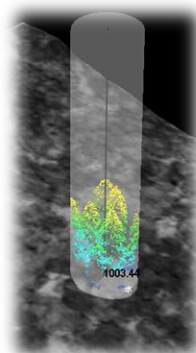
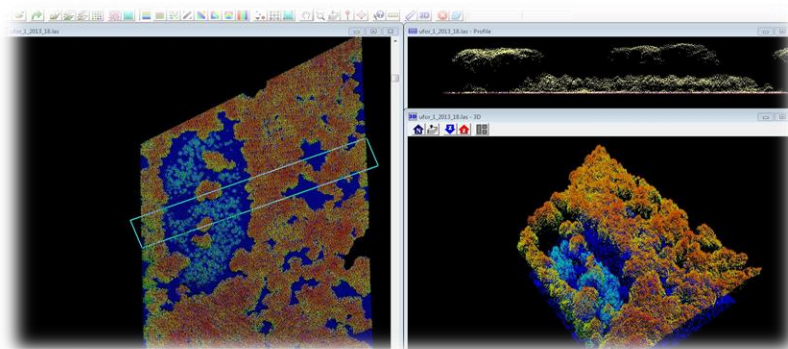
Spinoff CREA-MPF

Referente informatico:

- gestione e trattamento dati geografici
- fotointerpretazione e rilievi al suolo
- post-processing rilievi satellitari
- sviluppo di *sw mobile* GIS per rilievi suolo
- progettazione e realizzazione SIFTEC (*desktop e mobile*)

progetto di ricerca ELITE/SIFTEC: obiettivo

progettazione e realizzazione di un **impianto permanente di metodi e soluzioni GIS e di telerilevamento LiDAR** per supportare la redazione dei Piani di Gestione Forestale della Tenuta



progetto di ricerca ELITE/SIFTEC: metodologie, tecnologie

I metodi di rilievo e le tecnologie HW/SW più avanzate del settore forestale per una **soluzione concreta** e **permanente di monitoraggio** nel tempo del patrimonio forestale della Tenuta

- Telerilevamento **3D ALS/LiDAR** (Airborne Laser Scanner)
- Telerilevamento tradizionale **2D fotografico e IR falso-colore**
- Posizionamento e navigazione satellitare (GNSS Sa e Pp)
- SW dedicato **desktop/mobile/web GIS**
- **Relaskopia** elettronica
- Metodi **statistici** (campionamento e *modelling*)
- nuova **Modellistica biometrica** per le stime dendrometriche

situazione pregressa e con SIFTEC: tipi e risoluzione dati

Caratteristica inventariale	situazione pre SIFTEC	SIFTEC
	Situazione studio di fattibilità 2012	Situazione prevista e conseguita
Risoluzione tematica (unità descrizione tematica soprassuolo):	314 Part. for (media 18 ha)	803 UFOR (media 6 ha)
Risoluzione dendrometrica (volumi legnosi):	18 ha	1 m ²
Inventario ANALITICO in % superficie	max 30 % (anni '60)	100 %
Biomasse e fissazione CO₂ :	NO	SI
Diametro minimo degli alberi inventariati:	12,5 cm	2,5 cm

situazione pregressa e con SIFTEC: ES, forma e diffusione dati, costi

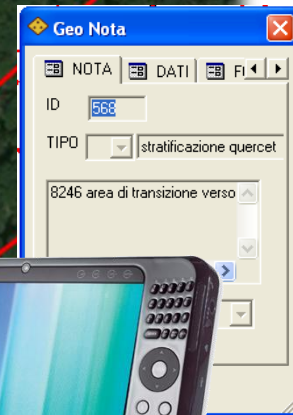
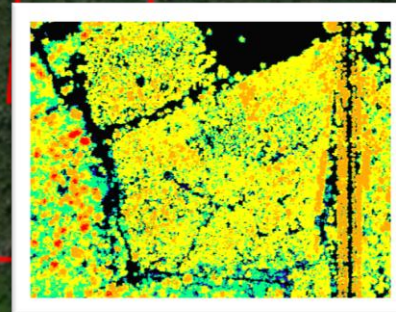
Caratteristica inventariale	situazione pre SIFTEC	SIFTEC
	Situazione studio di fattibilità 2012	Situazione prevista e conseguita
Errore di stima dati globali	???	< 0,4 %
Errori di stima alla risoluzione tematica	<= 4 % (su 18 ha)	<= 5 % (su 6 ha)
Archiviazione dati numerici, descrittivi, cartografici	cartacea	digitali
Rilascio dati	consultazione testi	desktop, web, tablet, smartphone
Consultazione georeferenziata dati in campo	NO	tablet, smartphone
Costi rinnovo inventario (rispetto al precedente)	identici	notevolmente inferiori (con dati LiDAR pubblici)

Unità Forestali Omogenee (UFOR)



individuazione e descrizione UFOR

UFOR: TRATTO OMOGENEO di BOSCO
(per specie presenti, stadio di
sviluppo, fertilità),
SELVICOLTURALMENTE INDIPENDENTE
e NON CONDIZIONATO ai CONFINI
PARTICELLARI

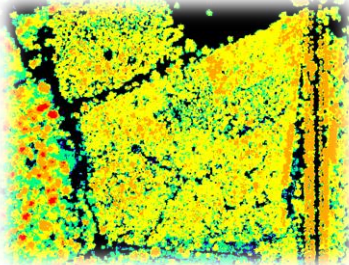
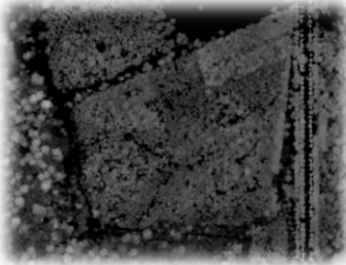
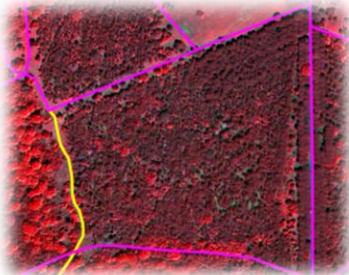


UFOR: fotointerpretazione, analisi CHM LiDAR, layer tematici, Piani

Fotointerpretazione con uso combinato di:

- OFD hd varie origini
- IR Falso-colore
- Carte altezza delle chiome LiDAR (CHM)
- Carte tematiche indagini pregresse
- Piani di gestione precedenti

1

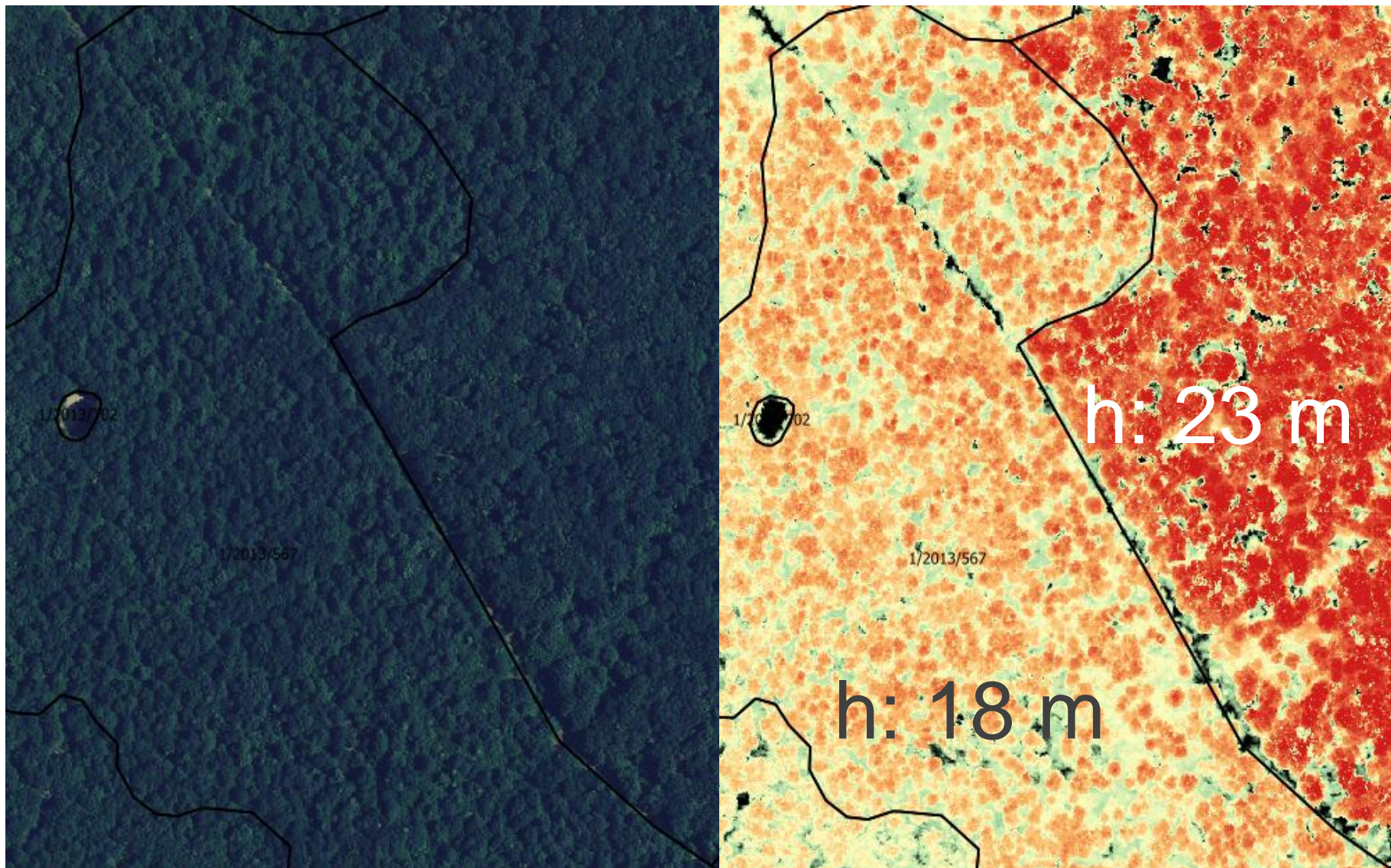


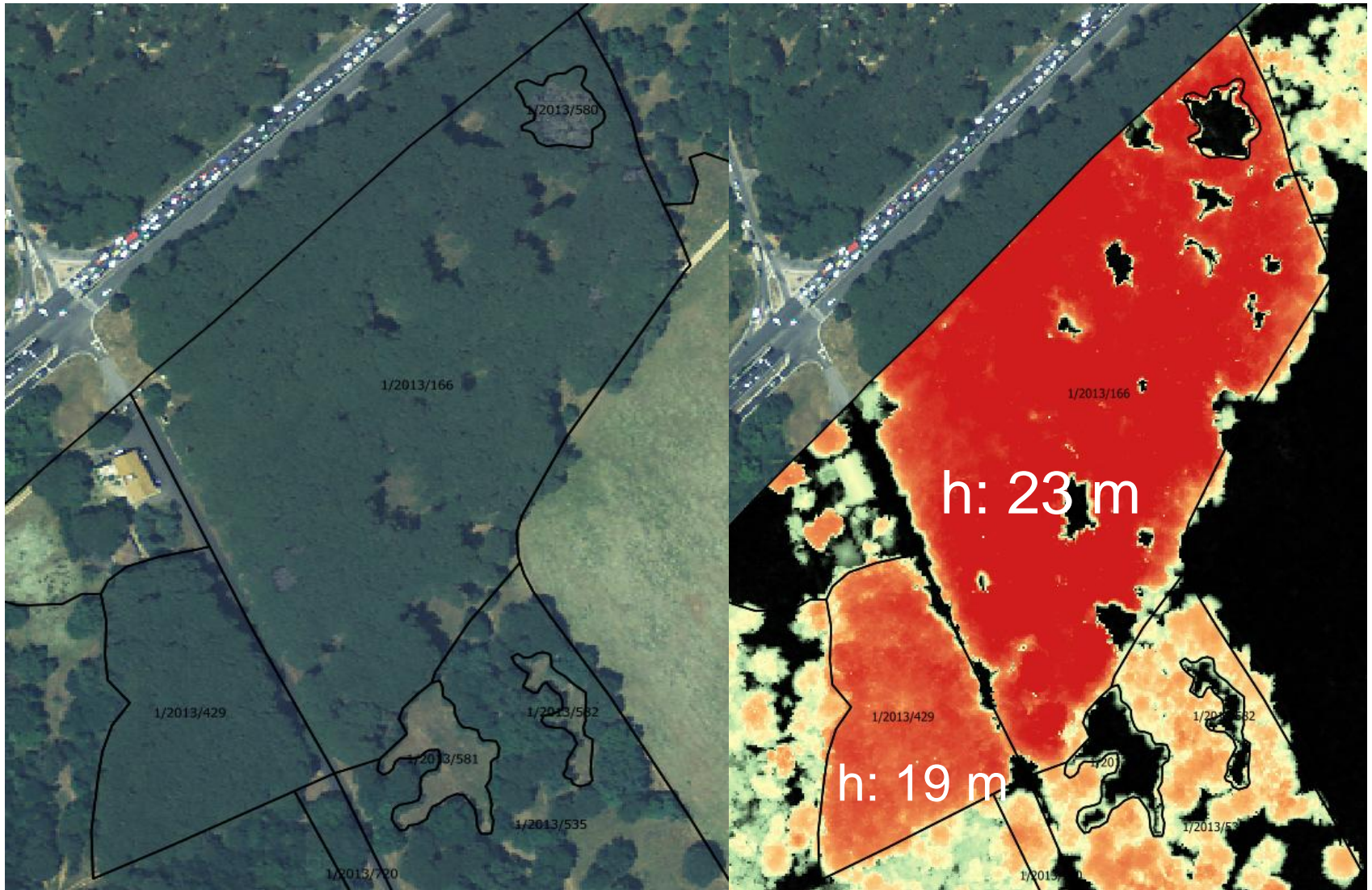
FINALITÀ: sottobosco fronsivo da liberare da vegetazione (2011) e più.

