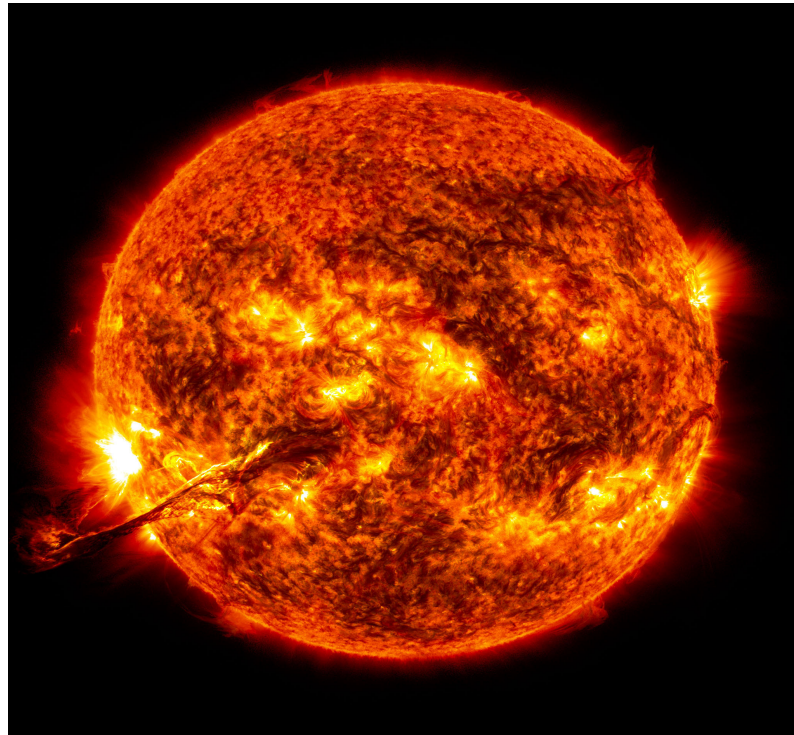
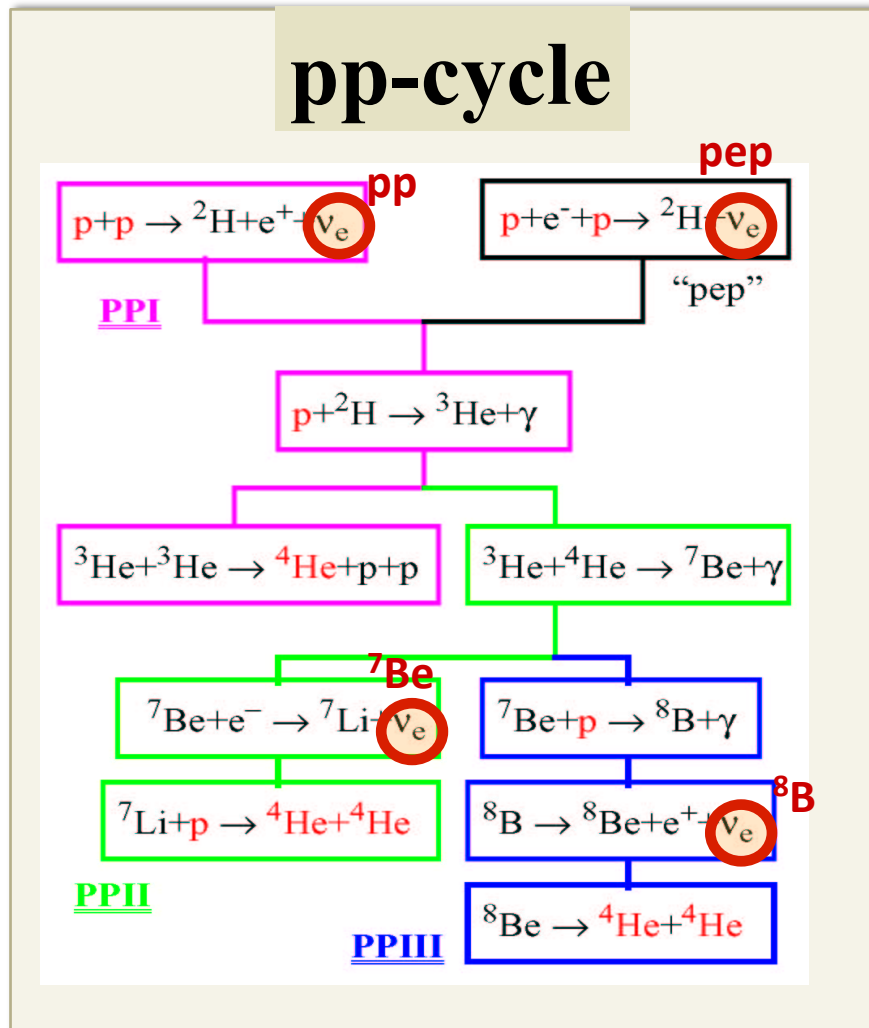
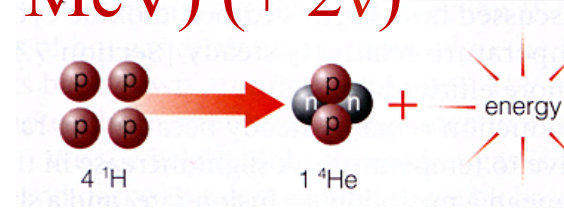


