



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Ministero dell'Istruzione,  
dell'Università e della Ricerca*



Forum Della Tecnologia 22-24 Giugno 2022

# Metrologia per SRT

Alessandro Attoli,

in rappresentanza del gruppo di metrologia di INAF - Osservatorio Astronomico di Cagliari

A. Attoli, F. Buffa, A. Cazzani, G. L. Deiana, A. Fara, F. Gaudiomonte, P. Marongiu, C. Pernechele, M. Pili, T. Pisanu, S. Poppi, G. Sanna, G. Serra, F. Stochino, G. P. Vargiu

e-mail: [alessandro.attoli@inaf.it](mailto:alessandro.attoli@inaf.it)



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

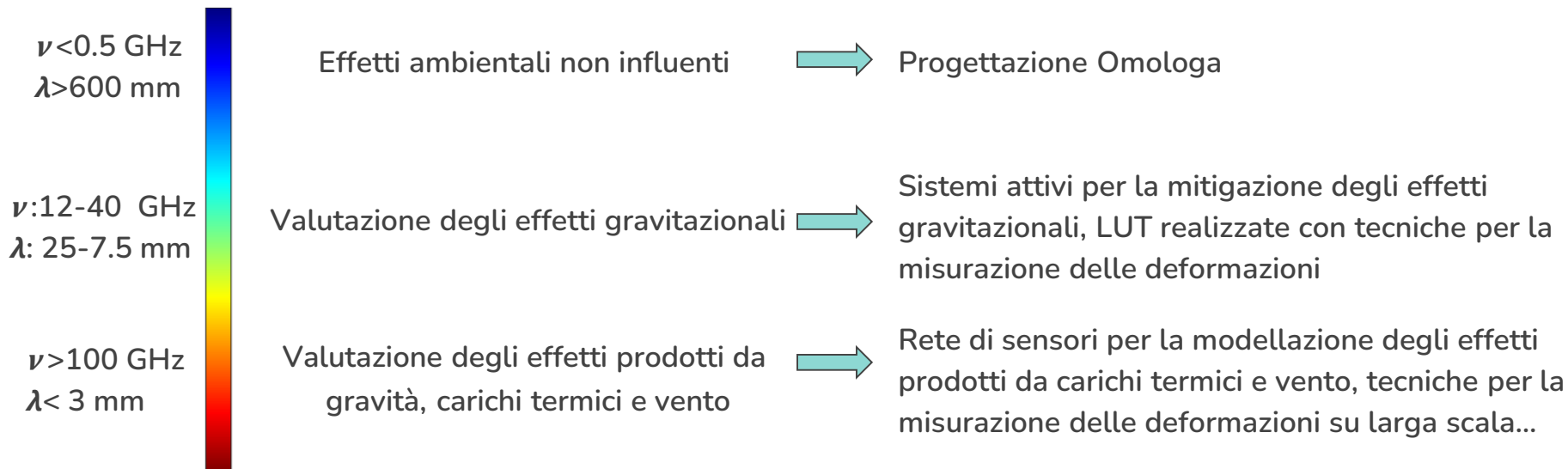


# Contents

- Influenza delle azioni ambientali al variare della frequenza
- Descrizione SRT
- Sensori lineari
- Fotogrammetria
- Olografia
- FEM
- PON
- Conclusioni



# Influenza delle azioni ambientali al variare della frequenza



Scattering efficiency ➡  $\eta_e = \exp \left[ - \left( \frac{4\pi\epsilon}{\lambda} \right)^2 \right] + \dots$  Eq. di Ruze

# Descrizione SRT



## Dimensioni

- Diametro: 64 m
- Altezza in posizione di parcheggio: 70 m
- Peso: 3000 t

## Prestazioni attuali:

- Range di frequenza  $\nu$ : 0.3-26.5 GHz
- Lunghezza d'onda  $\lambda$ : 1-0.01 m

