

UAVS FOR SEEING MONITORING AS AUXILIARY TOOLS FOR OPTICAL GROUND-BASED TELESCOPES

F. Biondi, D. Magrin, R. Ragazzoni, M. Bergomi, E. Carolo, M. Dima,
J. Farinato, D. Greggio, M. Gullieuszik, L. Marafatto, E. Portaluri



Воздушное торпедо.

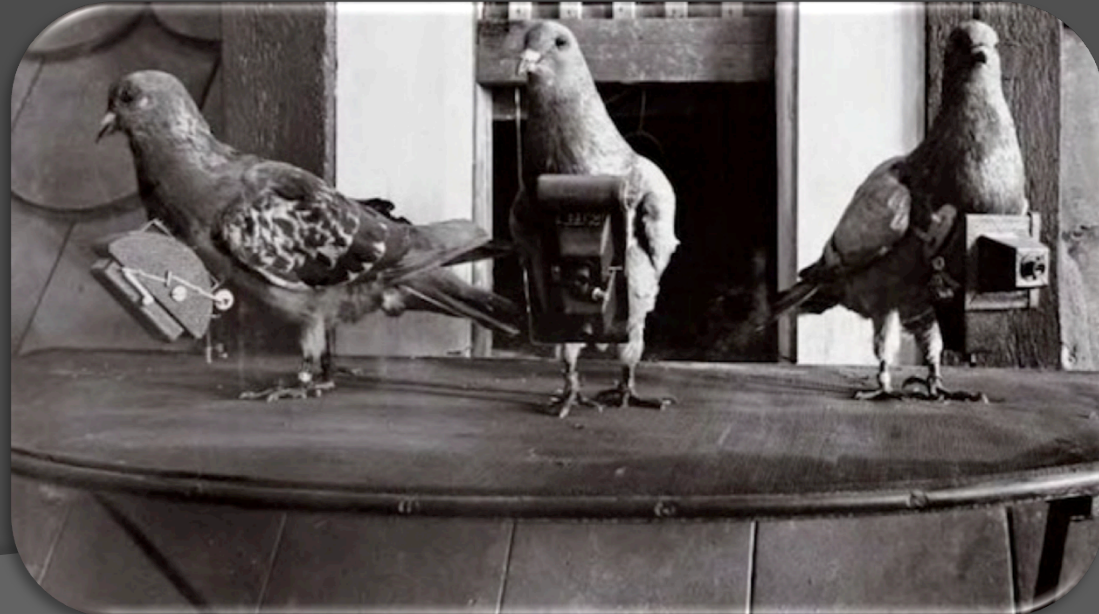


Бомбардировка с аэростата. "Воздушное торпедо" О. С. Костовича.

Interpretazione artistica russa di utilizzo di palloni aerei utilizzati per il bombardamento austriaco di Venezia (22 Agosto 1848) in seguito ai moti risorgimentali per la restaurazione della Repubblica di Venezia

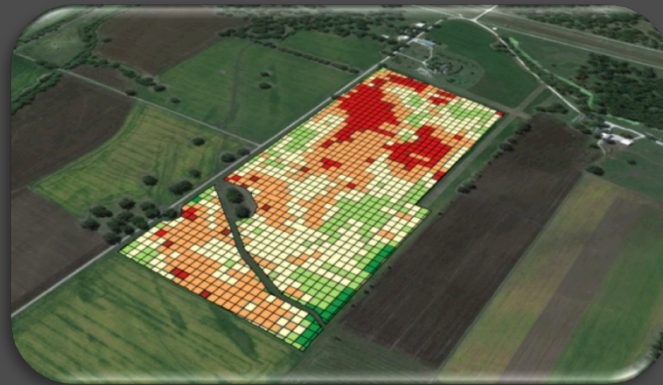
http://www.ctie.monash.edu.au/hargrave/rpav_home.html#Beginnings

Fotografia aerea con piccioni di Julius Neubronner, 1908 (diverse fotocamere da 30 a 75g)



Droni in ambito civile

- Archeologia
- Agricoltura di precisione
- Cinematografia
- Meteorologia
- ...



- Pizze? (Domino's Domicopter)

Droni in (radio) astronomia

BEAM CALIBRATION OF RADIO TELESCOPES WITH DRONES

CHIHWAY CHANG*, CHRISTIAN MONSTEIN, ALEXANDRE REFREGIER, ADAM AMARA
ADRIAN GLAUSER, SARAH CASURA

Institute for Astronomy, Department of Physics, ETH Zurich, Wolfgang-Pauli-Strasse 27, 8093 Zürich, Switzerland
Draft version November 10, 2015

Astronomical Society of the Pacific <http://dx.doi.org/10.1086/683467>



Da sorgenti astronomiche (Sole, Luna, Cassiopeia A, Cygnus A, Taurus A, Virgo A)

→

a sorgente artificiale installata su un hexacopter (ca 2.7kg → tot ca 10kg)

(Gränichen, Svizzera)

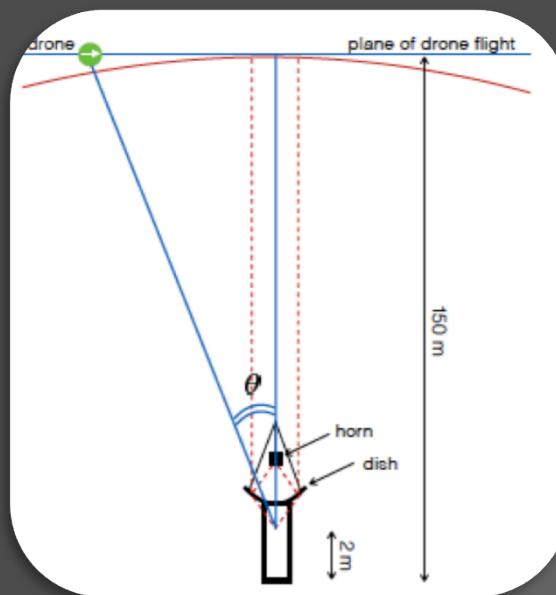


FIG. 2.— Image of the 5m radio dish at the Bleien Observatory. From the image one can see the wire meshed reflector, as well as the four struts which hold the horn receiver in focus.