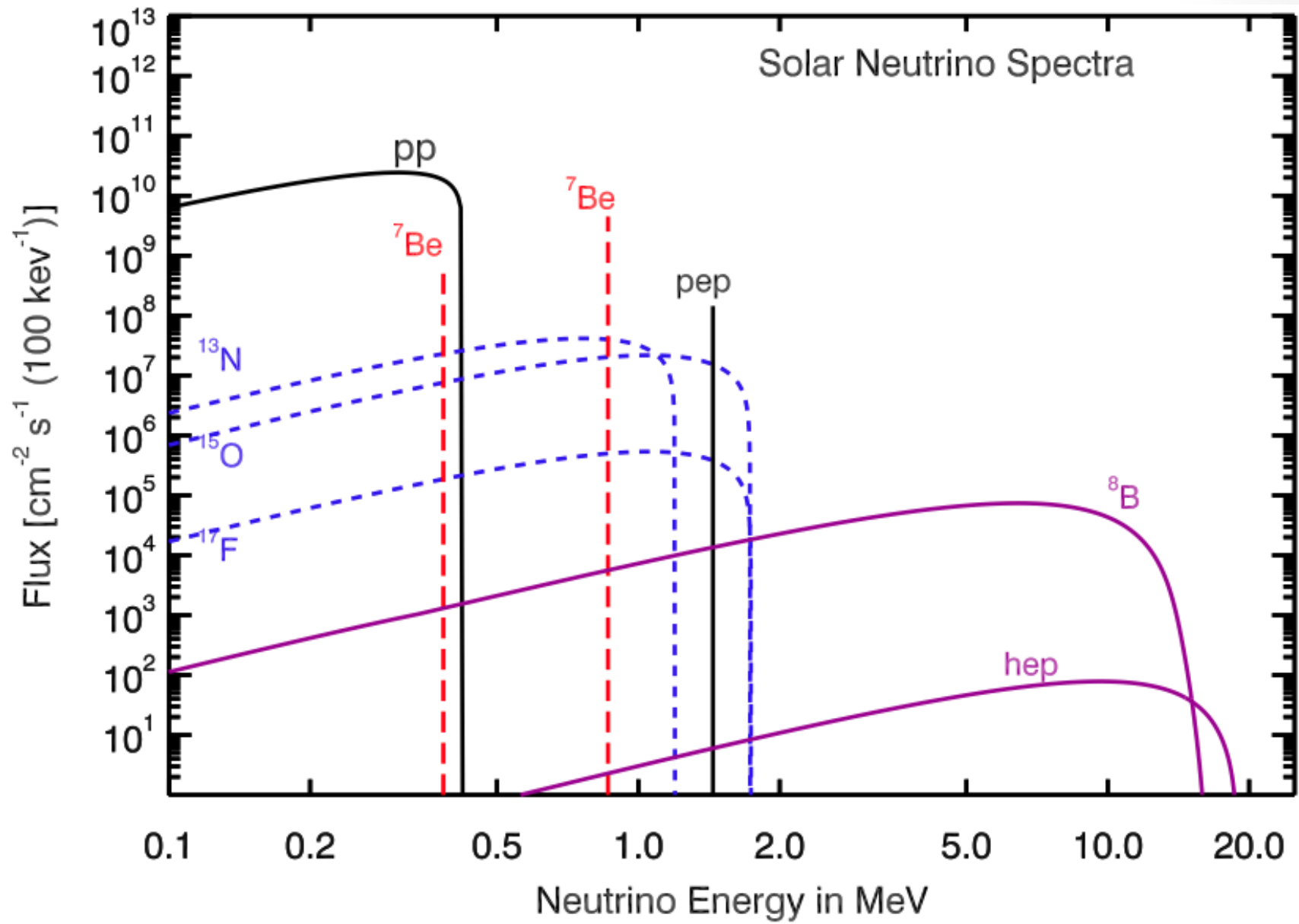
La misura dell'energia totale emessa dal Sole.