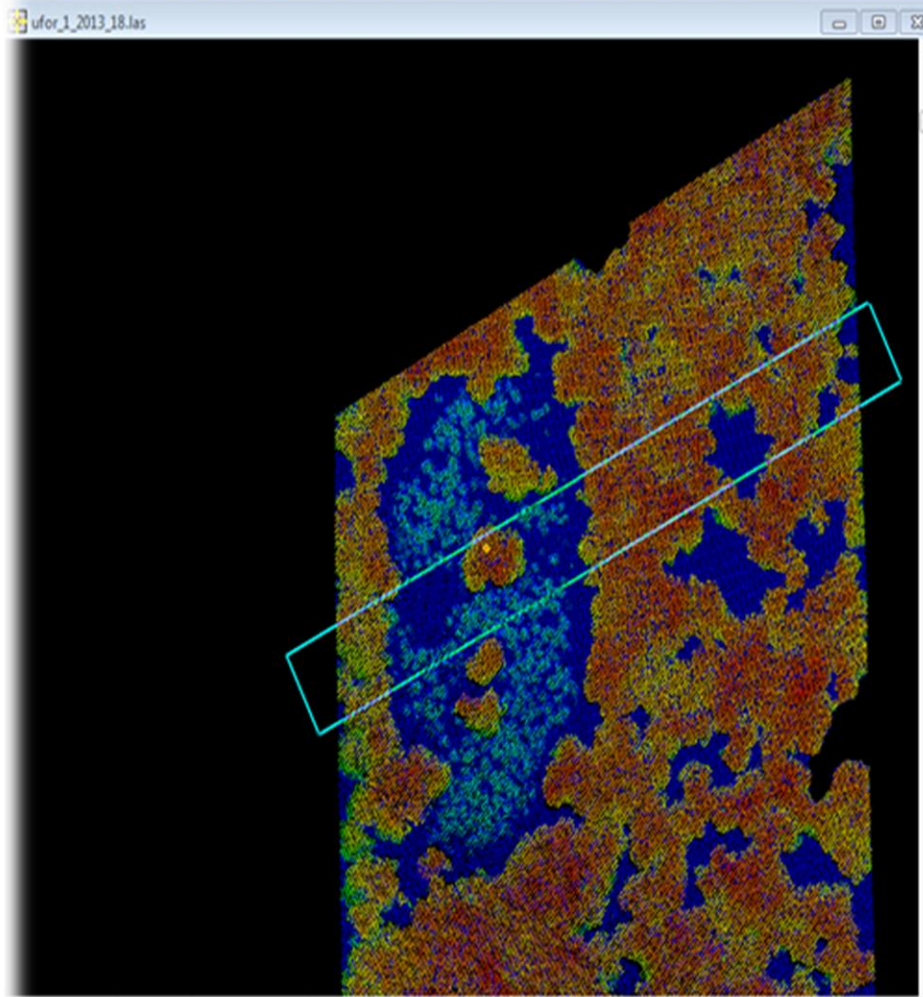
Fasi del Progetto

Lo SCOP: Proiezione di Densità di
Segnare la presa e cronaca indagini con piano predimensionato (scale e
grate) e la parte e cronaca cronaca di circa 20 anni, da tagliare. Basato
cronaca cronaca cronaca cronaca cronaca cronaca cronaca cronaca cronaca cronaca
il presente Stato di gestione lungo la strada. Elementare difesa, non
essere allentato, di taglio, bruci e lavoro. Direzione e
Inquinamento del sottobosco.
Capogruppo una volta abbassata di circa 20 centimetri sotto piano
Sottobosco.
Finalità: taglio di sottobosco nella vegetazione fessile e taglio di
sottobosco da essere cronaca e distanca nella sezione per parte.

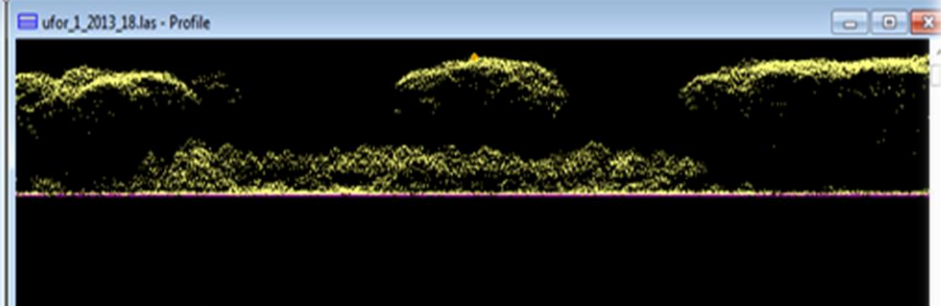
Lo SCOP: Proiezione di Densità di
Segnare cronaca di 20 anni, di taglio su 2/3 della superficie, nell'area
cronaca, cronaca di grossa fessile e taglio all'opera, si può cronaca.
Maggior parte cronaca di anni non parte. Stato cronaca cronaca per
cronaca cronaca, non cronaca cronaca.
Solo cronaca.
Finalità: cronaca cronaca cronaca cronaca.
Per SCOP cronaca.
Lo SCOP: Proiezione di Densità di



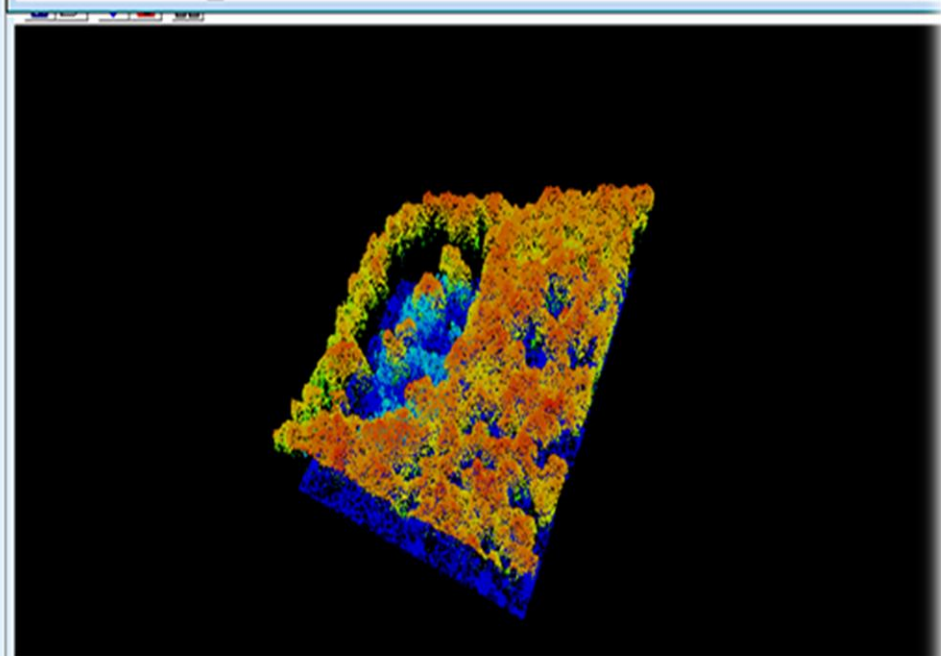




PROFILE	2X	283854.64	4621466.73		
---------	----	-----------	------------	--	--



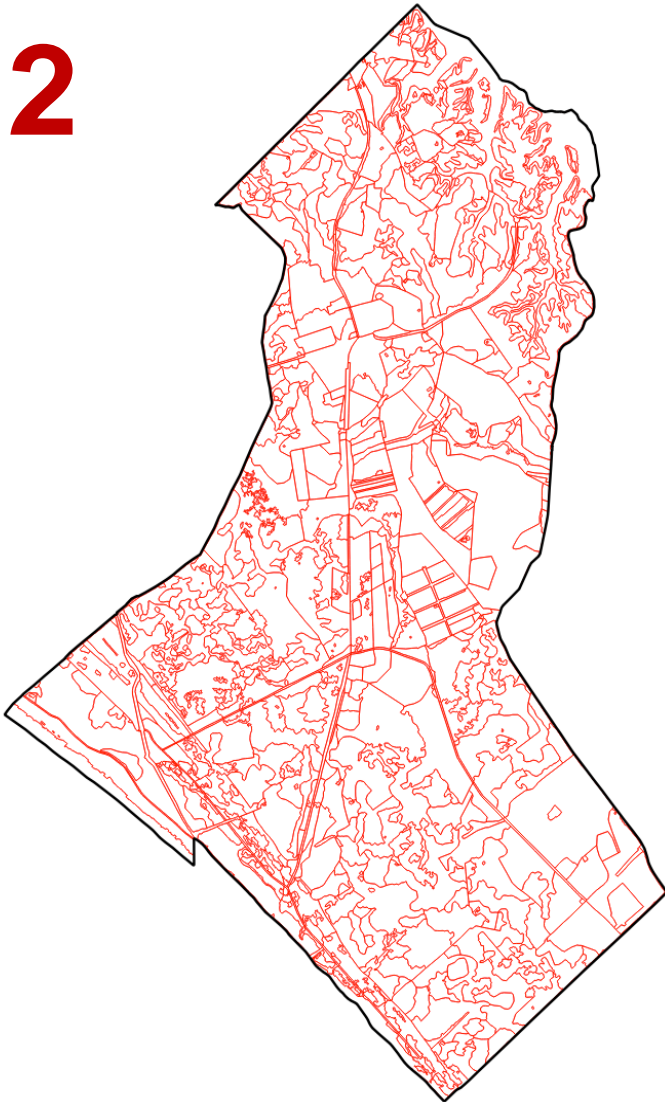
QUERY	2X	40.73	25.25		
-------	----	-------	-------	--	--



NAV	335.00	61.00	839.08	6.5	
-----	--------	-------	--------	-----	--

UFOR: verifiche e descrizioni al suolo

2



Individuate e descritte al suolo **più di 800 Unità forestali (UFOR)** porzioni di bosco omogenee per specie presenti, struttura forestale, fertilità

Dati informatizzati all'atto del rilievo
70 giornate di rilievi al suolo



UFOR: verifiche e descrizioni al suolo



descrizione UFOR

informatizzata (SW mobile GIS
F360 dedicato per la TenutaCP)
UFOR-CP©

- Verifica/rettifica confine al suolo
- Uso suolo forestale
- Condizionamenti
- Governo
- Struttura
- Stadio cronologico
- Composizione strato arboreo superiore, inferiore e arbustivo
- Rinnovazione
- ...