Droni in (radio) astronomia

Square Kilometer Array → Aperture Array Verification Programme (AAVP)

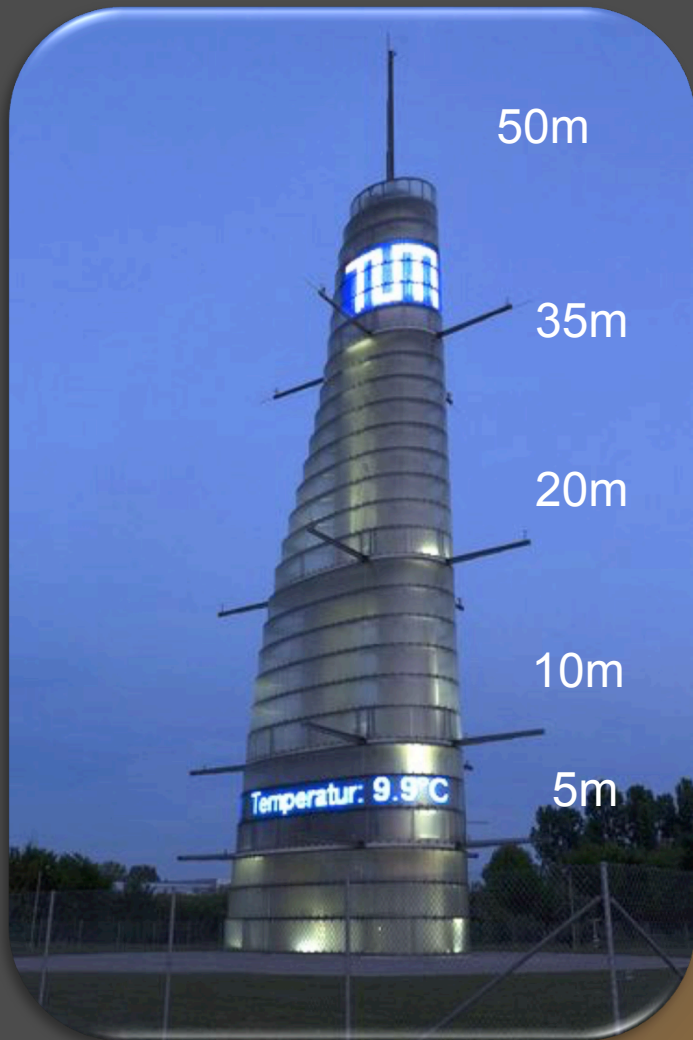
Caratterizzazione e calibrazione di un prototipo di array di antenne a bassa frequenza (LFAA).

INAF, CNR- IEIT e Politecnico di Torino hanno utilizzato un hexacopter a Medicina (Antenne Vivaldi) e Cambridge (SKALA) per “illuminare” le antenne



Idee per astronomia nel range visibile

- ⦿ **Turbolenza atmosferica**
- ⦿ Autocollimazione telescopi
- ⦿ Scattering / riflettività
- ⦿ Cophasing tasselli di segmented mirrors



Torre Oskar von Miller (62m)
Technische Universität München
Garching bei München

Programma di radioprotezione e
stazione meteorologica
(velocità e direzione del vento / precipitazioni)

Dome C, Antartide
torre di 33m per la turbolenza
atmosfera (2006)

4+4 coppie di termometri
per misure differenziali di
temperatura (sensibilità
qualche m°) per integrare
e irrobustire precenti
misure da pallone

$$C_n^2 = [kP / T^2]^2 C_t^2$$





Cerro Paranal, VLT

Traliccio meteo di ca 30m

30m → velocità e direzione vento / temperatura / umidità / particle count

20m → velocità 3d vento / particle count

10m → velocità e direzione del vento

2m → temperatura / umidità / pressione

Tutto ciò che ci serve è



DJI S1000 Octocopter:
1500 EUR (amazon.it)

Tubo in fibra di carbonio:

Ø est 32 mm

Ø int 29 mm

L = 2000 mm

m = 0.411 kg

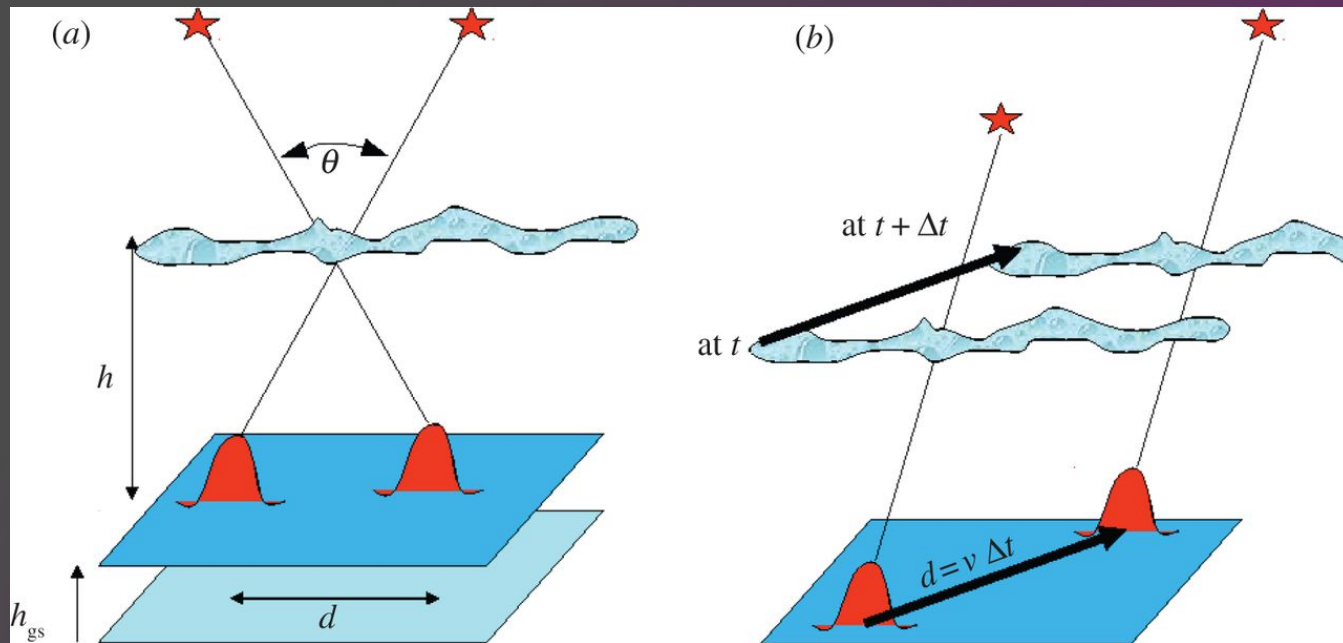
prezzo = 81 EUR (carbonveneta.it)