## Parti attive:

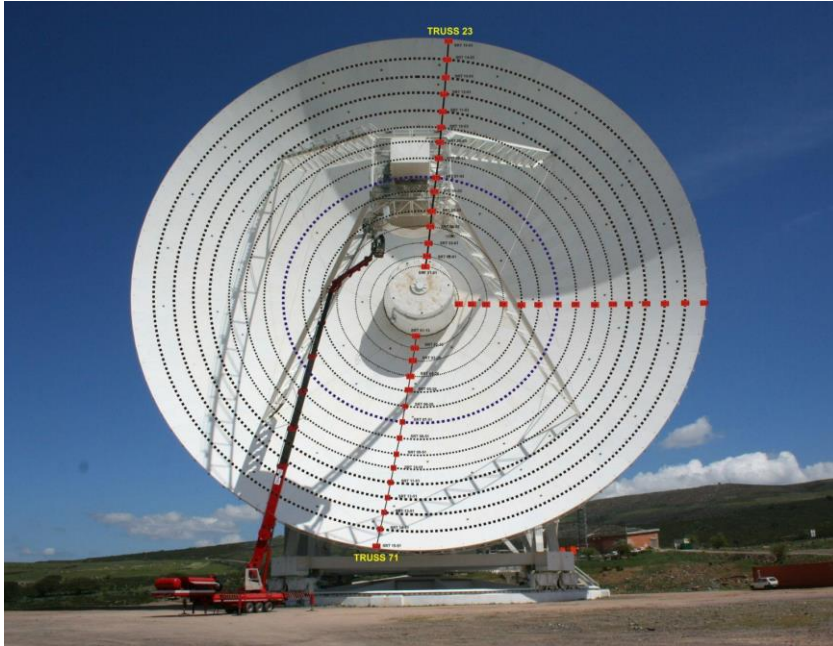
- Sistemi di controllo rotazioni alt-azimutali
- SA
- Sistema di movimentazione del subriflettore (6 DOF)



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



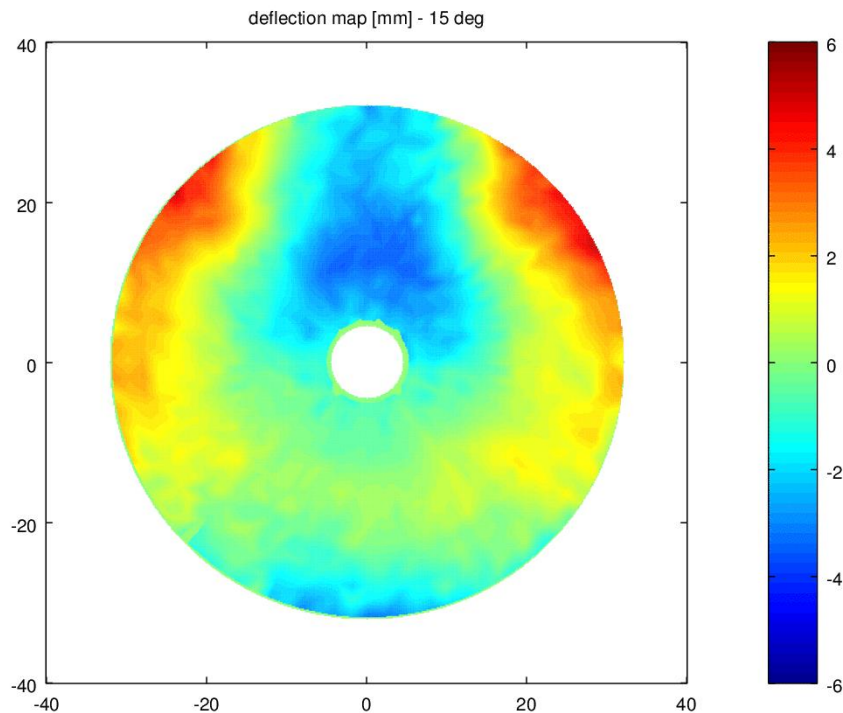
# Sensori lineari



A control loop closure system for the Sardinia Radio Telescope active surface:

<https://doi.org/10.1117/12.855981>

# Fotogrammetria



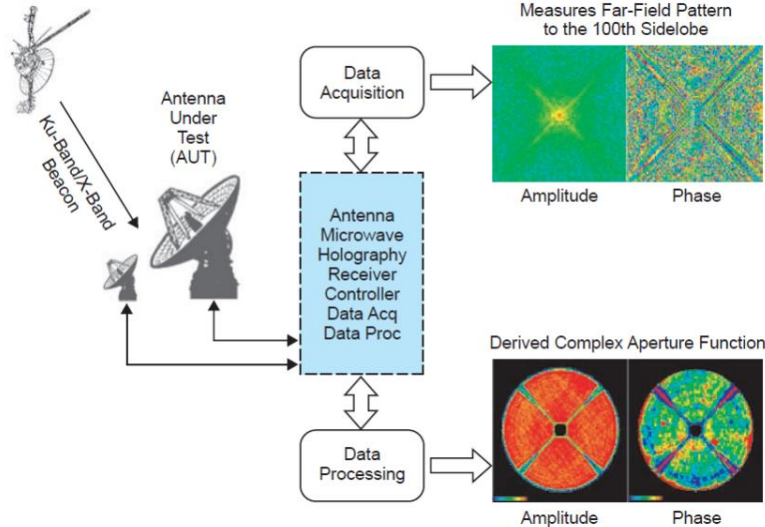
- Sigma3D 2012 & AXIST 2017
- Risoluzione spaziale ~ 1 m
- $15 < \text{Elevazione} < 90$
- $\text{RMS M1} < 300 \mu\text{m}$
- Pannelli regolati @45 deg
- LUT per SA, attuatori allo zero

Sardinia radio telescope finite element model updating by means of photogrammetric measurements:

<https://doi.org/10.1177/1081286515616046>

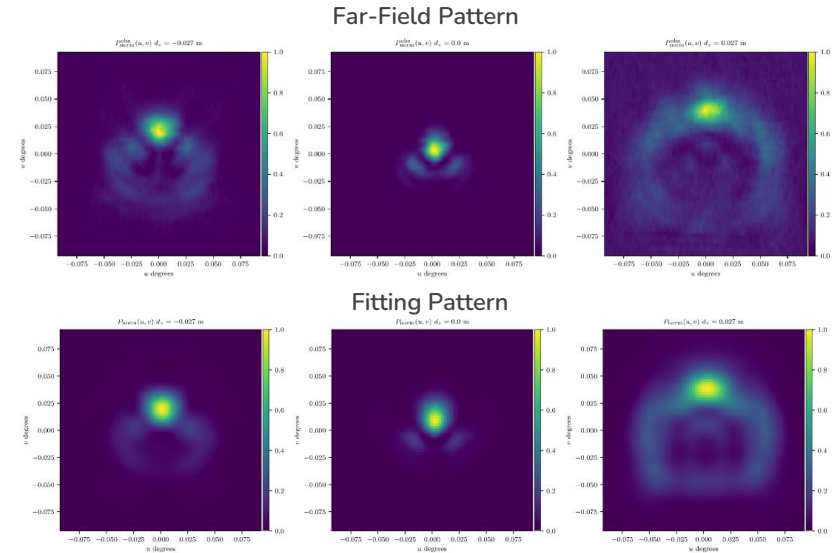
# Olografia a microonde

## Olografia interferometrica



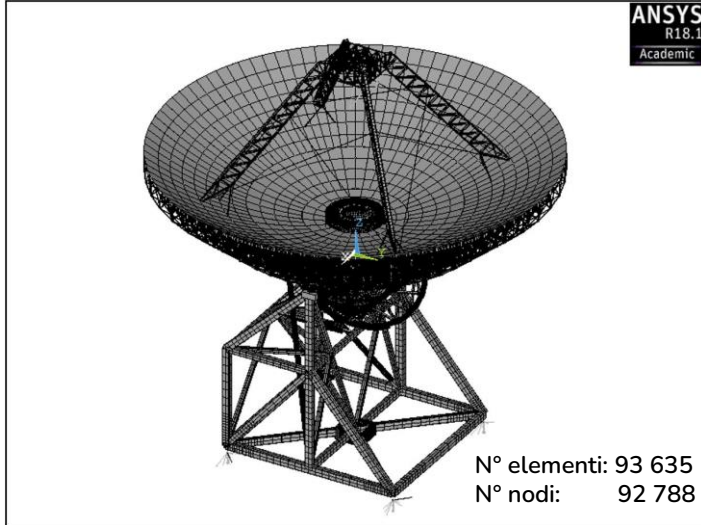
The microwave holography system for the Sardinia Radio Telescope:  
<https://doi.org/10.1117/12.926160>

## Out-Of-Focus Holography (OOF)



Out-of-focus holography at the Sardinia Radio Telescope:  
<https://doi.org/10.1117/12.2561787>