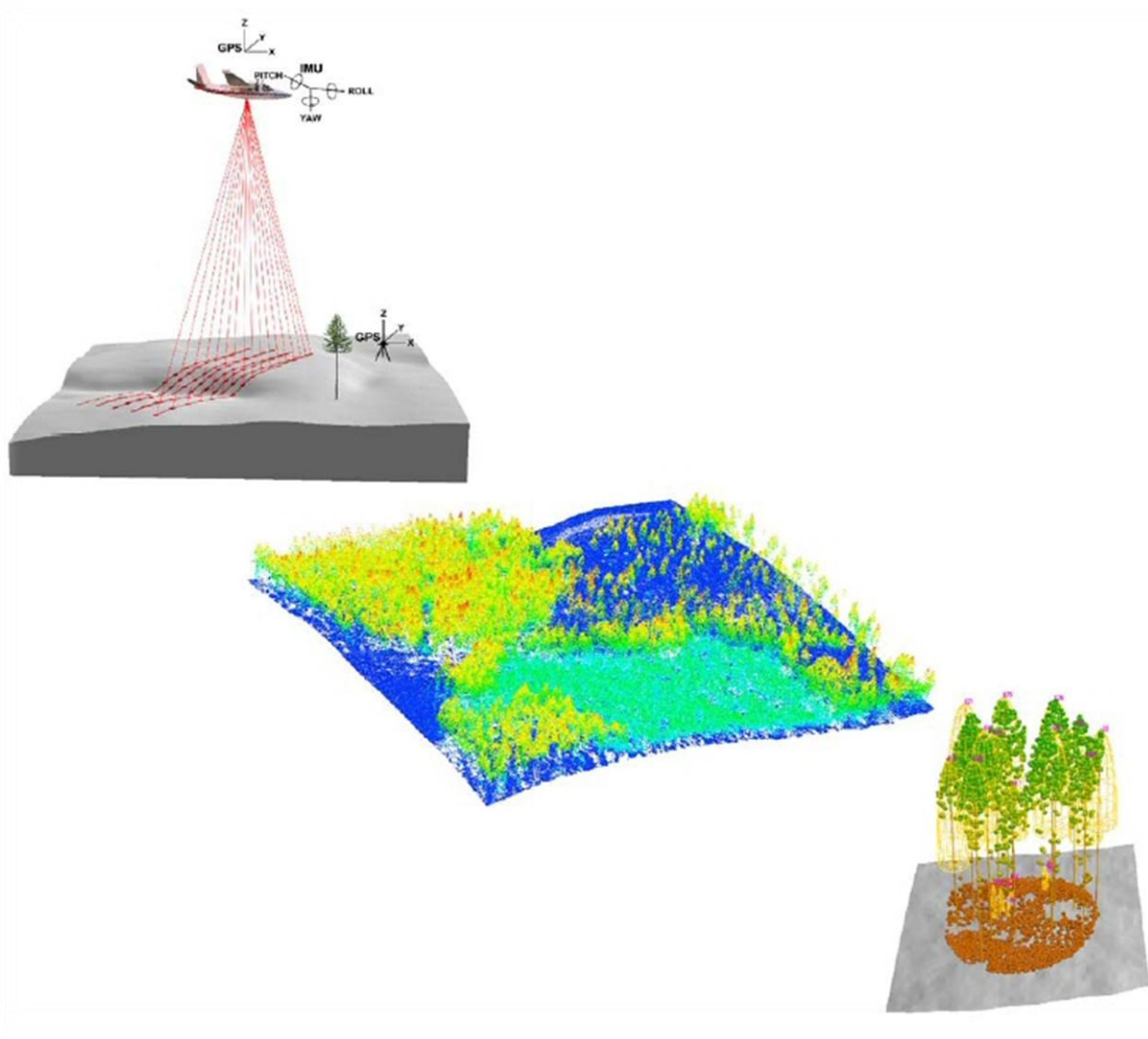
UFOR: tematizzazione composizione formazioni forestali

Uso suolo for.: BOSCHI/MACCHIA MED./FORM.ARBUST.	specifiche BOSCHI/MACCHIA MED./FORM.ARBUST.
Pinete di Pino domestico	Formazioni a dominanza di Pino domestico
	Formazioni a prevalenza di Pino domestico con Leccio
	Formazioni a prevalenza di Pino domestico con querce caducifoglie
	Formazioni a prevalenza di Pino domestico con altre specie
	Formazioni miste a Pino domestico
Querceti di caducifoglie	Formazioni a prevalenza di Cerro e/o Farnetto
	Formazioni miste a Farnia, Cerro, Farnetto e Sughera
	Formazioni miste di querce caducifoglie e altre latifoglie decidue
	Formazioni a prevalenza di querce caducifoglie con altre specie
Querceti di Leccio	Formazioni a dominanza di Leccio
	Formazioni a prevalenza di Leccio con altre specie
	Formazioni miste a Leccio
Sugherete	Formazioni a dominanza di Sughera
	Formazioni a prevalenza di Sughera con altre specie
	Formazioni miste a Sughera
Formazioni di altre latifoglie	Formazioni a prevalenza o dominanza di Pioppo
	Formazioni a prevalenza o dominanza di Frassino
	Formazioni miste di altre latifoglie
Piantagioni forestali speciali	Pioppeto
	Formazioni lineari a dominanza o prevalenza di Eucalitto
	Altre formazioni a dominanza o prevalenza di Eucalitto
	Formazioni lineari a dominanza o prevalenza di Sughera
	Formazioni lineari a Sughera, Eucalitto e altre querce
	Formazioni lineari a Sughera e querce caducifoglie
Formazioni a macchia mediterranea alta	A prevalenza di Leccio
	A prevalenza di altre sclerofille mediterranee
	Altre formazioni a macchia
Formazioni arbustive basse	Macchia mediterranea bassa
	Altre formazioni arbustive basse

UFOR: tematizzazione tipo altre superfici forestali

ALTRI USI SUOLO FORESTALE	specifiche ALTRI USI SUOLO FORESTALE
Improduttivi temporanei	Radure o incolti NPPSSF(1)
	Aree TPS_eventi meteorici (2)
	Aree TPS_percorse fuoco
	Aree TPS_altri casi
Zone umide	Piscine permanenti
	Piscine temporanee
Acque interne	Alvei fiumi/torrenti/ruscelli
	Acque ferme naturali/artificiali
Improduttivi permanenti per natura	Del substrato_macereti/pietraie
	Del substrato_affioramenti rocciosi
	Del substrato_arenili
	Del substrato_zone erose/dissestate in genere
	Del substrato_altri motivi
	Estranea al substrato
Improduttivi permanenti per destinazione	A servizio forestale_piazzali d'imposto
	A servizio forestale_fascie/aree tagliafuoco
	A servizio forestale_altri casi
	Non forestale_suolo NPPSSF
	Non forestale_suolo PSSF (3)
	Fasce di rispetto/protezione non arborate
	Fasce di rispetto/protezione arborate
	Filari

Lidar tecnologia (cenni)



l'avvento del telerilevamento LiDAR nel settore forestale

Telerilevamento **tradizionale**:

- **PASSIVO** (radiazione del sole riflessa dagli oggetti)
- **2D**

Telerilevamento **LiDAR**:

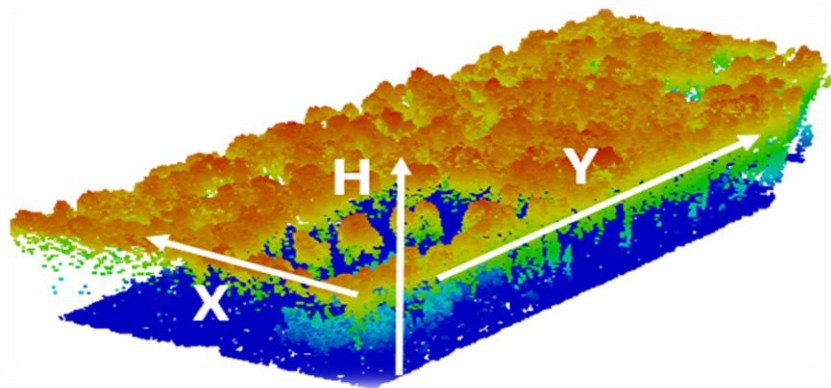
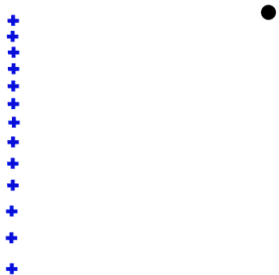
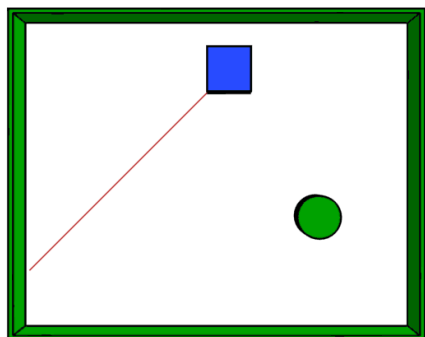
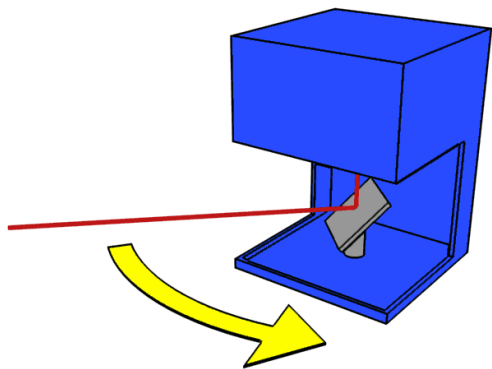
- **ATTIVO** (la radiazione viene prodotta, inviata e registrata in ritorno dal sensore ALS)
- **3D**

LiDAR (banalizzando):

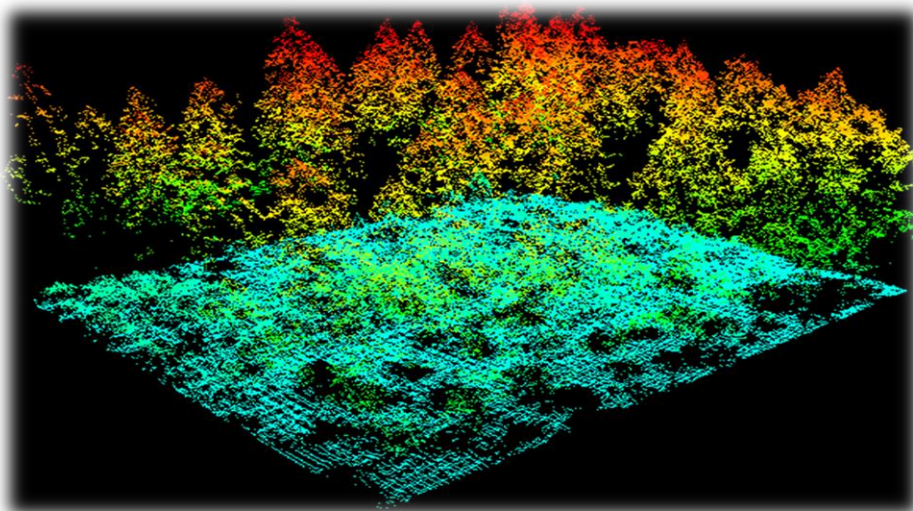
una specie di Radar di luce (IR), laserizzata



LiDAR: posizione spaziale del target in 3D



LiDAR: la vegetazione è parzialmente trasparente al LiDAR

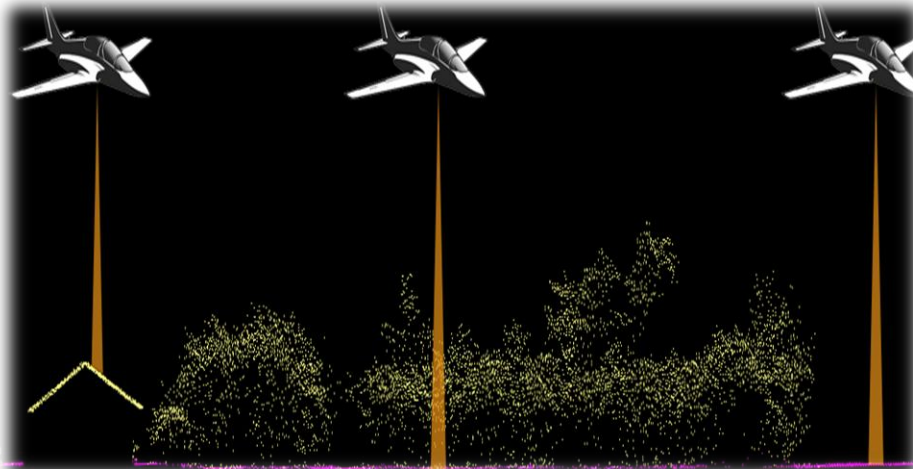


BOSCO: PARZIALMENTE
trasparente agli impulsi laser

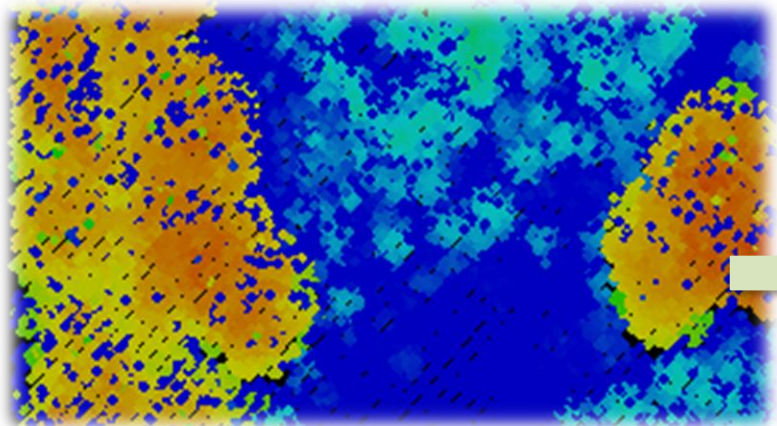
1 impulso: **diversi ritorni** (1st, 2nd,...) dalla copertura vegetale (**registrati**), fino al suolo

possiamo ricostruire la
posizione e la forma del suolo
sottostante

è per questa “trasparenza”
che possiamo misurare con
precisione **le altezze degli
alberi**