Determinazione della turbolenza con sorgenti astronomiche

SCIntillation Detection And Ranging

Vernin & Rodier 1973, 1975, Caccia et al.1987



Sofieva et al. 2012

2 stelle producono due uguali profili di scintillazione separati da una distanza $d = \theta h$

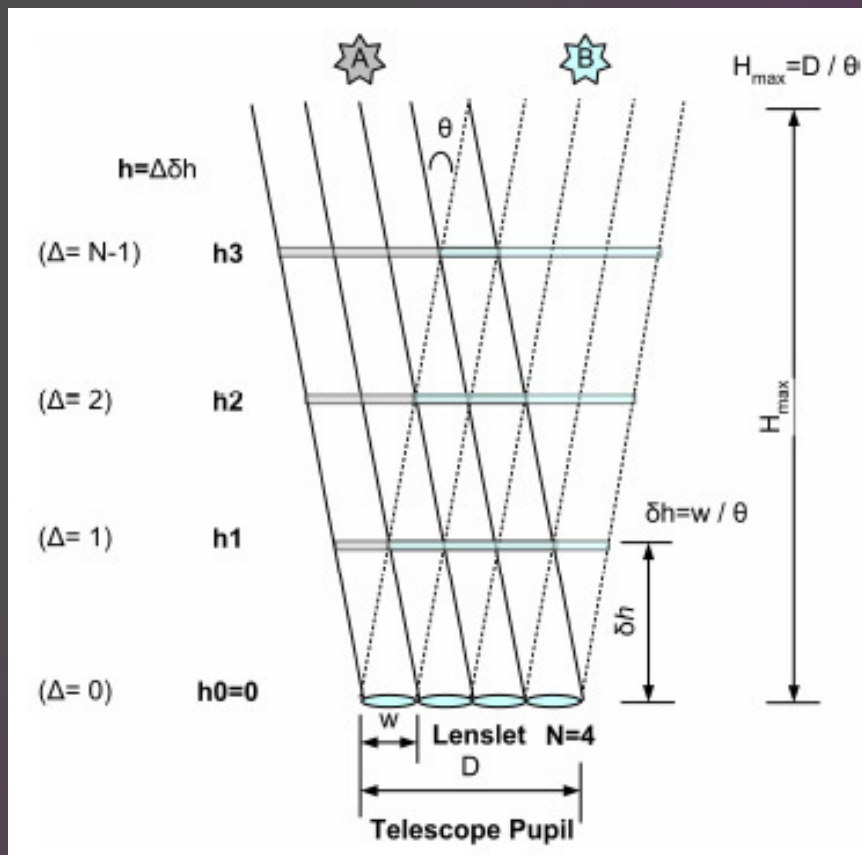
d è la coordinata del massimo della funzione di autocorrelazione del profilo di scintillazione (ogni layer produce un bump nell'autocorrelazione)

L'intensità del picco è legato al $C_n^2(h)$.

SLOpe Detection And Ranging

Wilson 2002

Cross correlazione spaziale dei gradienti locali del fronte d'onda utilizzando uno Shack-Hartmann wavefront sensor





X = laser

X = retroriflettore

X = sfera riflettente

Pro

- Droni sempre più affidabili (capacità di hovering, tracciabilità, riposizionamento, automatizzazione del volo)
- Droni sempre più economici
- Droni comunque più economici (e immediati) di altri metodi per raggiungere posizioni scomode / poco sicure
- Sensori sempre più leggeri ed affidabili
- Possibilità di operare in luce diurna
- Veloce posizionamento 3d (profili atmosferici in ogni direzione)

Criticità

- Batteria di durata limitata (15-20 min) e dipendenza del tempo di volo dalla massa
- Turbolenza generata dalle eliche
- Burocrazia (= Sicurezza) per cominciare un esperimento

Esperimento preliminare

Test di misura della turbolenza indotta da un drone



diodo laser
(635nm,
3mW) +
beam
expander
Thorlabs



DJI Phantom3 (m=1280g, diagonale= 690mm)