# FEM



Sardinia Radio Telescope structural behavior under solar thermal load:

<https://doi.org/10.1016/j.istruc.2022.03.065>

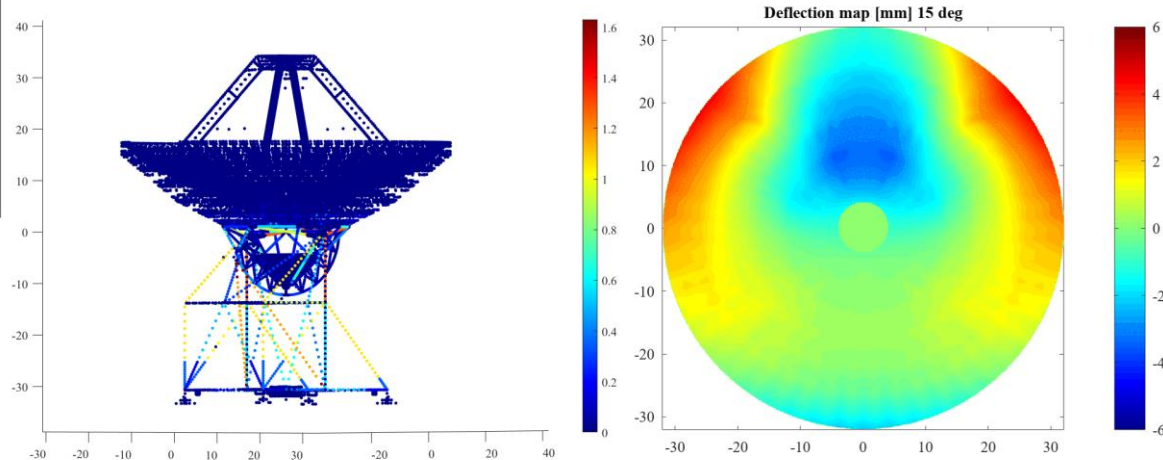
Modellazione degli effetti prodotti sollecitazioni ambientali:

- Azione Gravitazionale
- Carichi Termici
- Vento

SCOPO:

- Stima errori puntamento
- Stima deformazioni su larga scala in M1

Utilizzo dei dati ambientali per la simulazione di scenari di carico reali.



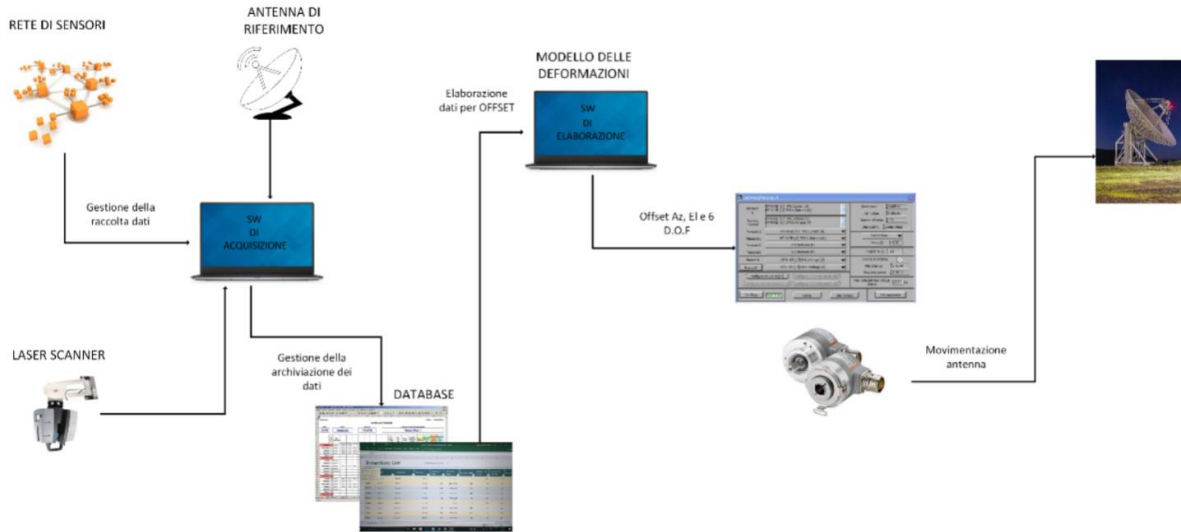




UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



# PON: OR5



- Rete di sensori di temperatura
- Rete di accelerometri, anemometri e inclinometri
- Sistema di multilaterazione → M2
- Laser scanner → M1
- Antenna olografica (banda K) → M1
- Sistema di supervisione e archiviazione
- Modello deformazioni