LiDAR: densità di impulsi LiDAR



LiDAR **PST-A, MATTM**
Castelporziano

2.3 impulsi a m^2 (23.000 ha)

25.000/35.000 ritorni ad ha

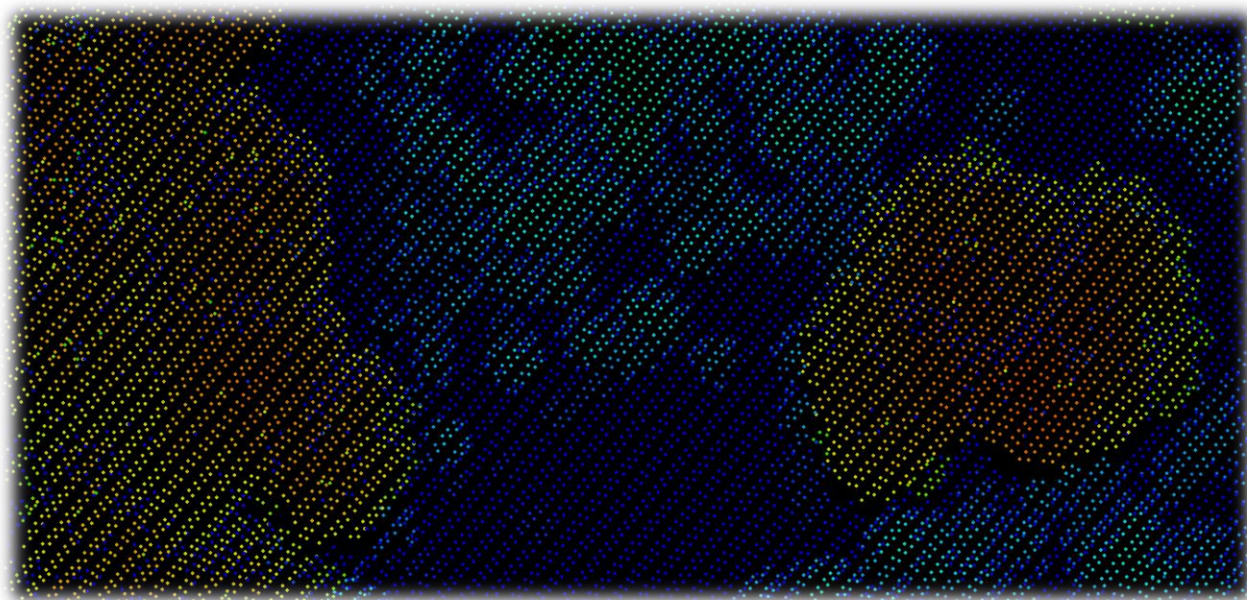
Stato dell'arte

rilievo LiDAR

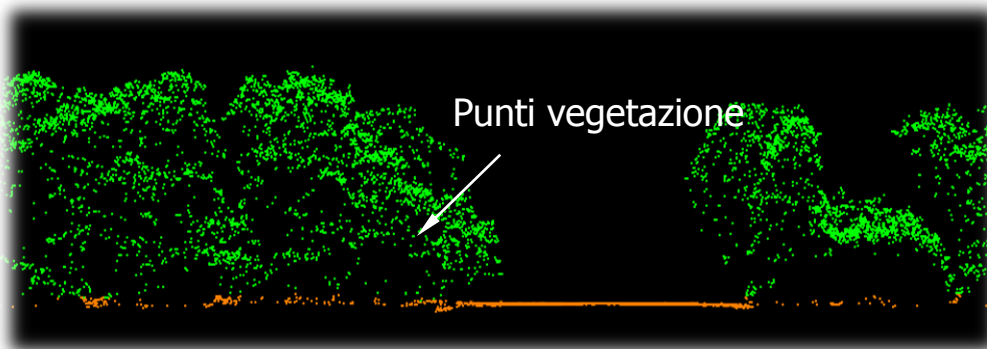
2007/09

Oggi **8-10**

impulsi a m^2

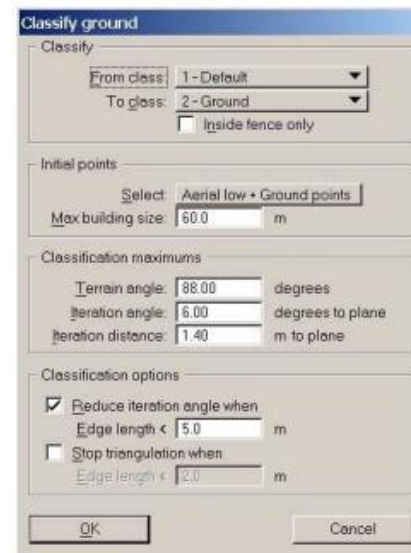


LiDAR: separazione vegetazione-suolo



L'elaborazione dei dati nativi (singoli ritorni dell'impulso LiDAR, *raw data*)

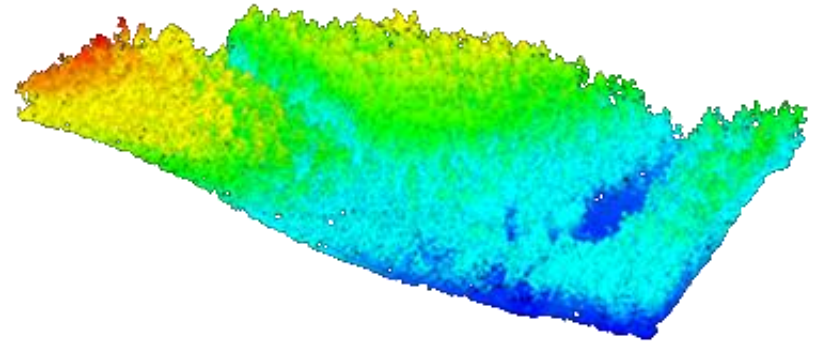
permette di **distinguere** e separare la **vegetazione** dal **suolo**



Axelsson, P., 2000. DEM generation from laser scanner data using adaptive TIN models. In: The International Archives of the Photogrammetry and Remote Sensing, 33 (B4/1), pp. 110–117.

LiDAR, elaborazione dati nativi: DSM, DTM, CHM

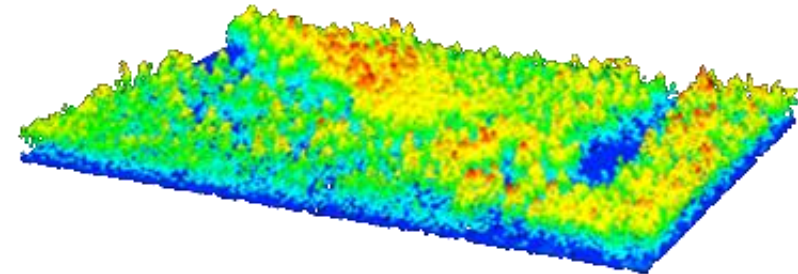
modello digitale della **superficie**
DSM



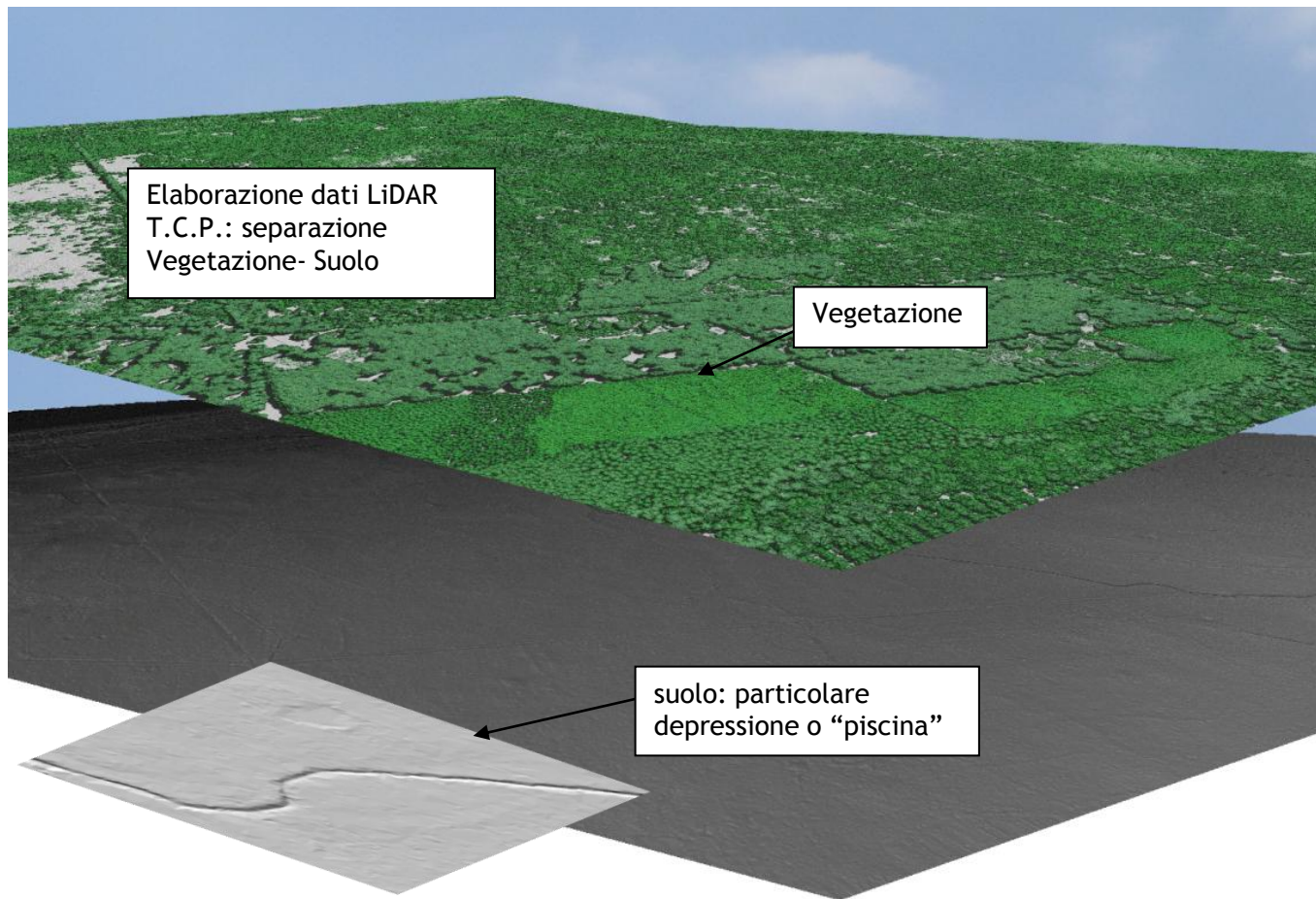
modello digitale del **suolo**
DTM



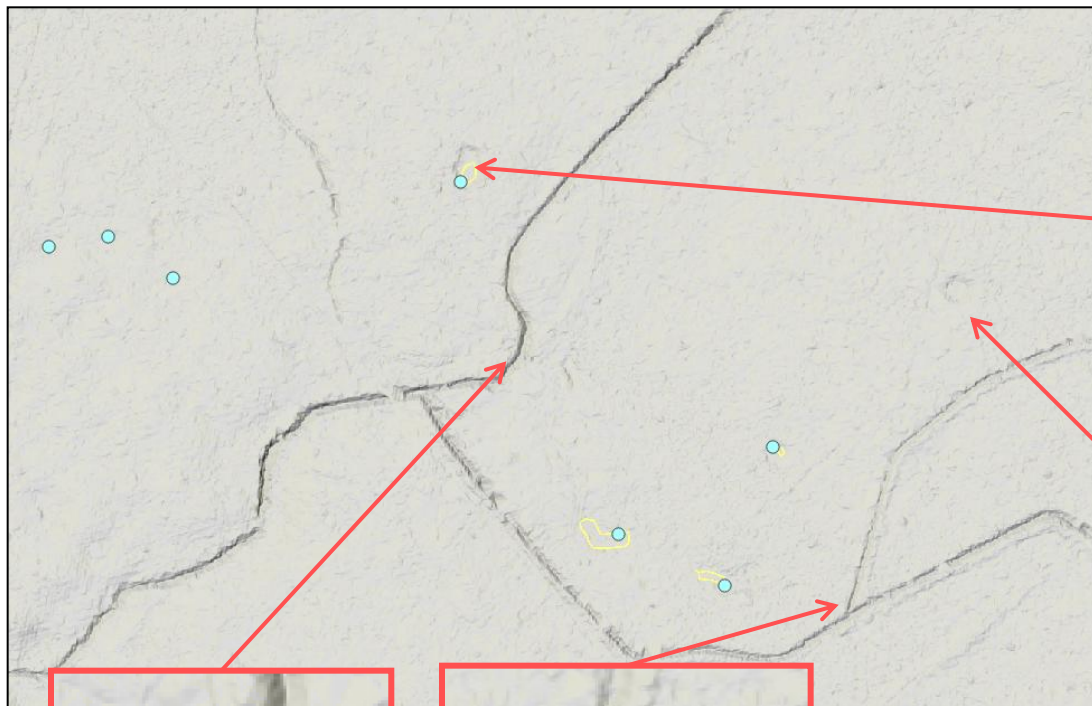
modello digitale delle **chiome**
CHM (DSM-DTM) normalizzato
a quota suolo costante