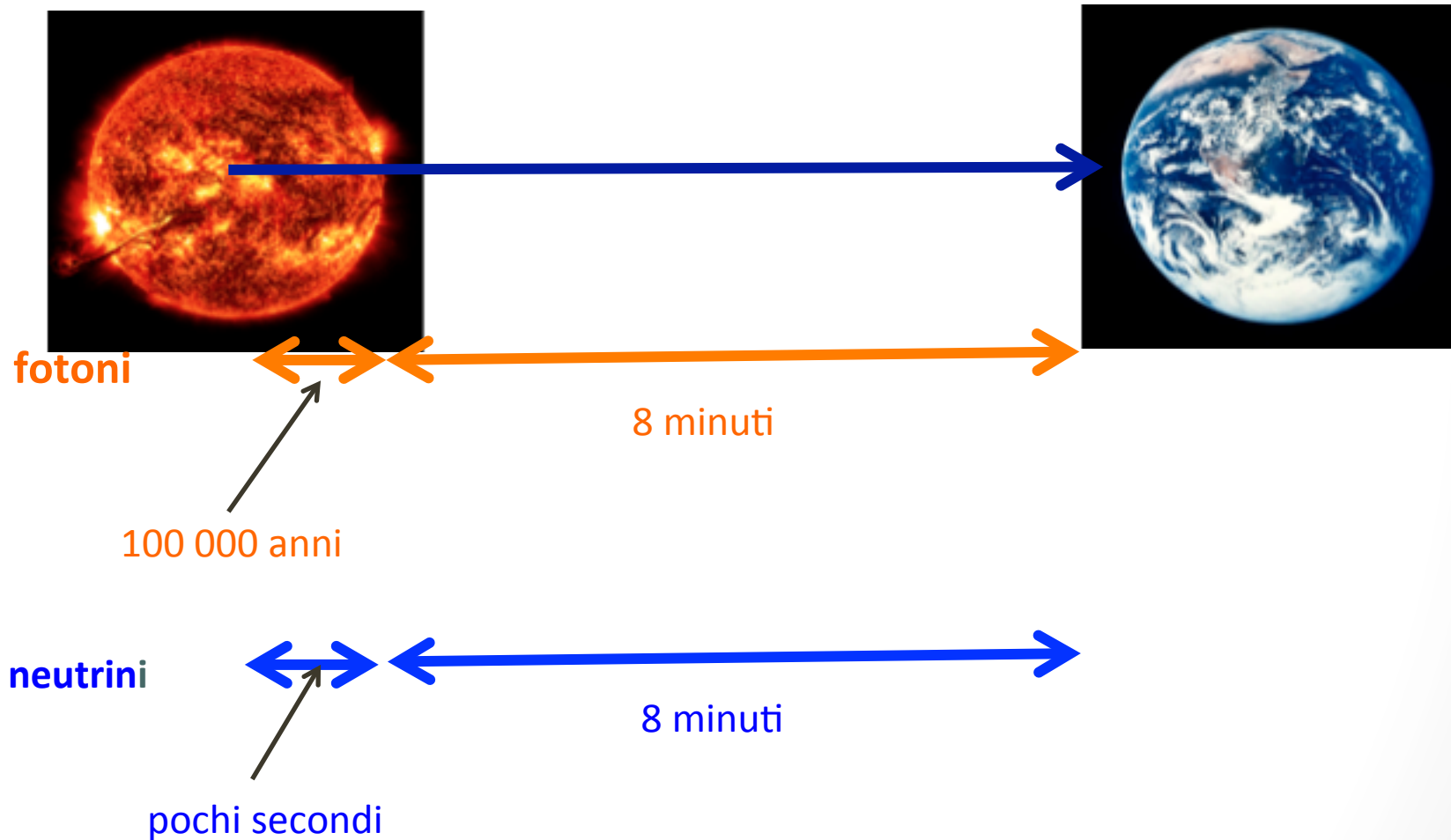
Nuclear reactions in the Sun

(26.7 MeV) (+ 2ν)





Luminosità solare- misura della luce (fotoni) che arriva sulla Terra e calcolo della luminosità totale emessa dal Sole- cioè dell'Energia totale emessa dal Sole nell' unità di tempo sotto forma di fotoni. (3.84×10^{33} ergs/secondo)



Confronto luminosita' fotonica e flusso totale di neutrini

1. La misura della luminosita' fotonica misura veramente tutti i fotoni emessi?
2. L'energia emessa del Sole e' rimasta invariata negli ultimi 100 000 anni ?

Ma come viene fatto il confronto?

Energia totale luminosa/26.7 MeV



frequenza della catena di reazioni pp

Flusso di neutrini emessi dal Sole al secondo (dalla frequenza misurata sulla Terra)



frequenza della catena di reazioni pp



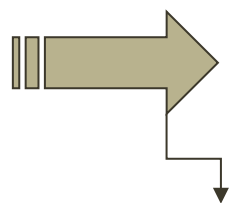
- ha carica nulla
- nel quadro del modello che sistema tutte le particelle elementari, ha massa nulla
- ha spin, cioè ruota su su stesso come una trottola, girando in modo antiorario. Se esistesse un neutrino destrorso (non lo sappiamo ancora) sarebbe sterile
- deve mantenere il sapore elettronico (appartenenza alla famiglia)
- ha una bassissima probabilità di interagire con altre particelle:
- può attraversare l'Universo rimanendo indisturbato

Quindi una formidabile sonda per esplorare zone irraggiugibili: interno del Sole e della Terra, lontano Universo, ecc.

Ma è anche molto difficile da studiare e rivelare

Il Sole invia sulla Terra 60 miliardi di neutrini al secondo e per cmquadro.

Come si fa a sperimentare sui neutrini?

