



## Transforming Astronomy in the 2040s



# Benvenuti...!!!

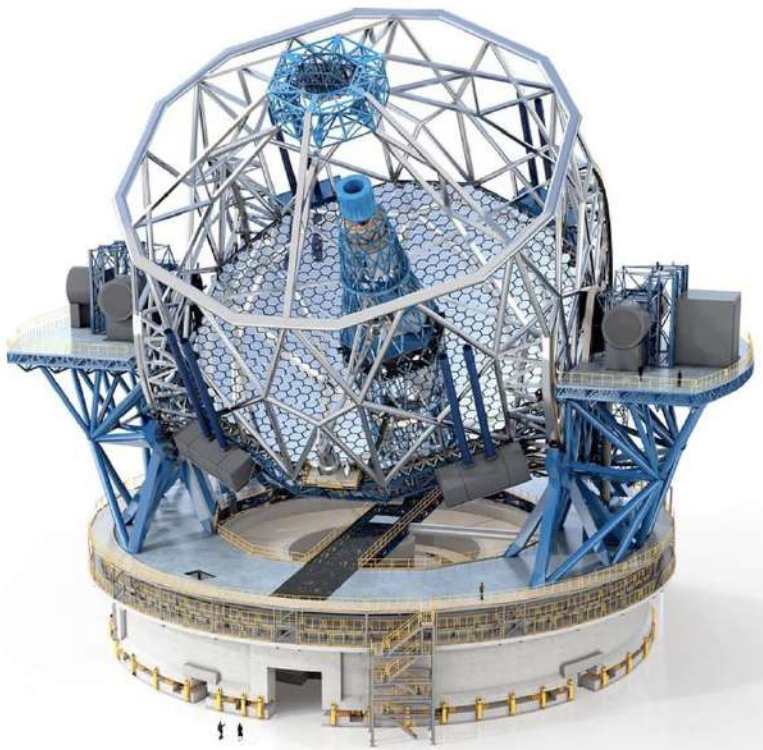
(& qualche pensiero in libertà...)





# Una situazione unica...!!!

- L'ELT vedrà la prima luce nel giro di diversi anni (2029+)
- La strumentazione vedrà la prima luce negli anni successivi (2030+)
- Il Direttore Generale dell'ESO sarà rinnovato a “breve”
- In questo quadro la prossima facility potrebbe avere un involuppo dell'ordine di  $\frac{1}{2}$  ELT (elemento che sarà sicuramente oggetto di revisione da parte della prossima DG-ESO...)
- Nei casi precedenti abbiamo assistito ad una “eterodirezione”:
  - NTT; VLT; ALMA; CTA...
- Il tempo scala consente di **ipotizzare** un “robusto sviluppo tecnologico”, ma ovviamente soluzioni “pragmatiche” hanno un certo fascino...



---

???