Dell xps m1330

Nikon d7000 4928x3264 (4.8 μ m) px

+ 200mm lens



ccd Edmund Optics

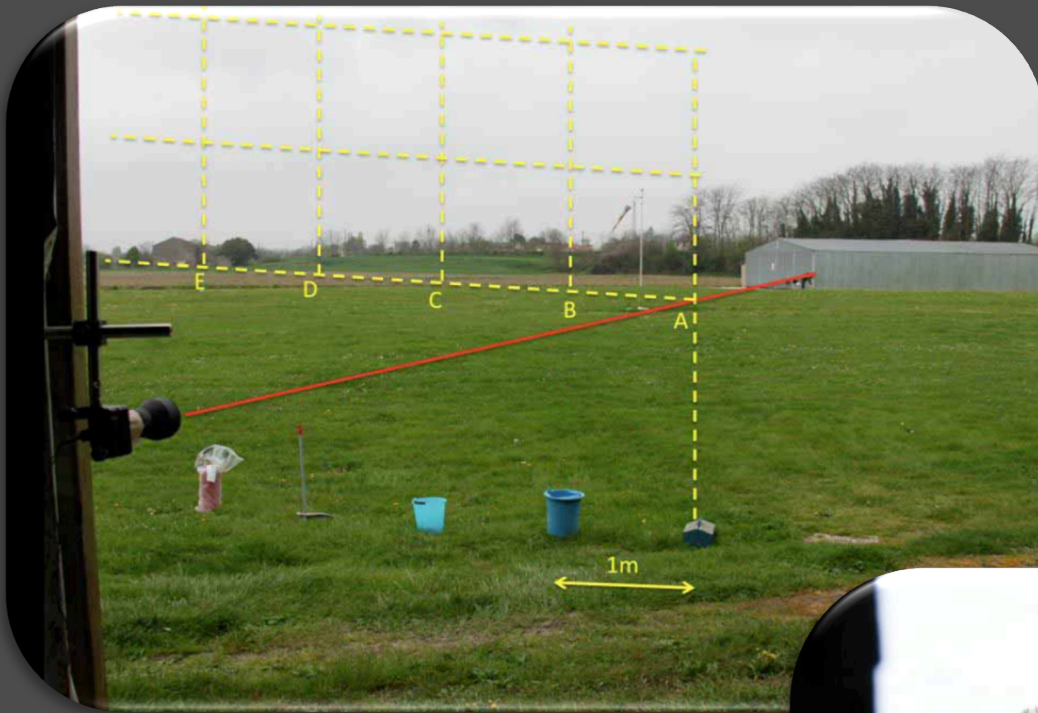
1280x1024 (5.2 μ m) px + filtro He-Ne

Preparazione setup



punti di controllo





Raffiche di 128 pics ogni 0.1s direttamente sul ccd EO



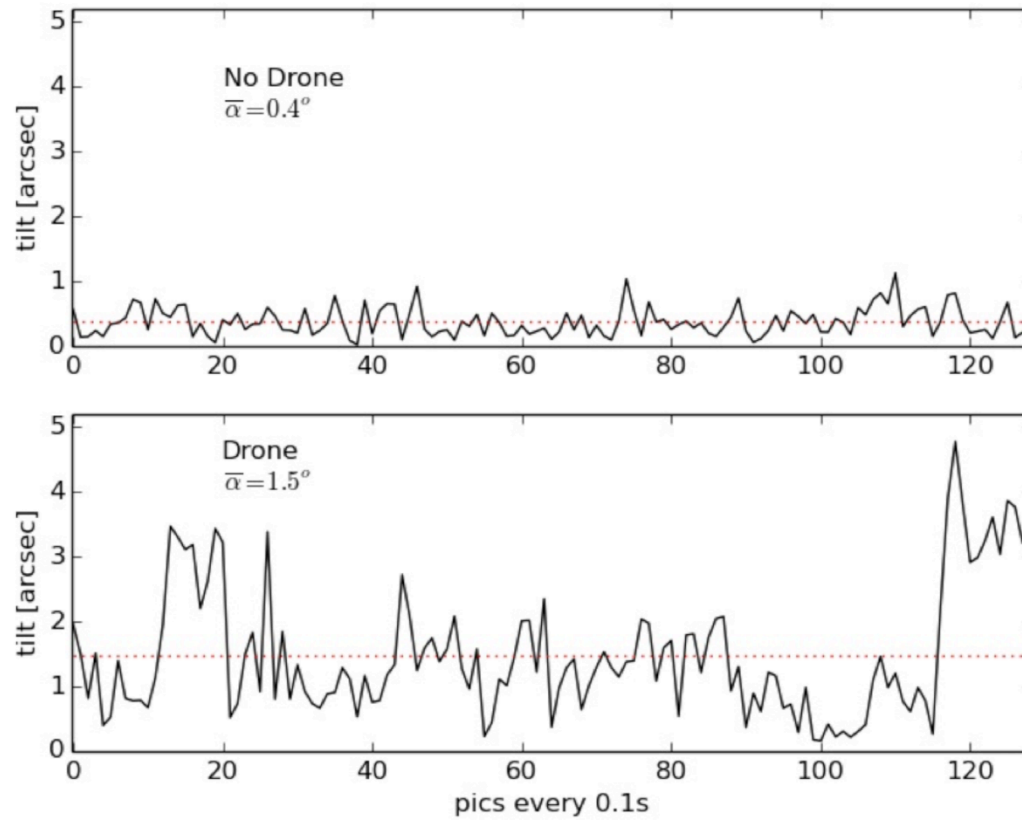
25m



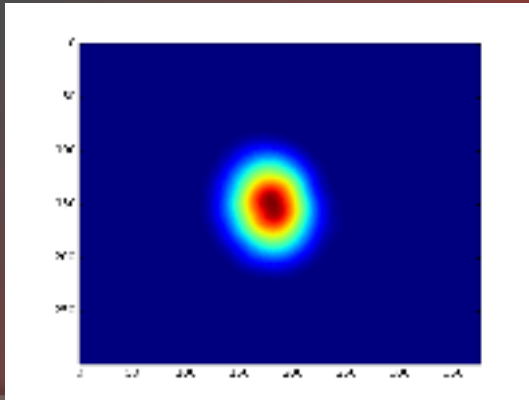
69m

Immagine proiettata su schermo e acquisite con Nikon+200mm (raffiche di 30 pics a 1/500s)