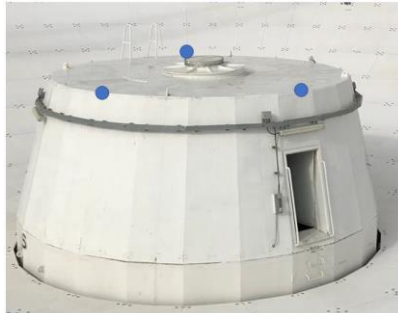
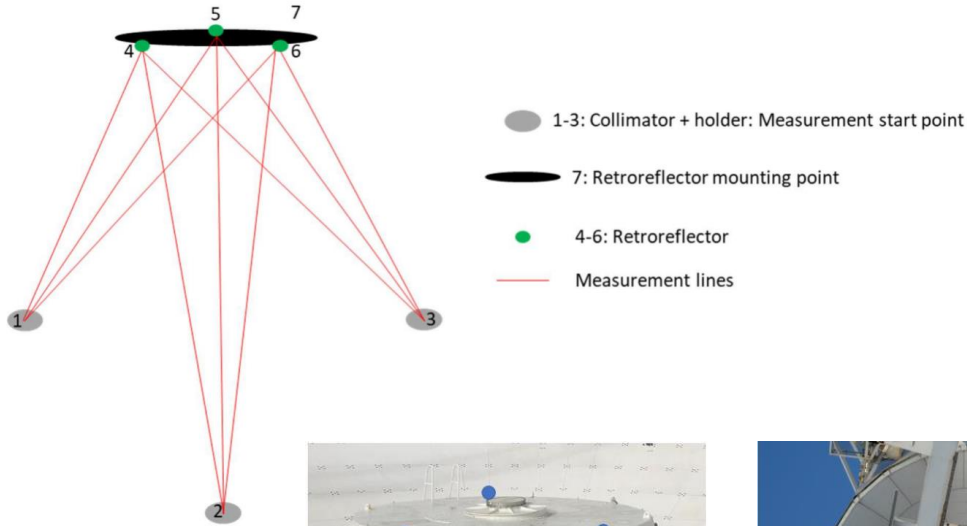
UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

  
Ministero dell'Istruzione,  
dell'Università e della Ricerca

  
PON  
RICERCA  
E INNOVAZIONE  
2014 - 2020

  
INAF  
ISTITUTO NAZIONALE  
DI ASTROFISICA

# Etalon: sistema di multilaterazione



- Intervallo di misurazione  $\geq 25$  m
- DOF misurati:
  - 3 rotazioni (RotX, RotY & RotZ)
  - 3 traslazioni (TrX, TrY & TrZ)
- Accuratezza:
  - $< 1$  mm (TrZ)
  - $< 200$   $\mu\text{m}$  (TrX and TrY),
  - $< 4$  arcsec (RotX, RotY & RotZ)
- Frequenza di acquisizione:  $\sim 0.1$  Hz



# Conclusioni

**IL RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI È LEGATO A:**

- **USO DI TECNICHE COMPLEMENTARI**
- **GRUPPO DI LAVORO MULTIDISCIPLINARE**
- **CONTINUO AGGIORNAMENTO TECNOLOGICO**
- **CONFRONTO E COLLABORAZIONE**



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Ministero dell'Istruzione,  
dell'Università e della Ricerca*



Forum Della Tecnologia 22-24 Giugno 2022

# Metrologia per SRT

# Grazie per l'attenzione

Alessandro Attoli,

in rappresentanza del gruppo di metrologia di INAF - Osservatorio Astronomico di Cagliari

A. Attoli, F. Buffa, A. Cazzani, G. L. Deiana, A. Fara, F. Gaudiomonte, P. Marongiu, C. Pernechele, M. Pili, T. Pisanu, S. Poppi, G. Sanna, G. Serra, F. Stochino, G. P. Vargiu

e-mail: [alessandro.attoli@inaf.it](mailto:alessandro.attoli@inaf.it)