# Di che dimensioni stiamo parlando...??

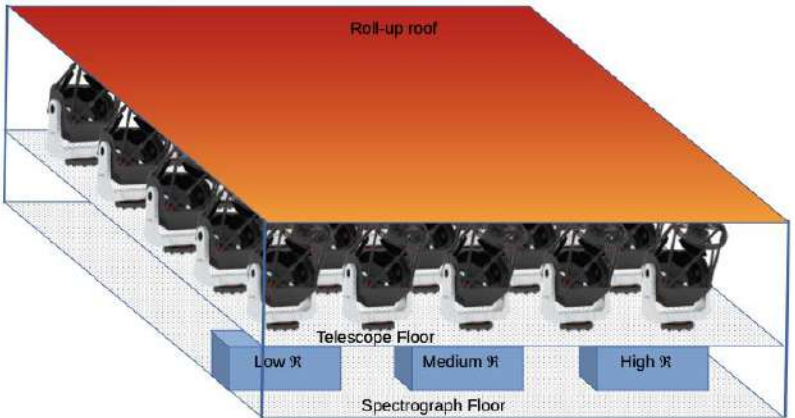
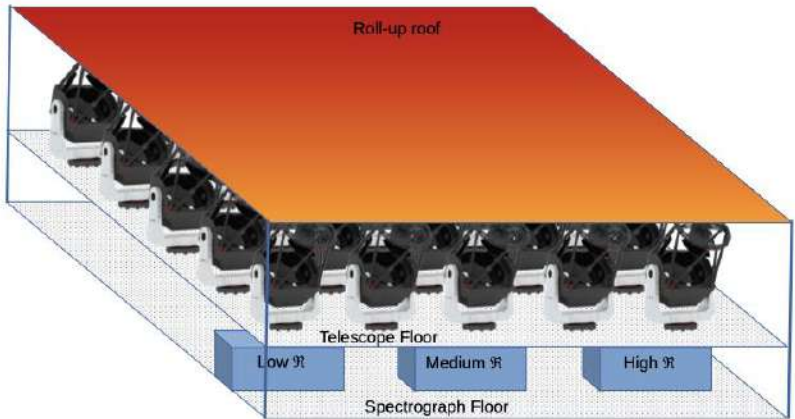
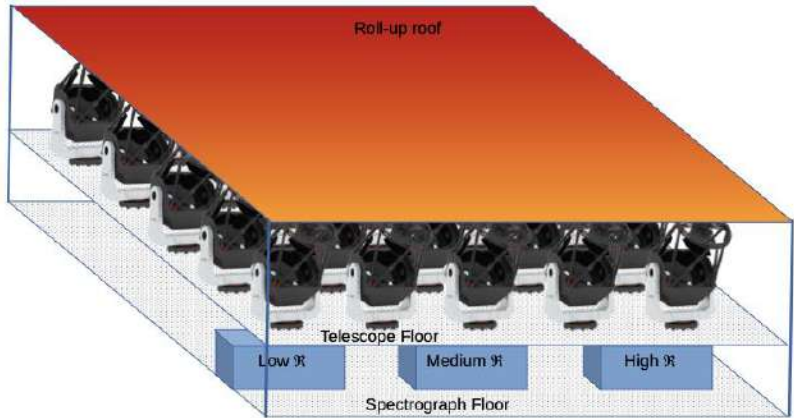
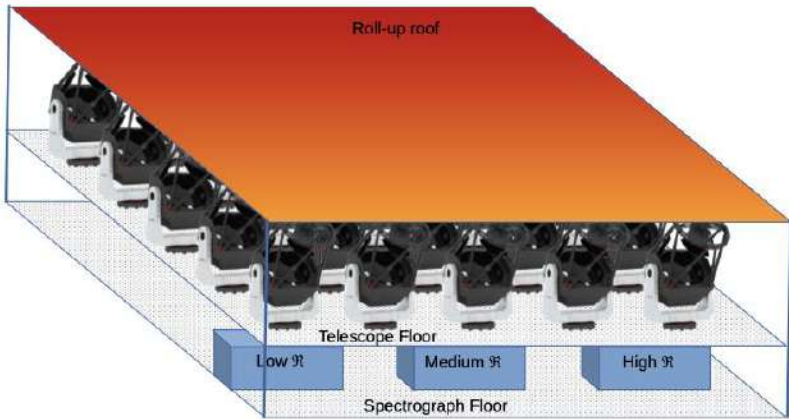
- "*The Scaling Relationship Between Telescope Cost and Aperture Size for Very Large Telescopes*" G.T. Van Belle, SPIE Proc. 2004
- Il costo scala con  $D^q$  con  $q$  tra 2 e 3
- Metà del costo di un 39m corrispondono ad un fattore da  $\sqrt{2} \sim 1.41$  a  $\sqrt[3]{2} \sim 1.26$  più piccolo, pari ad un telescope nella classe 27..30m
- Con la stessa cifra il diametro di un telescopio che comprenda strumentazione ***il cui costo equivalga al telescopio stesso*** porta a fattori da  $\sqrt{4} \sim 2$  a  $\sqrt[3]{4} \sim 1.59$  ovvero ad aperture di 19..24m
- Se lo strumento ha un costo parecchie volte maggiore del telescopio la dimensione fattibile si riduce (come per il WST)