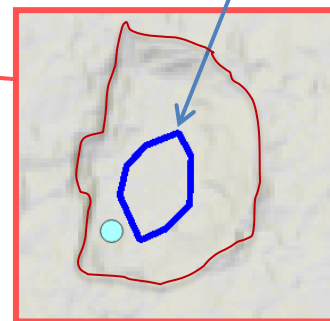
LiDAR: separazione vegetazione-suolo



LiDAR: DEM con precisioni inimmaginabile in passato

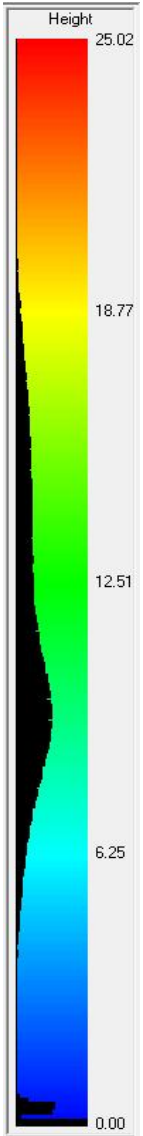
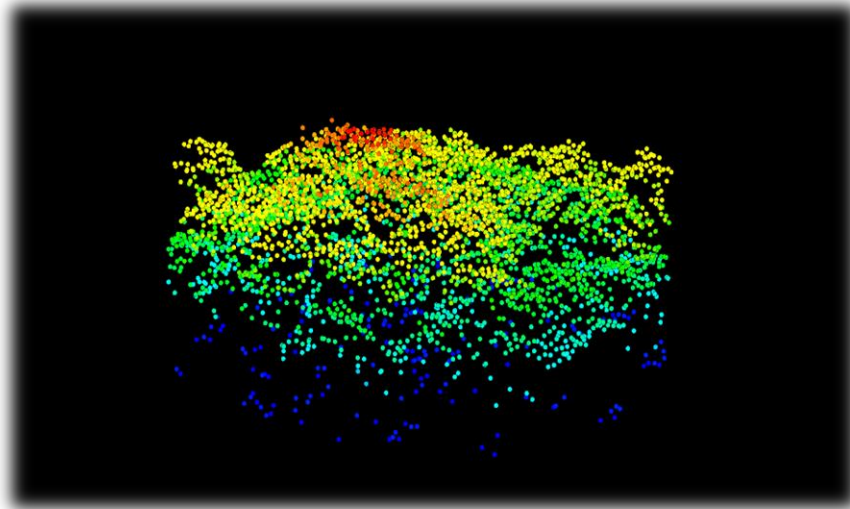
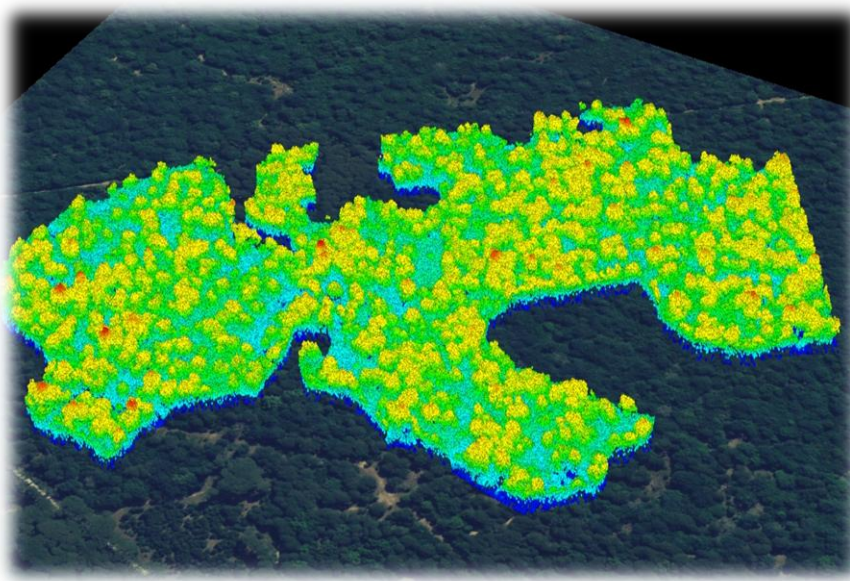


piscina digitalizzata da operatore su OFD

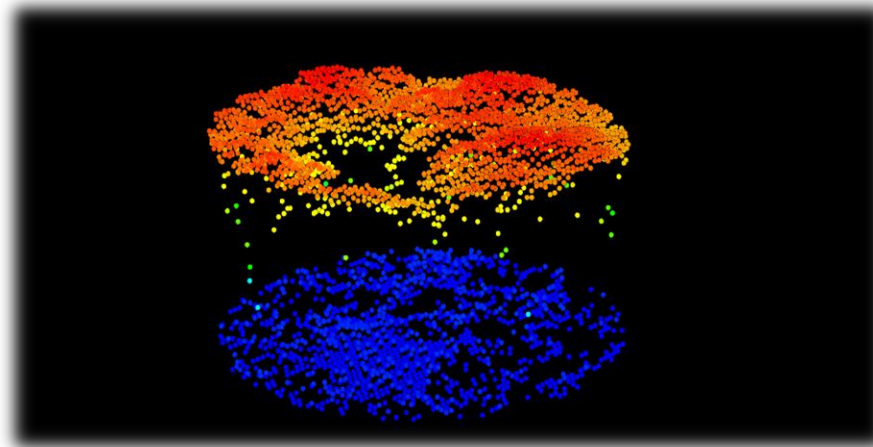
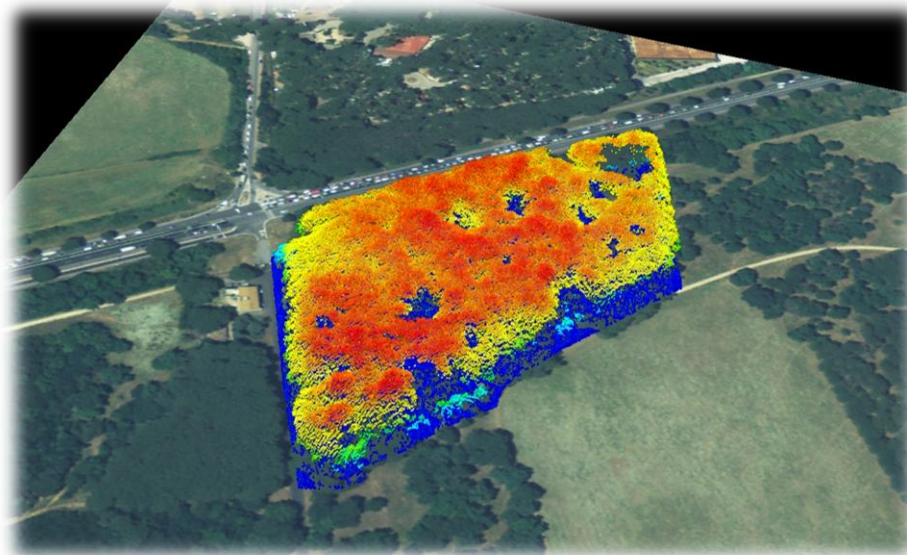


piscina evidenziata dal DEM Lidar ma non censita m (Δq : 1.12 m)





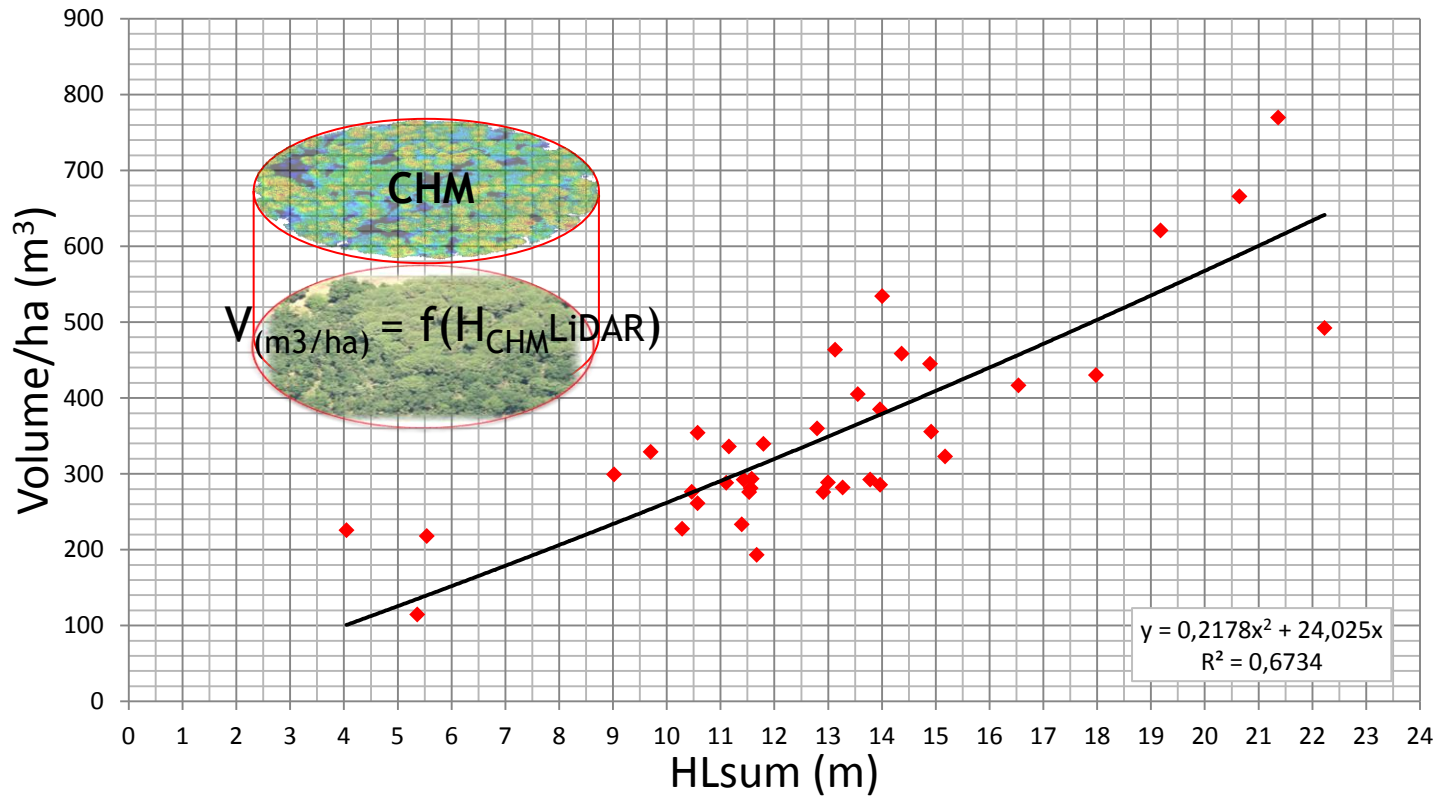
CHM LiDAR:
UFOR in **querceto**
caducifoglio