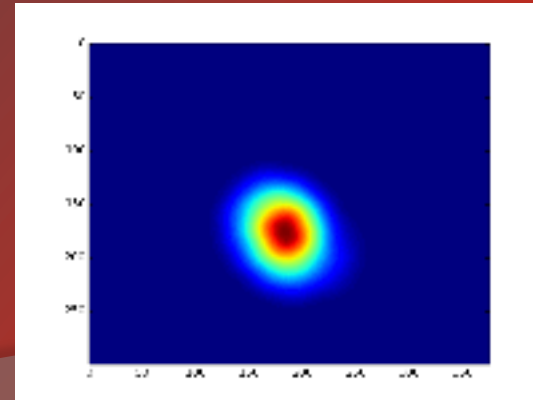




No drone



Drone 4m



UAV

Operazioni Specializzate o Attività sperimentali o ricerca scientifica

Scopi ricreazionali o sportivi

SAPR

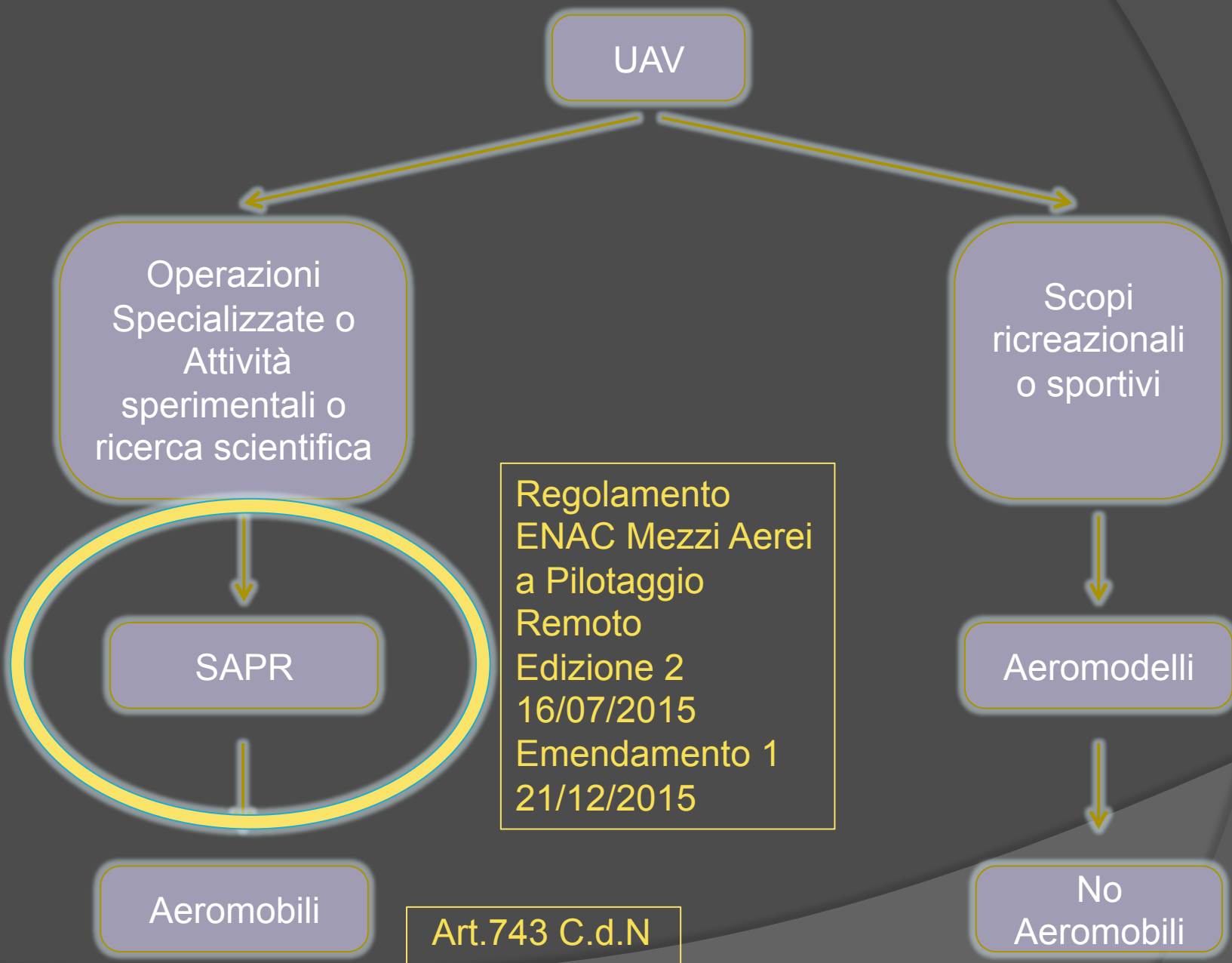
Regolamento ENAC Mezzi Aerei a Pilotaggio Remoto Edizione 2 16/07/2015 Emendamento 1 21/12/2015

Aeromodelli

Aeromobili

Art.743 C.d.N

No Aeromobili



SAPR

$m < 25\text{kg}$

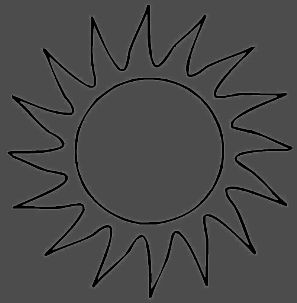
$m \geq 25\text{kg}$

Operazioni
NON critiche

Operazioni
critiche

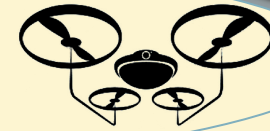
- VLOS + no sorvolo di aree congestionate / persone / agglomerati urbani / infrastrutture sensibili (anche in caso di avarie)
- *dichiarazione* a ENAC delle condizioni e limiti delle operazioni di volo e necessità di spazi aerei segregati

- non “non critiche”
- necessitano di *autorizzazione* ENAC
- sistema di terminazione volo