# Di che dimensioni stiamo parlando...??

- Le dimensioni di telescopi multipli possono essere stimati con le stesse regole

$4 \times (5 \times 5) = 100$  (TDT)





# Di che dimensioni stiamo parlando...??

- Le dimensioni di telescopi multipli possono essere stimati con le stesse regole
- Per esempio, quanto vale il diametro di 100 telescopi, ogni uno con uno strumento che costa tanto quanto il telescopio, che si possono costruire con metà del costo di un 39m di diametro...?? A seconda del valore di  $q$  si oscilla tra un diametro pari a  $\sqrt{400} = 20$  a  $\sqrt[3]{400} \sim 7.3$  ovvero tra 1.95 a 5.3m di diametro
- Usando  $q=2$  si possono anche costruire con la stessa cifra 25 telescopi da 4m o 400 telescopi da 1m...
- Il Digital Domain Telescope ricade nella classe di questi esempi

# Di che dimensioni stiamo parlando...??

- Si possono usare le stesse leggi di scala per approcci differenti, utilizzando soluzioni in cui il costo del telescopio risulta significativamente inferiore a quello convenzionale (a prezzo di qualche limitata capacità, ovviamente...)





# Di che dimensioni stiamo parlando...??

- Si possono usare le stesse leggi di scala per approcci differenti, utilizzando soluzioni in cui il costo del telescopio risulta significativamente inferiore a quello convenzionale (a prezzo di qualche limitata capacità, ovviamente...)
- Per esempio quanto è il diametro di un telescopio Arecibo-like, con uno specchio sferico, **assumendo che costi un terzo** di un analogo telescopio convenzionale...??
- Utilizzando  $q=2$  (compatibile con una legge di scala basata unicamente sul numero dei segmenti) si ottiene un valore di circa 88m di diametro (!)
- Scienza diversa (survey-like o limitata a oggetti su una striscia +/- 20deg attorno allo Zenith, a Paranal Dec.:14..34 South...??)

# Di che dimensioni stiamo parlando...??

- Si possono usare le stesse leggi di scala per approcci differenti, utilizzando soluzioni in cui il costo del telescopio risulta significativamente inferiore a quello convenzionale (a prezzo di qualche limitata capacità, ovviamente...)
- Per esempio quanto è il diametro di un telescopio Arecibo-like, con uno specchio sferico, **assumendo che costi un terzo** di un analogo telescopio convenzionale...??
- Utilizzando  $q=2$  (compatibile con una legge di scala basata unicamente sul numero dei segmenti) si ottiene un valore di circa 88m di diametro (!)





“O’ famo strano”