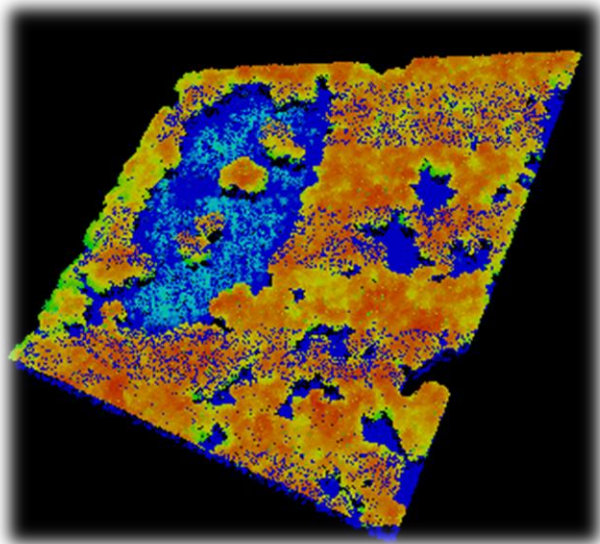
CHM LiDAR: UFOR in **pineta**

Sviluppo dei modelli LiDAR per Castelporziano

Pino domestico

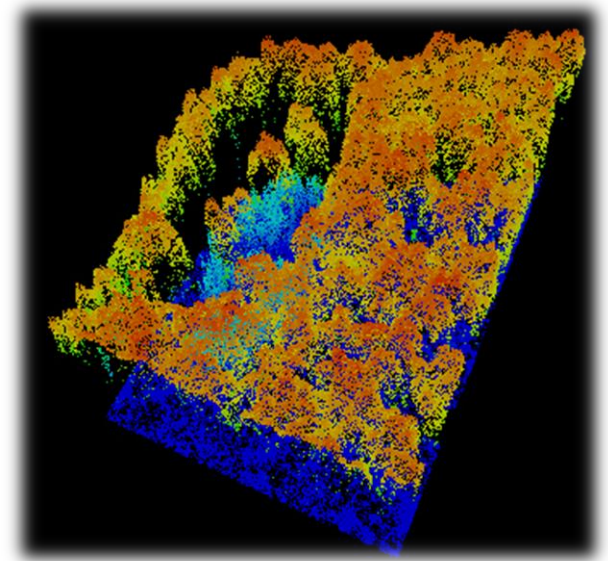


LiDAR: impiego nella stima (automatica) di volumi e biomasse legnose

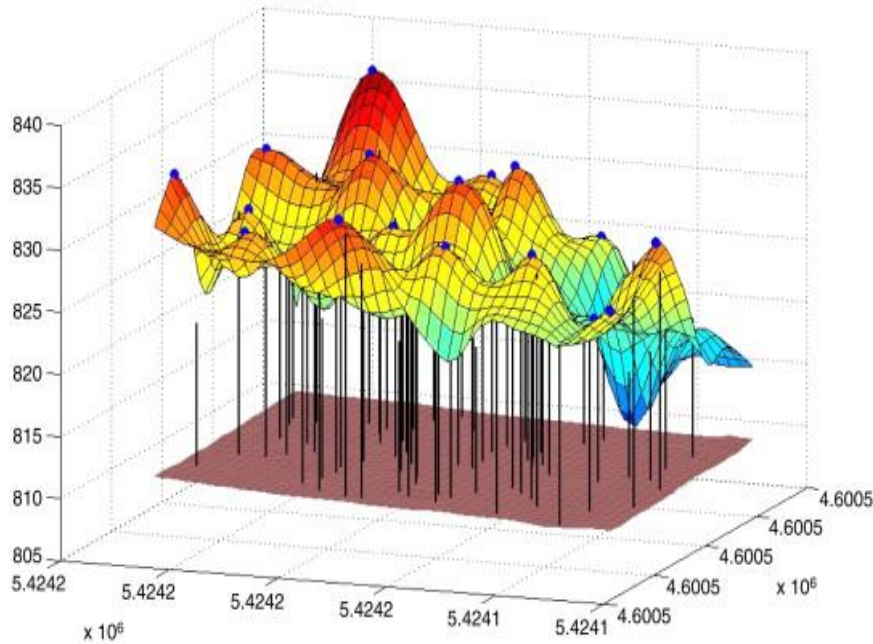


il **volume legnoso** e la **biomassa** presenti in un tratto di foresta non sono SOLO correlati alla sua **SUPERFICIE**

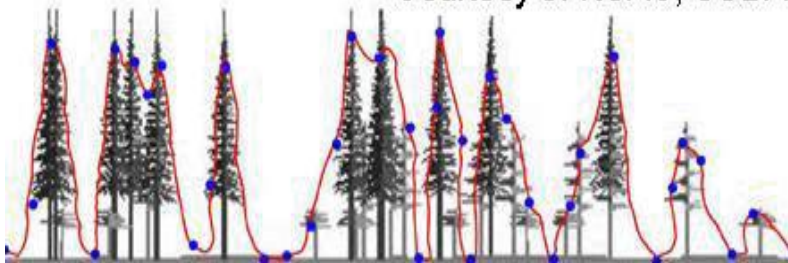
ma **ANCHE** (soprattutto) alla **ALTEZZA** e **DENSITA'** degli alberi presenti



LiDAR: impiego nella stima (automatica) di volumi e biomasse legnose



Courtesy of RSAC, USDA



Σ delle altezze (m) dei **ritorni** LiDAR di una tratto di foresta

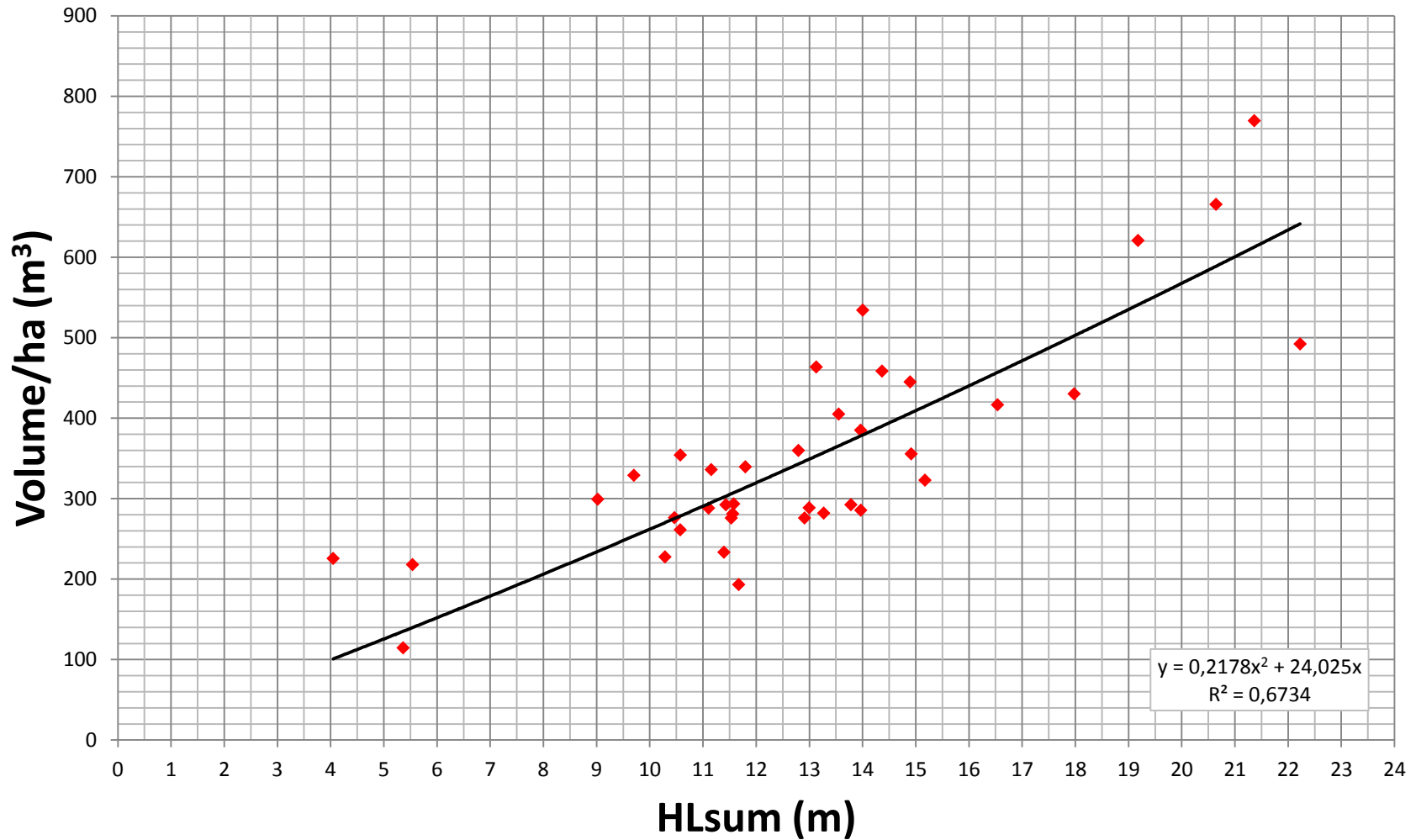
HL_{sum} : un'unica variabile che è ALTAMENTE CORRELATA al **volume** (e la **biomassa**) totale presente in quel tratto di foresta

se Sup. ↑
se Dens. ↑
se Alt. ↑

HL_{sum} ↑ e V ↑

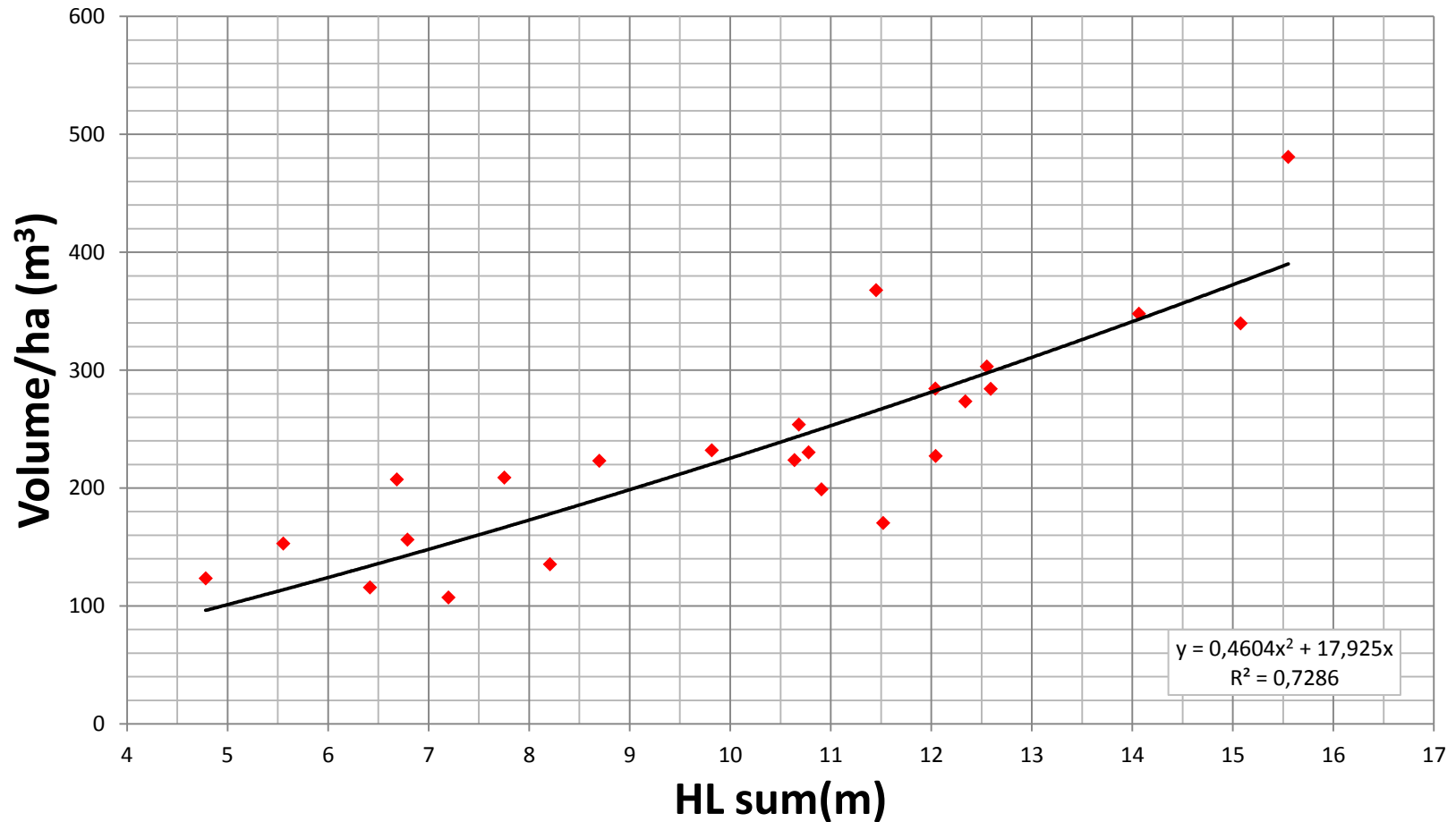
LiDAR: impiego nella stima (automatica) di volumi e biomasse legnose