VLOS

5 km



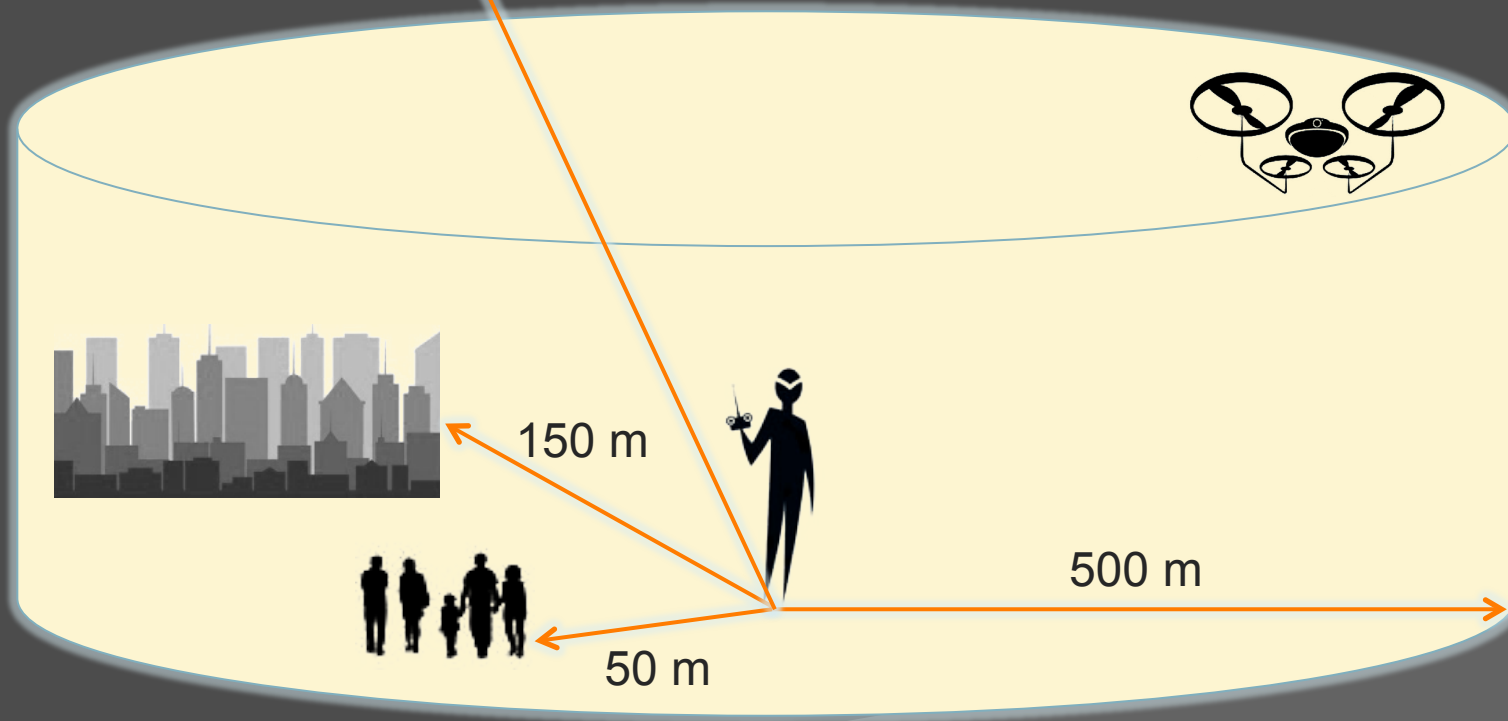
150 m
AGL

150 m

500 m

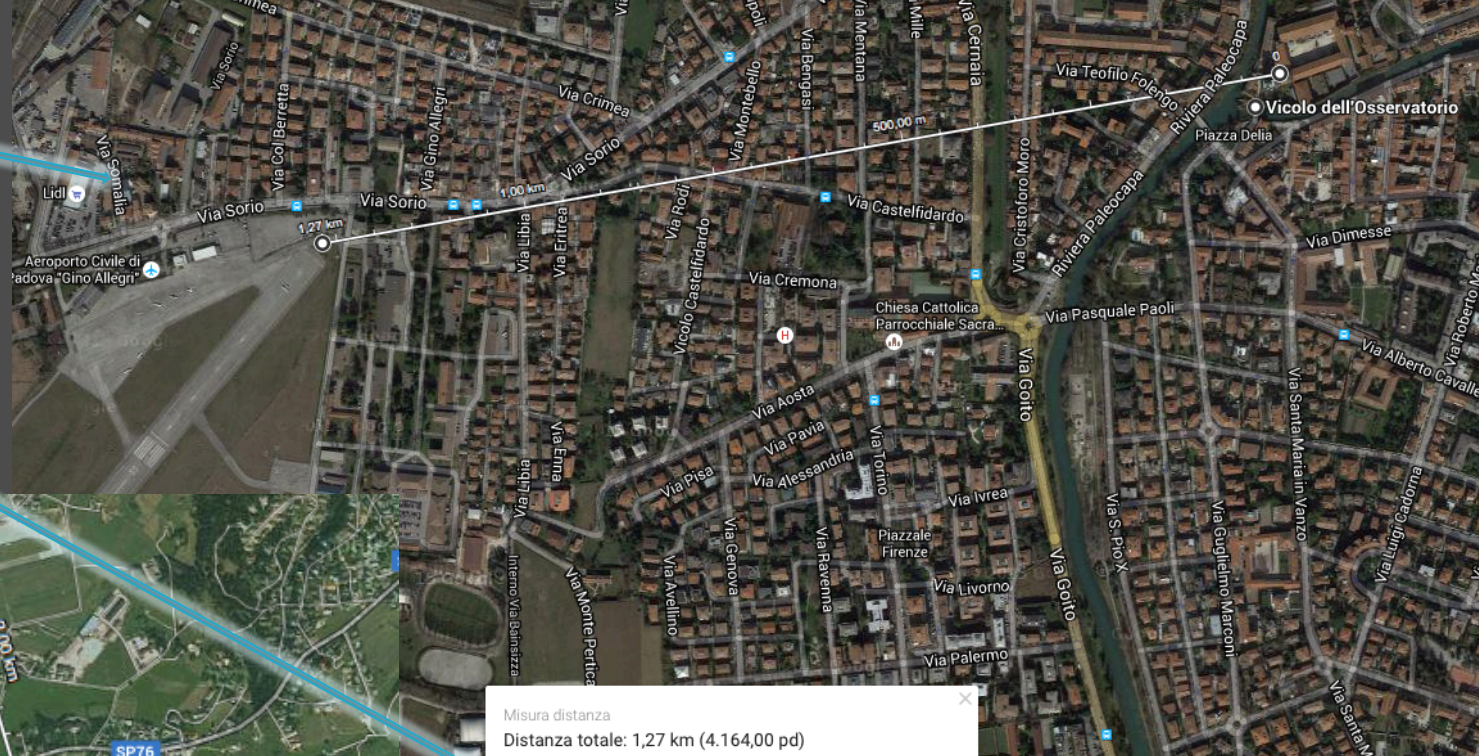


50 m

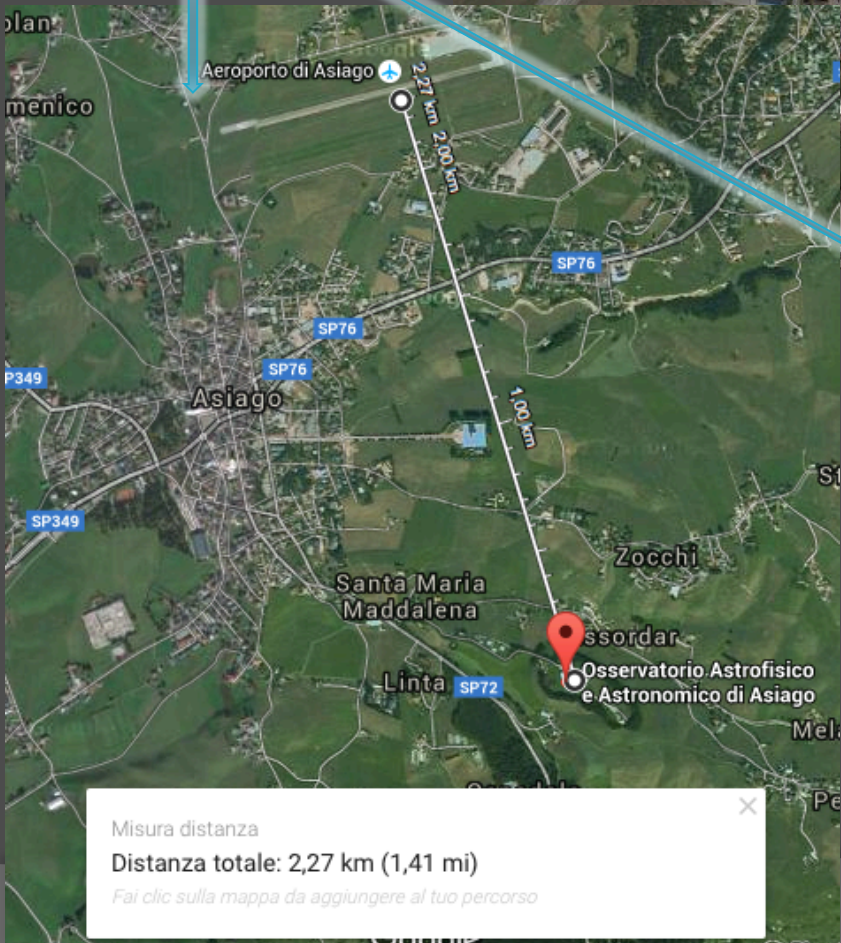


Padova

e Asiago

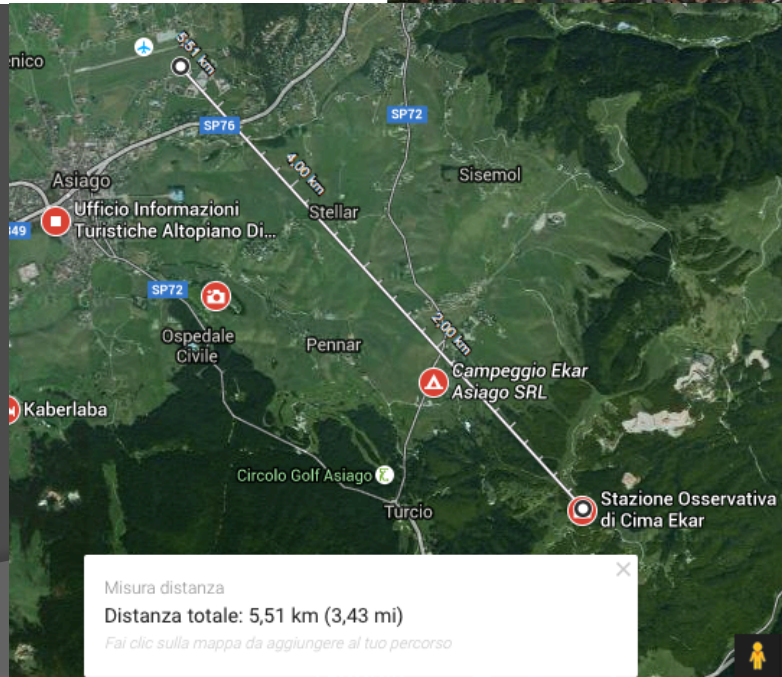


Misura distanza
 Distanza totale: 1,27 km (4.164,00 pd)



Misura distanza
 Distanza totale: 2,27 km (1,41 mi)

Fai clic sulla mappa da aggiungere al tuo percorso



Misura distanza
 Distanza totale: 5,51 km (3,43 mi)

Fai clic sulla mappa da aggiungere al tuo percorso

QUALCHE ESEMPIO DI SANZIONE

per il PILOTA di SAPR <25kg
operazioni NON critiche

- Sorvola aree congestionate / assembramenti persone / agglomerati urbani / aeroporti



arresto fino a 6 mesi + ammenda 516 € + sospensione titolo da 3 a 12 mesi
(sorvolo centri abitati e getto da aeromobili in volo,
Art. 1228, n.1 C.d.N)



- Sprovvisto di certificato medico o con certificato scaduto



reclusione da 1 a 5 anni + sospensione autorizzazioni certificazioni privilegi
(usurpazione del comando di nave o aeromobile,
Art.1117 C.d.N.)

- Non richiede utilizzo spazio aereo per operazioni in spazi aerei controllati o entro le ATZ



arresto fino a 3 mesi ovvero ammenda 206 € (inosservanza di norme sulla sicurezza della navigazione, Art.1231 C.d.N.)

- Utilizza sapr privo di copertura assicurativa in corso di validità concernente responsabilità verso terzi



sanzione amministrativa da 50000 a 100000 € (omessa assicurazione obbligatoria, Art.1234 C.d.N)

QUALCHE ESEMPIO DI SANZIONE

per l'OPERATORE di SAPR <25kg operazioni NON critiche

- Usa SAPR sprovvisto di permesso di volo o certificato di navigabilità



arresto fino a un anno ovvero 1032 € + sospensione autorizzazioni certificazioni privilegi (navigazione senza bandiera, Art.1216 c.2 c.3 C.d.N.)