GRA - ~30 anni or sono

Jessica

Ivano

# MacDonald

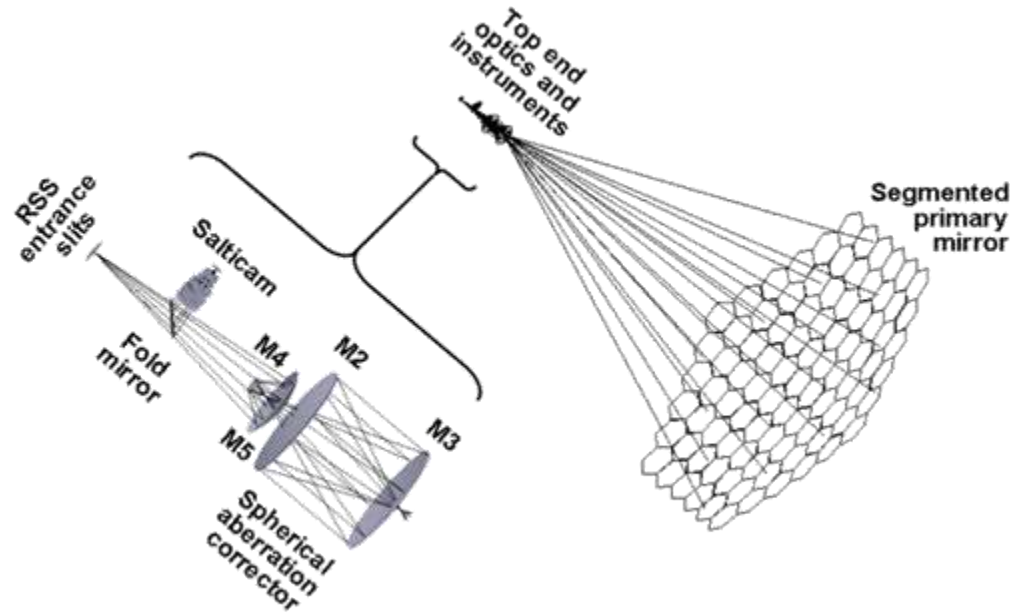
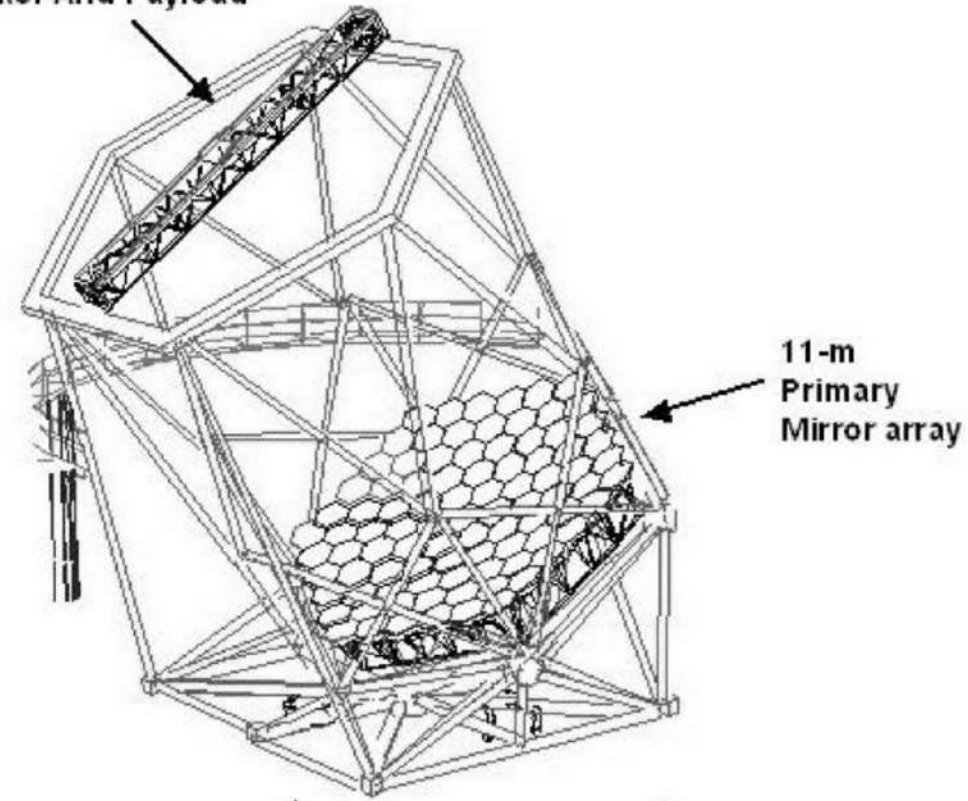


Primario Sferico  
Tanti correttori, ogni uno con un campo di vista 3..5arcmin, su un campo in linea di principio indefinito