Pino domestico

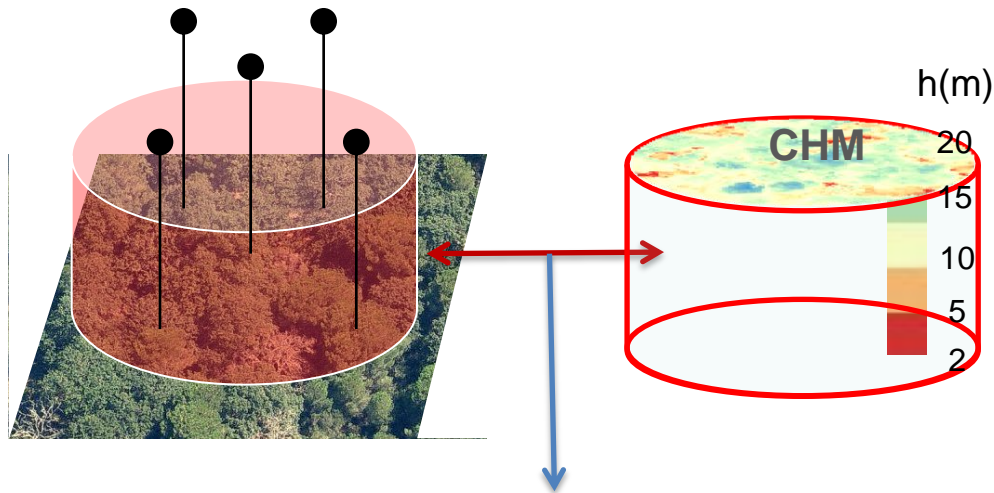


LiDAR: impiego nella stima (automatica) di volumi e biomasse legnose

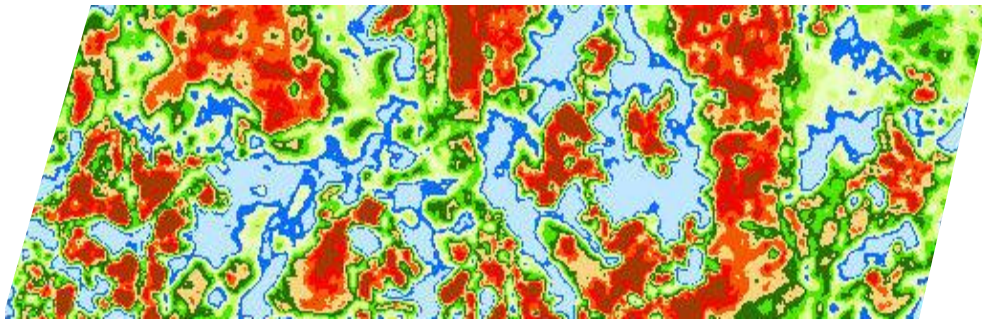
Piantagioni speciali



LiDAR: impiego nella stima (automatica) di volumi e biomasse legnose

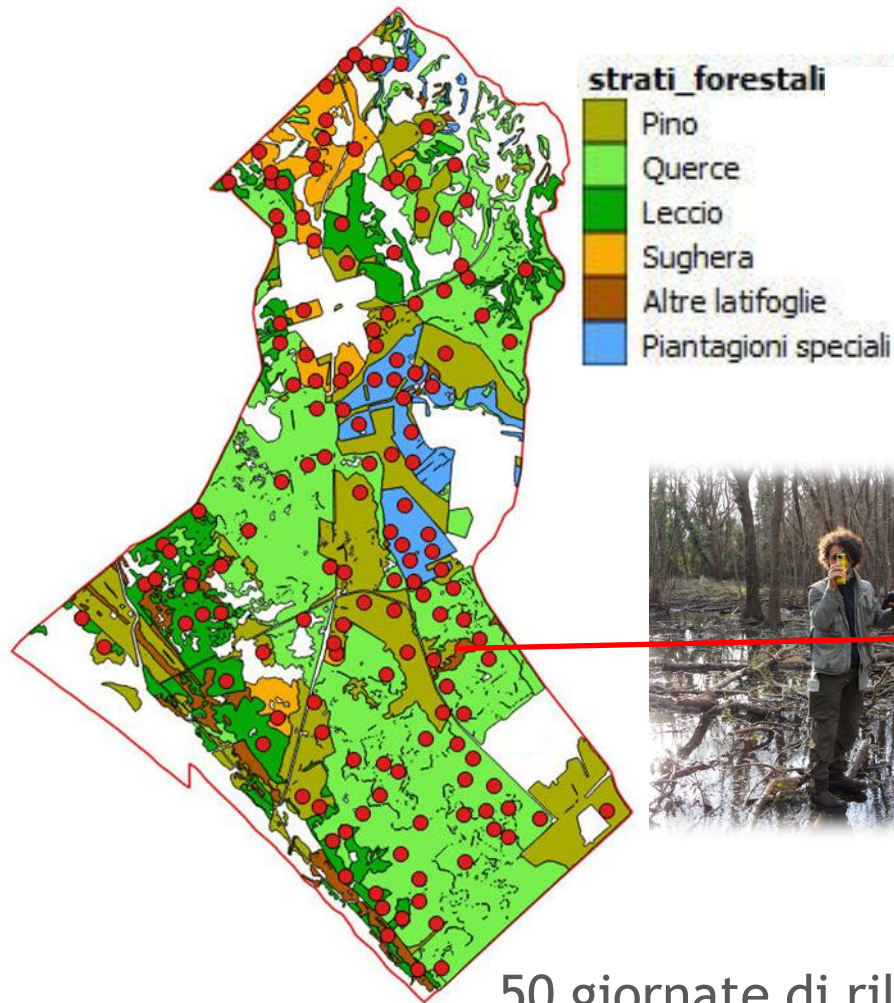


$$V_{(m^3/ha)} = f(\text{LiDAR})$$

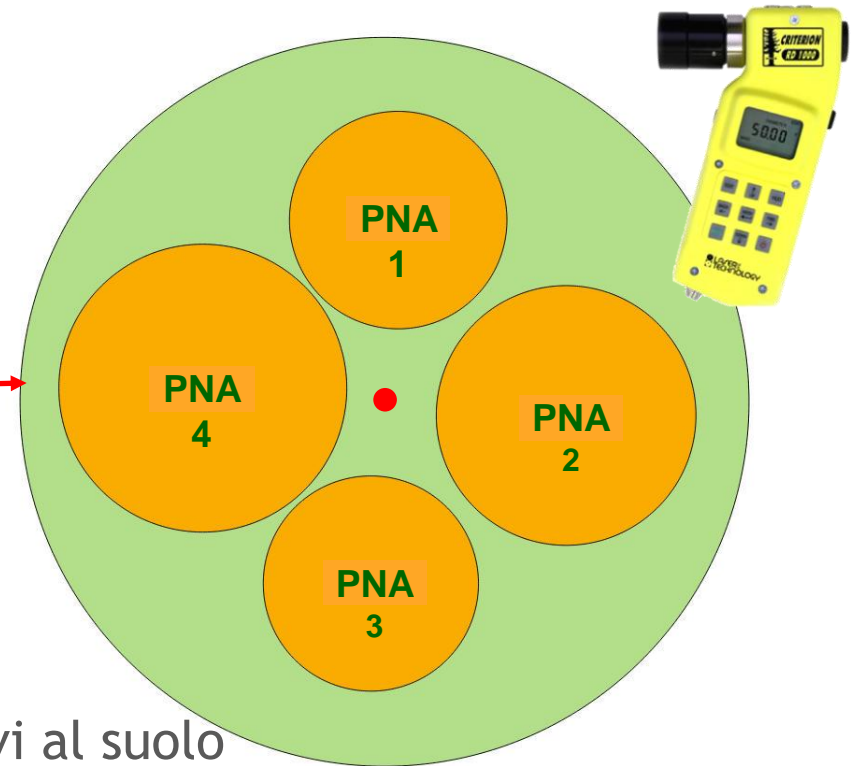


- “**verità al suolo**” al suolo: 688 aree relascopiche raggruppate in 176 “**BigPlot**” di 1 ettaro
- studio della **correlazione** tra dato **al suolo** e CONTESTUALE dato **LiDAR**
- POI....applicazione dei modelli realizzati **su tutta la foresta**, sulla **sola base** del dato LiDAR

LiDAR: impiego nella stima (automatica) di volumi e biomasse legnose



BigPlot: raggio 56,42 m,
superficie di 1 ha,
contiene 4 **PNA**.

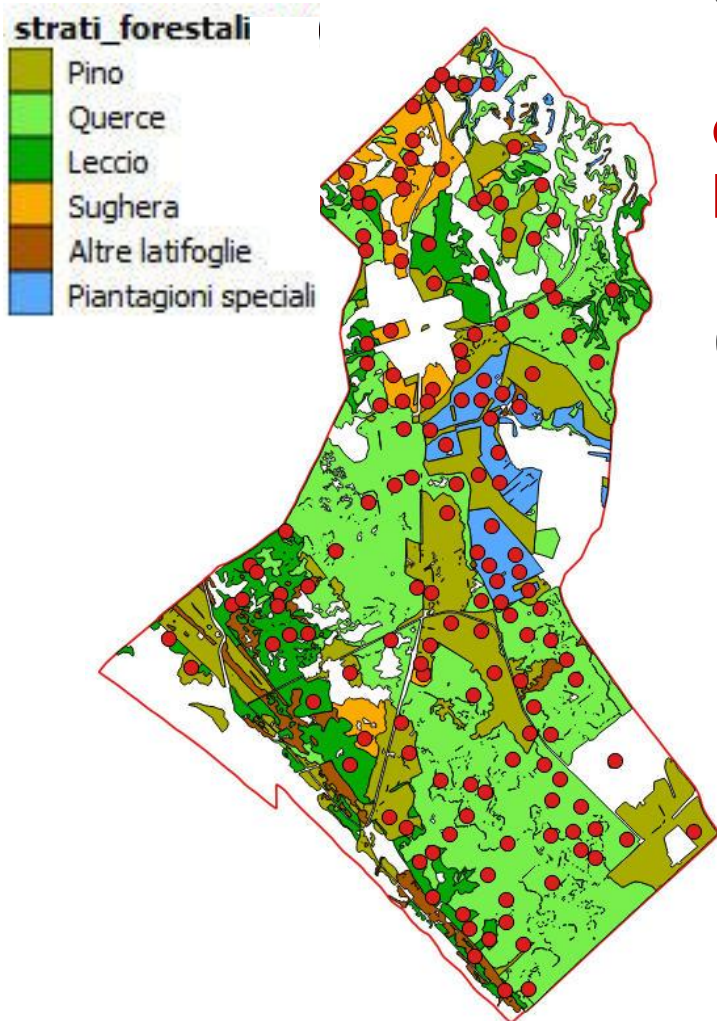


LiDAR: impiego nella stima (automatica) di volumi e biomasse legnose

numero di “verità al suolo” per grande categoria forestale

due modelli di stima (**volume/m³** e **biomassa/t**) per ogni categoria

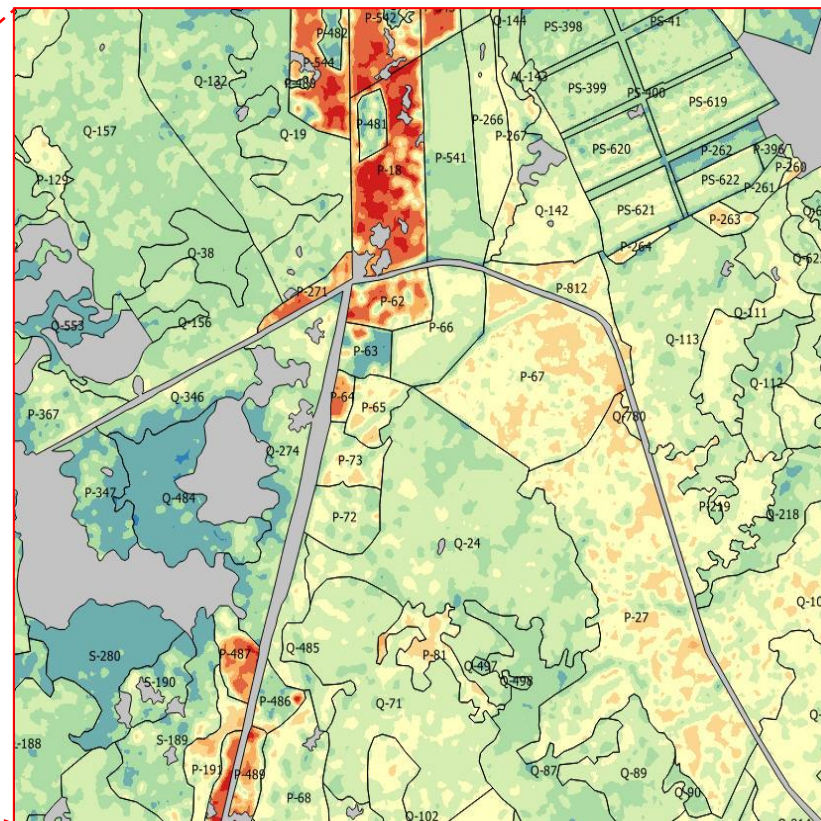
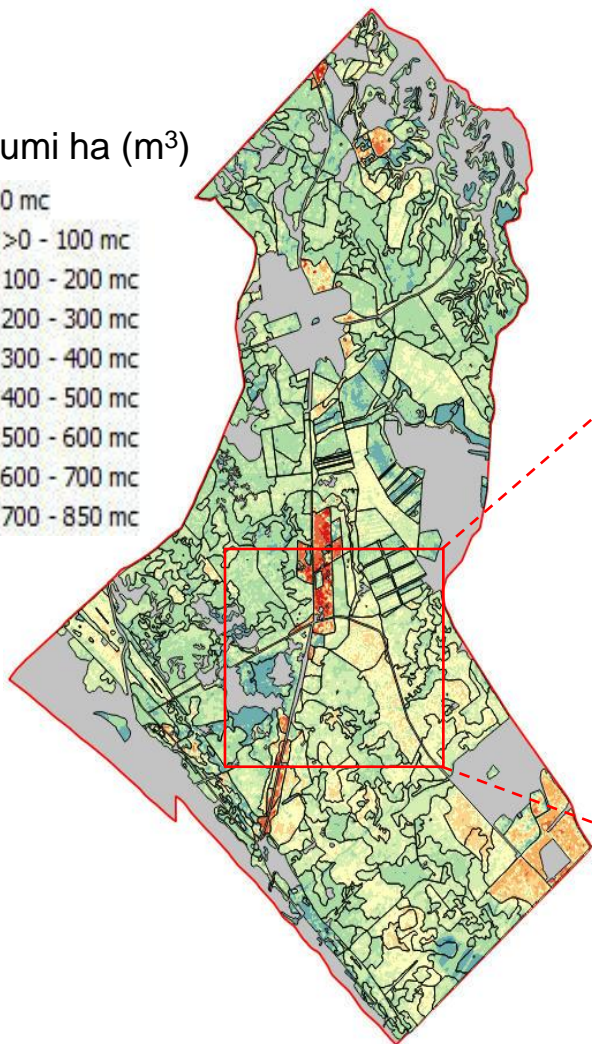
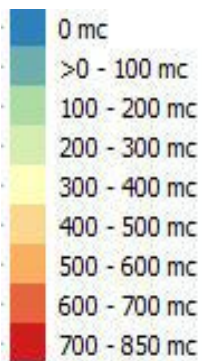
(12 modelli LiDAR per Castelporziano)