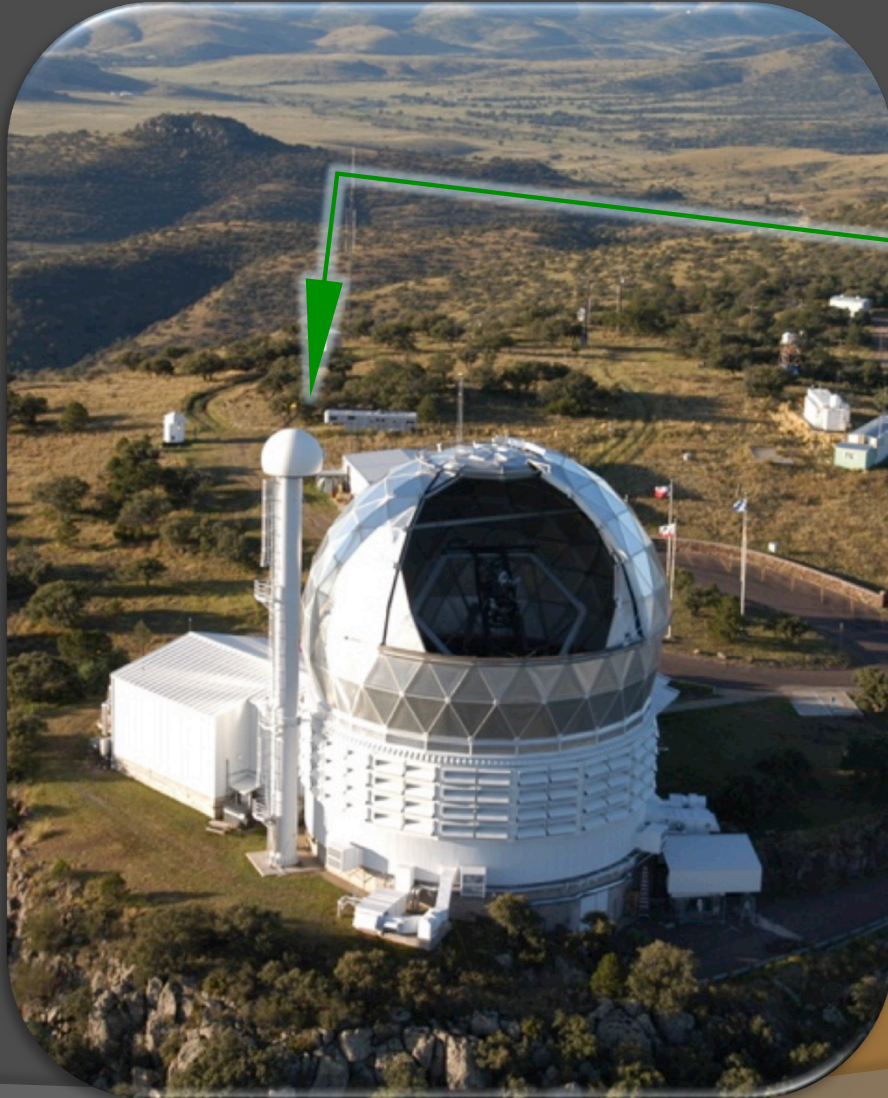
Ancora una torre

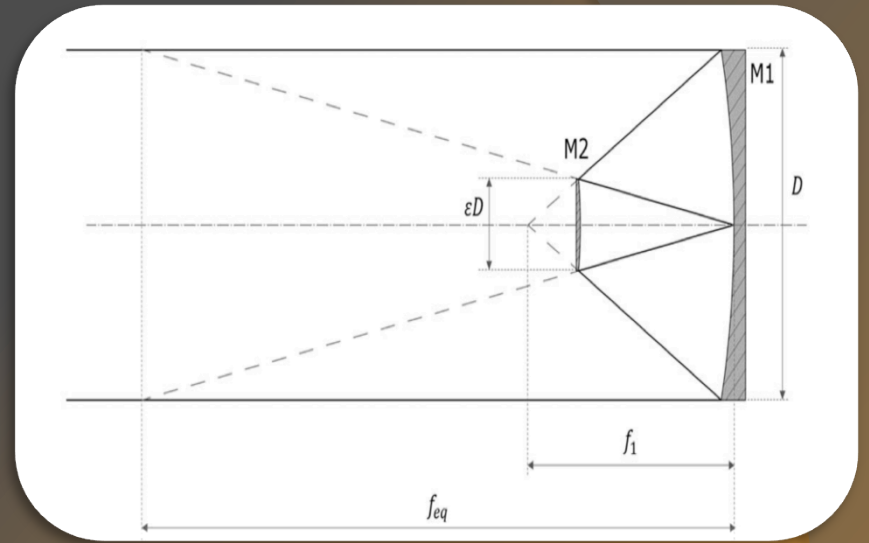
McDonald Observatory
Jeff Davis County, TX, USA

Hobby-Eberly telescope (9.2m)

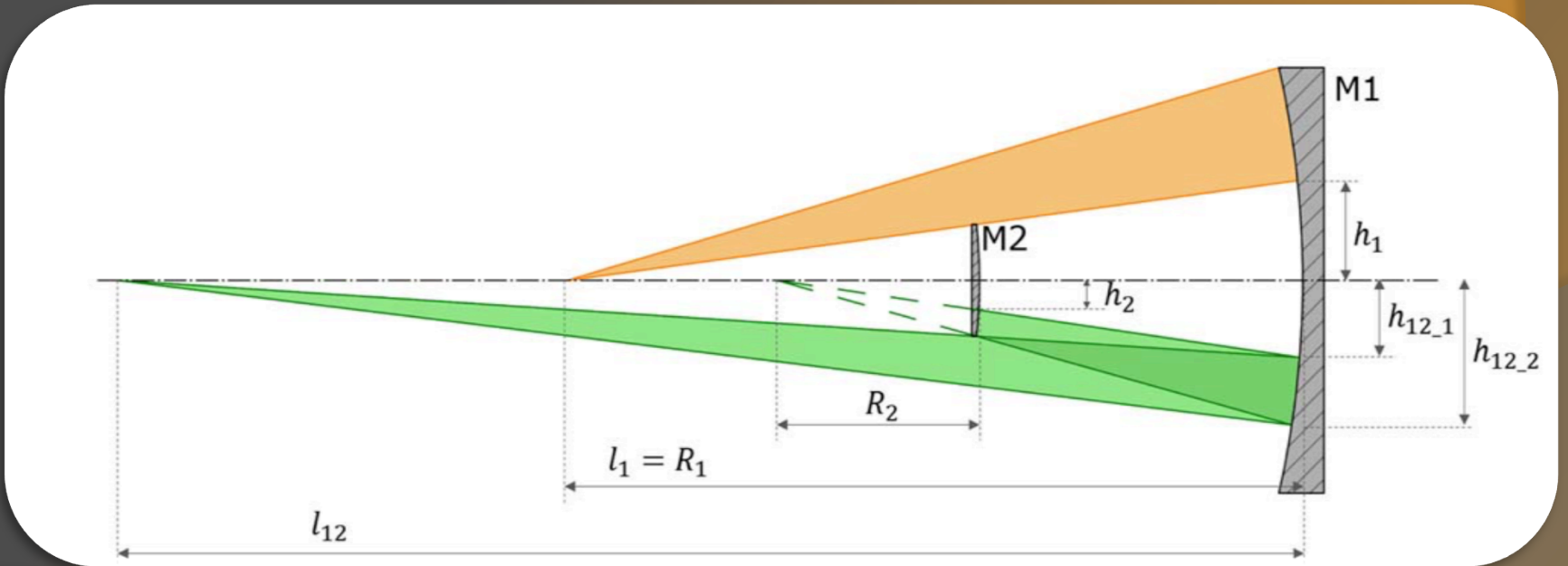
Center of Curvature Alignment Sensor
Tower (CCAS) utilizzata per calibrare i
91 segmenti dello specchio.

altezza = 26m





Cassegrain "semplificato"



Punti di autocollimazione

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

Bel videoclip musicale girato
interamente con un drone...

(I won't let you down,
artist: OK-Go
director: Morihiro Harano)

Graditelo!



LABORATORIO
NAZIONALE
ADONI
OTTICA
ADATTIVA