Survey od ggetti “sparsi”...???  
**Un Super-SALT classe 15..25m..???**

## SALT

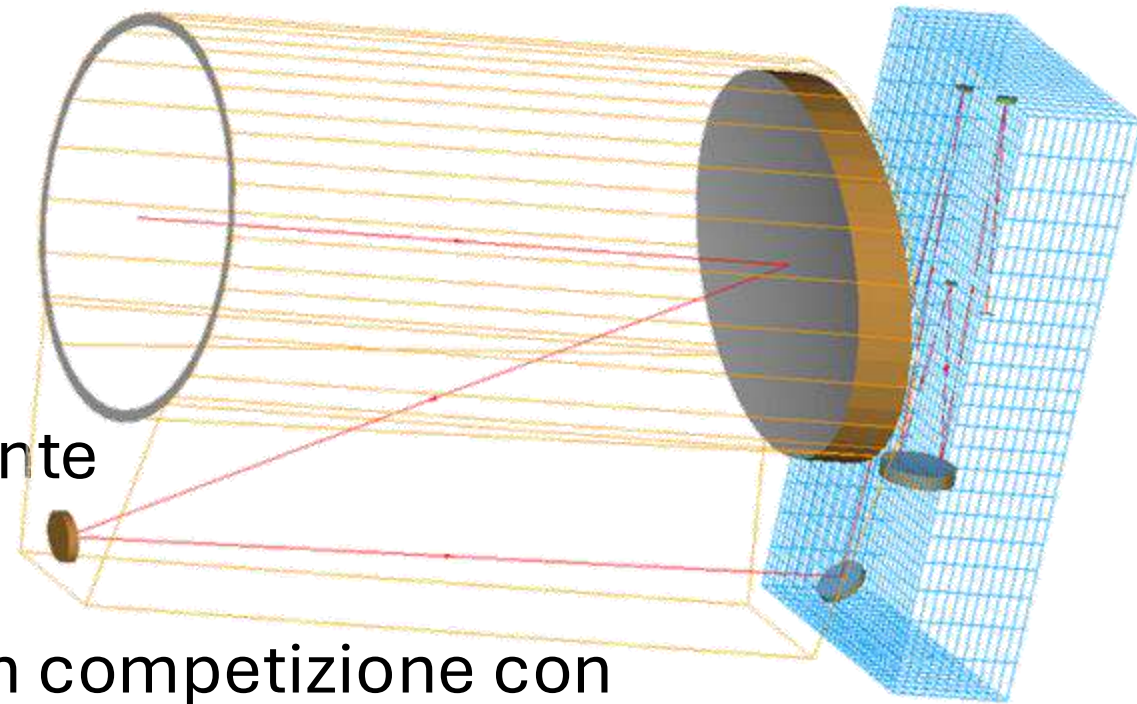
Tracker And Payload





# eXtreme Adaptive Optics (davvero...!!!)

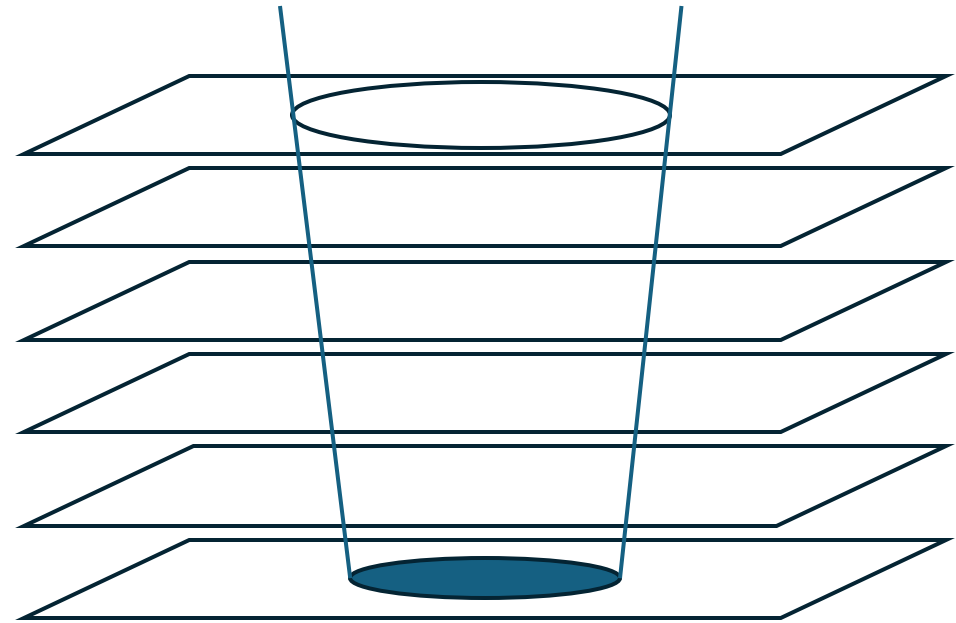
- Un single dish, super polished (e quindi molto costoso) specchio principale, fuori asse...
- Nessuna ostruzione
- Ottica Adattiva multi stadio
- Correzione “alla morte”
- Possibile con la tecnologia esistente
- Tipica applicazione: esopianeti (in competizione con HWO..???)