Strato	Sup. strato (ha)	Numero BigPlot	Numero PNA
Pinete	1008	38	144
Querceti	2375	65	252
Leccete	506	24	96
Sugherete	240	18	72
Altre latifoglie	125	7	28
Piantagioni Speciali	278	24	96
Totale	4532	176	688

layer SIFTEC dei volumi (e biomasse) ad ettaro **in continuo**

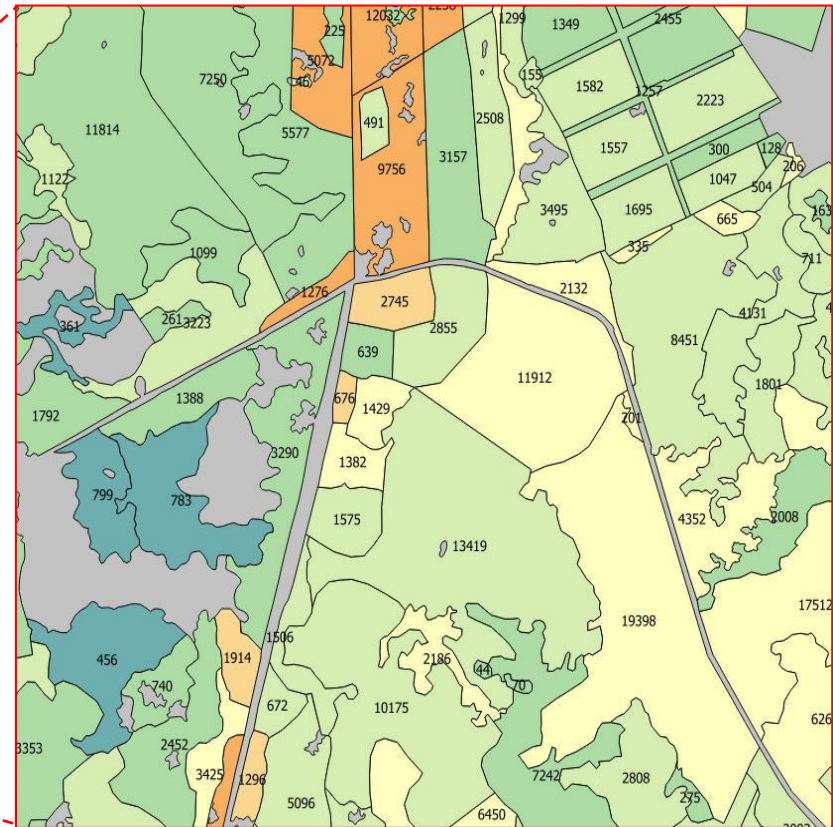
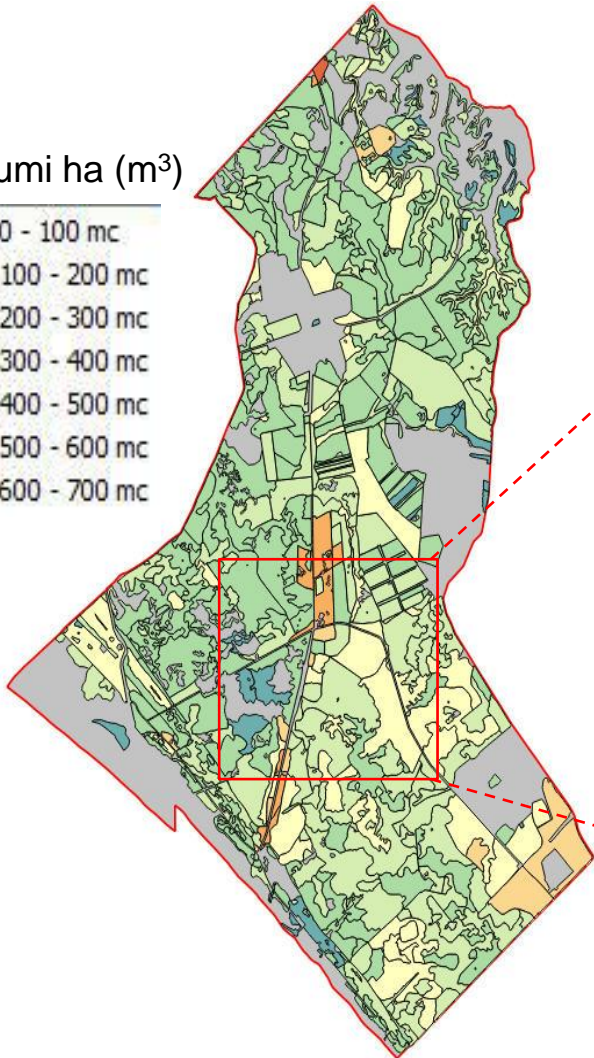
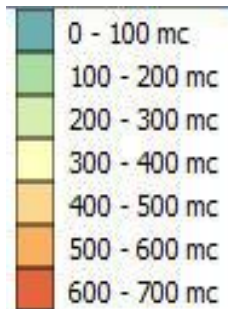
Volumi ha (m³)



layer SIFTEC dei volumi (e biomasse) **totali** di **UFOR**

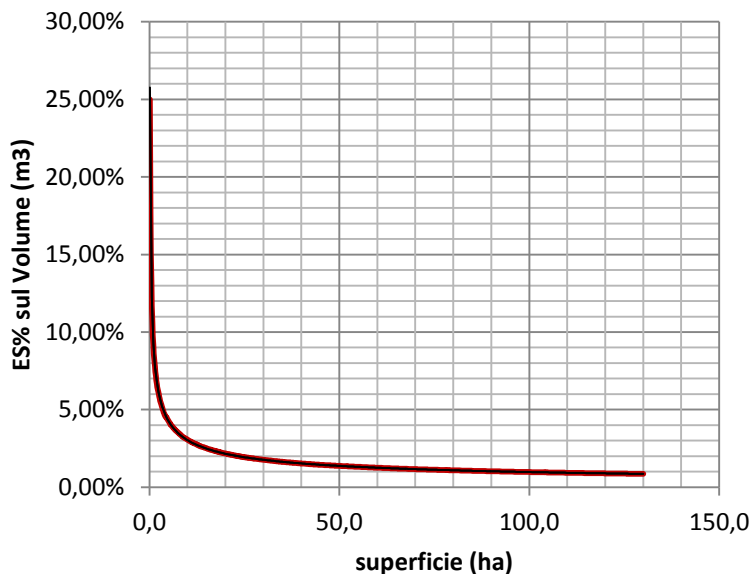
.....e di **qualsiasi altra superficie** non preconstituita

Volumi ha (m³)



LiDAR: impiego nella stima (automatica) di volumi e biomasse legnose

ERRORI STANDAR di stima dei modelli LiDAR Castelporziano al variare della superficie di applicazione												
Tipo forestale	Sup. (ha)	Vol medio/ha (m ³)	ES% del volume (m ³) all'aumentare della superficie (ha)								ES in m ³	
			1	3	5	10	20	50	100	sup. totale	v totale	ES
Pinete	1008	328	9,44%	5,49%	4,27%	3,04%	2,16%	1,38%	0,98%	0,31%	330.420	1.036
Querceti	2353	221	14,71%	8,43%	6,51%	4,58%	3,22%	2,03%	1,43%	0,29%	520.641	1.500
Leccete	506	181	13,00%	7,53%	5,84%	4,14%	2,94%	1,86%	1,32%	0,59%	91.845	542
Sugherete	240	161	13,81%	8,00%	6,21%	4,40%	3,12%	1,98%	1,40%	0,91%	38.623	351
Form ad Altre latifoglie	125	165	10,06%	5,83%	4,52%	3,21%	2,27%	1,44%	1,02%	0,91%	20.672	189
Piantagioni speciali	278	166	8,30%	4,81%	3,73%	2,64%	1,87%	1,19%	0,84%	0,51%	46.164	234
										0,37%	1.048.364	3.851



precisione di stima dei modelli ?

a 10 ettari è migliore di quella (4%) conseguibile col cavallettamento totale su 20 ha

sul totale della foresta è dello **0,37%**

(+ o - 4.000 m³ su 1 milione di m³)

ELITE/SIFTEC alcuni risultati inventariali





Quasi **6000 ha**: il **90%** (oltre **5000 ha**) è **forestale** (45% a Querceto, 20% a Pineta, 10% Lecceta, 5% Sughereta, 5% Piantagioni speciali, 8% a Macchia mediterranea, 2% ad Altre latifoglie, 5% altre sup. incluse)

5 milioni di alberi (oltre 1000/ha in media). **900 mila** con dimensioni significative (200/ha)

Il **Volume legnoso** significativo supera **1 milione di m³** (230 m³/ha). Pinete (330 m³/ha), Querceti (220 m³/ha).

La **biomassa epigea viva degli alberi** supera le **800 mila tonnellate** in peso secco e **1 milione di tonnellate** in peso fresco.



Aggiungendo al **Carbonio** delle biomasse quello del **suolo forestale**, si ottiene una **captazione complessiva di CO₂** nell'ecosistema forestale di Castelporziano di **3,3 milioni di tonnellate di CO₂** (emessa in **1 anno** da quasi **2,8 milioni di autoveicoli**)

Stimando prudenzialmente **nell'1,7% l'accrescimento annuale**, la foresta di Castelporziano sottrae **oggi ANNUALMENTE** all'atmosfera di Roma la CO₂ emessa **per percorrere in auto 320 milioni di km.**

Aumentando l'incremento legnoso annuale della foresta dello **0,5%** (gestione forestale + attiva), la capacità di assorbimento di emissioni di CO₂ **aumenterebbe del 30%**

Conclusioni



Ansedonia. Pablo Echaurren

LA TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO: UNA SMART FOREST IN 4D

- Al di là dei risultati inventariali globali di ELITE/SIFTEC, fondamentali sono le **migliaia di dati “localizzati”**, centrali per la **Pianificazione assestamentale e selvicolturale (ELITE2 in corso fino a fine 2016)**
- **Altrettanto** importanti sono gli esiti in termini di **tipo e possibilità di consultazione/distribuzione dell’informazione** nella filosofia **“smart forest”** di SIFTEC (relazione seguente di Giacomo Colle)
- Le possibilità offerte dal LiDAR e dai modelli messi a punto **possono e devono** spostare risorse dall’inventariazione all’analisi e prescrizione pianificatoria **vera e propria**

LA TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO: UNA SMART FOREST IN 4D

- SIFTEC rimarrà solo **un inventario forestale avanzato** (“inventario forestale 2.0”) al 2014 se non si investirà costantemente su di esso come **collettore dei dati di ogni nuova acquisizione conoscitiva sulla foresta**, non solo di gestione, ma anche di ricerca
- Il progetto si è dimostrato in linea con la filosofia CREA MPF della ricerca forestale:
 - sempre caratterizzata anche da **finalizzazione concreta**
 - realizzata in sinergia con realtà imprenditoriali innovative nate anche con l'intento di **renderla trasferibile e utile all'utenza**



***GRAZIE
PER
L'ATTENZIONE***

GIANFRANCO SCRINZI
gianfranco.scrinzi@entecra.it