# eXtreme Adaptive Optics (davvero...!!!)

- MCAO fino ad oggi limitata a X2..X3 del campo isoplanatico
- MAD precursore, MAVIS sul VLT e MORFEO sull'ELT
- Correzione di qualità su campi di vista di 2..4arcmin nel visibile o di 5..10 arcmin nell'Infrarosso, richiedono un numero di correttori dell'ordine di 5..10
- Utilizzando Specchi Deformabili (come i secondari adattivi o gli M5 di ELT) è sostanzialmente impossibile...



# eXtreme Adaptive Optics (davvero...!!!)



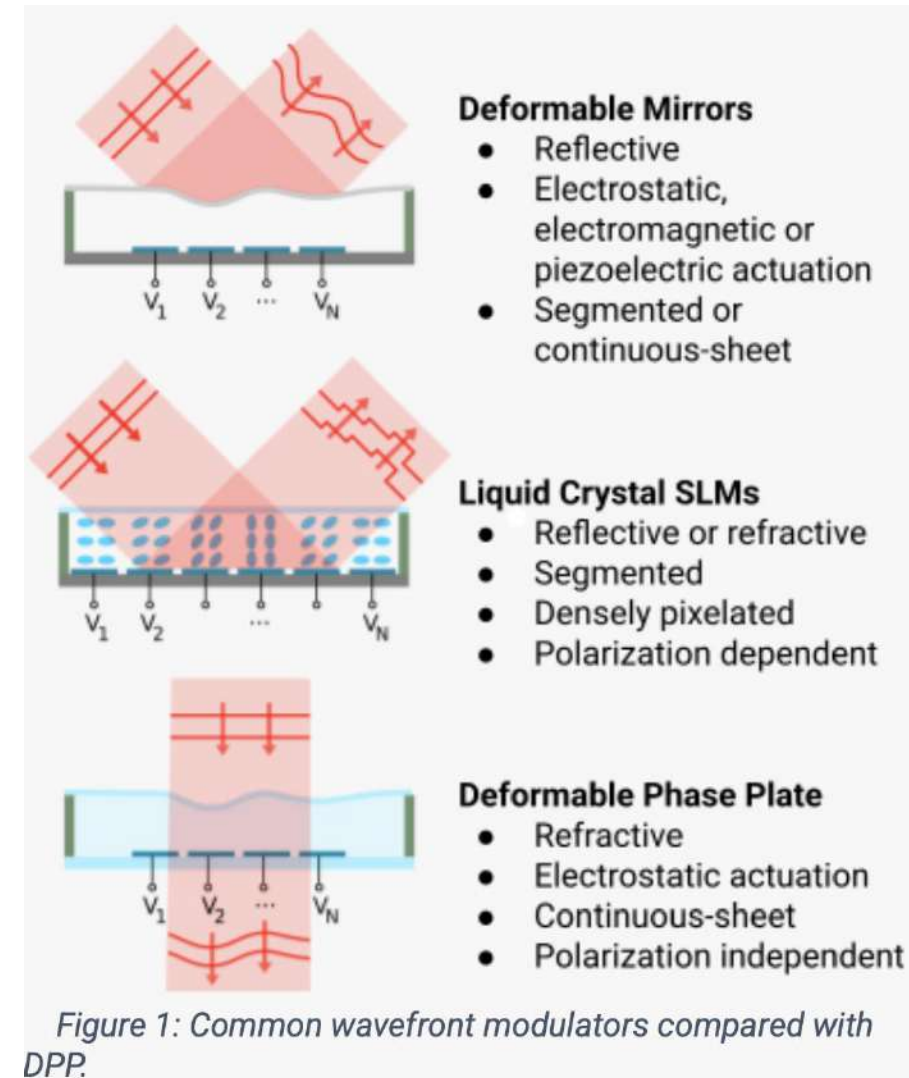
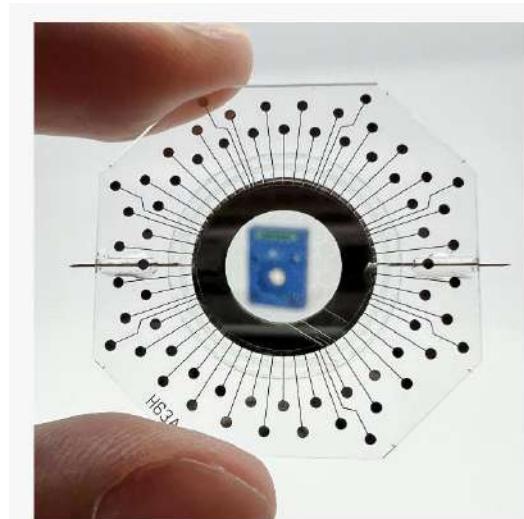
OPEN

## Ultrafast refractive index control of a terahertz graphene metamaterial

SUBJECT AREAS:  
METAMATERIALS

Seung Hoon Lee<sup>1\*</sup>, Jeongmook Choi<sup>2\*</sup>, Hyeon-Don Kim<sup>1</sup>, Hyunyong Choi<sup>2</sup> & Bumki Min<sup>1</sup>

Nuovi materiali  
Nuovi sviluppi tecnologici  
Rischi associati...







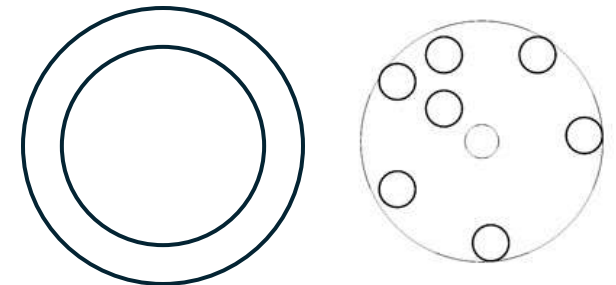
## Riassumendo (II)

- Campo di vista, apertura, e filling factor (o multiplexing) sono parametri definibili dal tipo di scienza e proiettabili su varie opzioni
- L'analisi (parzialissima) riportata qui esplora solo il caso di single dish ottico (o nei paraggi)
- Opzioni “millimetriche” avranno distribuzioni analoghe
- Opzioni di combinazione interferometriche sono possibili (anche di intensità od eterodina)
- Una indagine tassonomica è possibile per capire le strade inesplorate
- Altre soluzioni di aperture non single dish sono possibili (sparse, anulari, elongate) con ampie letteratura di studi passati...

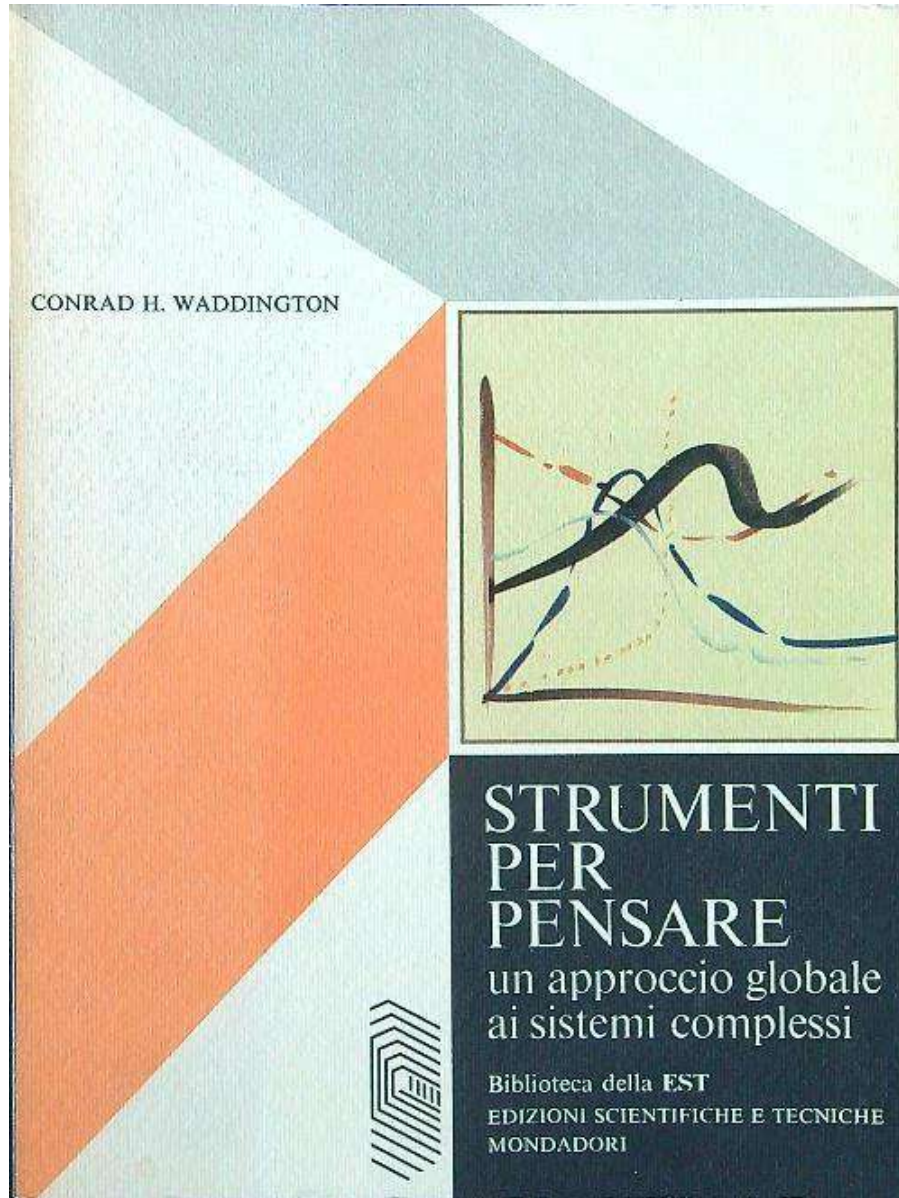


## Riassumendo (II)

- Campo di vista, apertura, e filling factor (o multiplexing) sono parametri definibili dal tipo di scienza e proiettabili su varie opzioni
- L'analisi (parzialissima) riportata qui esplora solo il caso di single dish ottico (o nei paraggi)
- Opzioni “millimetriche” avranno distribuzioni analoghe
- Opzioni di combinazione interferometriche sono possibili (anche di intensità od eterodina)
- Una indagine tassonomica è possibile per capire le strade inesplorate
- Altre soluzioni di aperture non single dish sono possibili (sparse, anulari, elongate) con ampie letteratura di studi passati...



**Buon brainstorming... ;-)**



Vietato dire "non funziona"  
perchè una idea sbagliata  
può essere il "seme" di una  
idea ottima e rivoluzionaria