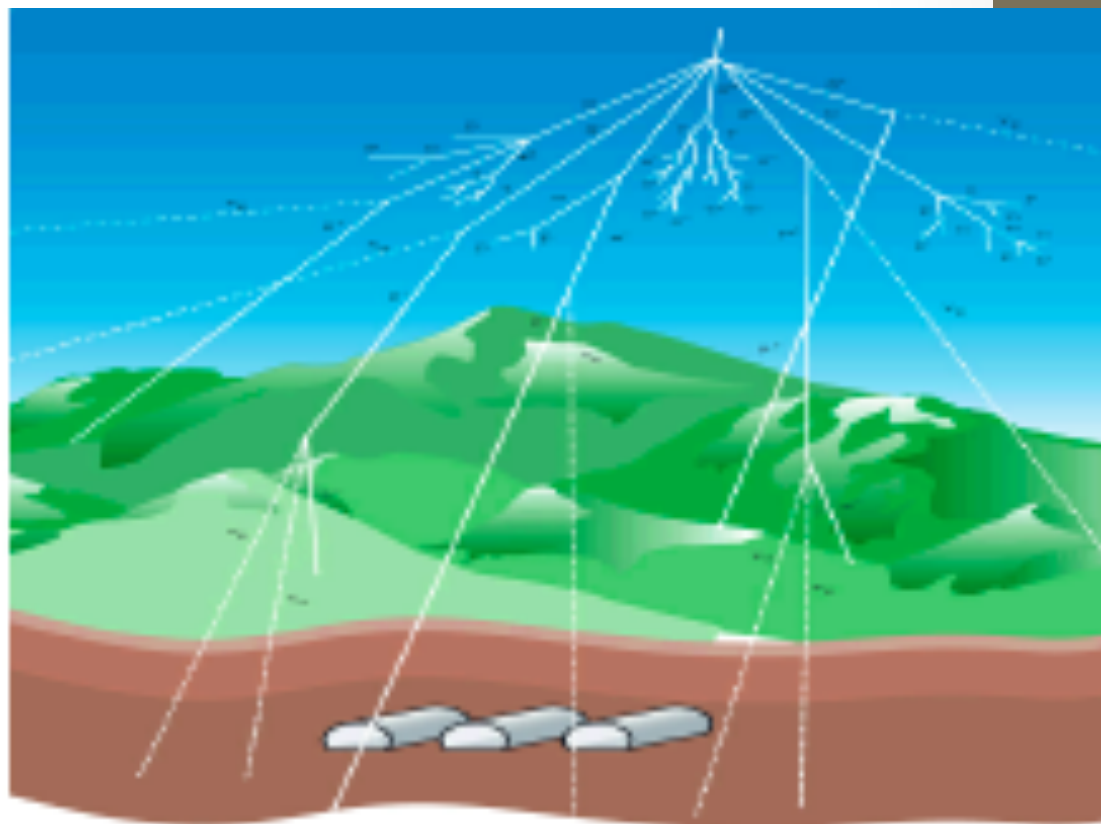


le interazioni di neutrini sono molto rare: quindi

A. Si deve andare sottoterra per non avere il fondo di interazioni dei raggi cosmici

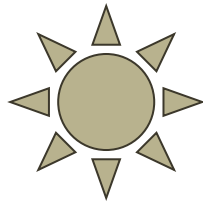
I raggi cosmici vengono assorbiti dalla roccia nella loro componente adronica e fotonica.

I n rimangono praticamente invariati, mentre i leptoni m vengono ridotti di 7 ordini di grandezza.

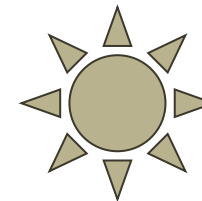


B. Il materiale rivelante deve avere una grande massa: 300-10000 m³

C. Bisogna schermare o eliminare la radioattività naturale.

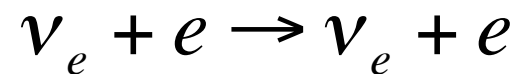


BOREXINO

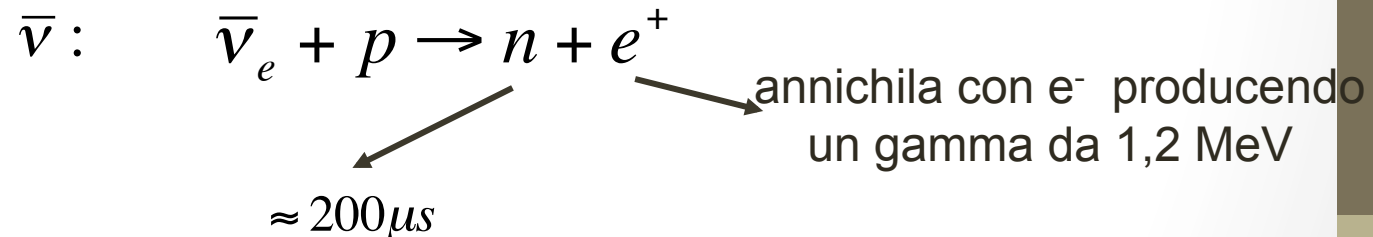


• MEZZO RIVELANTE: SCINTILLATORE LIQUIDO

• REAZIONE RIVELATA PER ν :



• REAZIONE PER



viene catturato da un p
producendo un d con emissione
di un gamma da 2.2 MeV

1

primo problema: grandi volumi

2

secondo problema: andare sottoterra; schermare i raggi cosmici

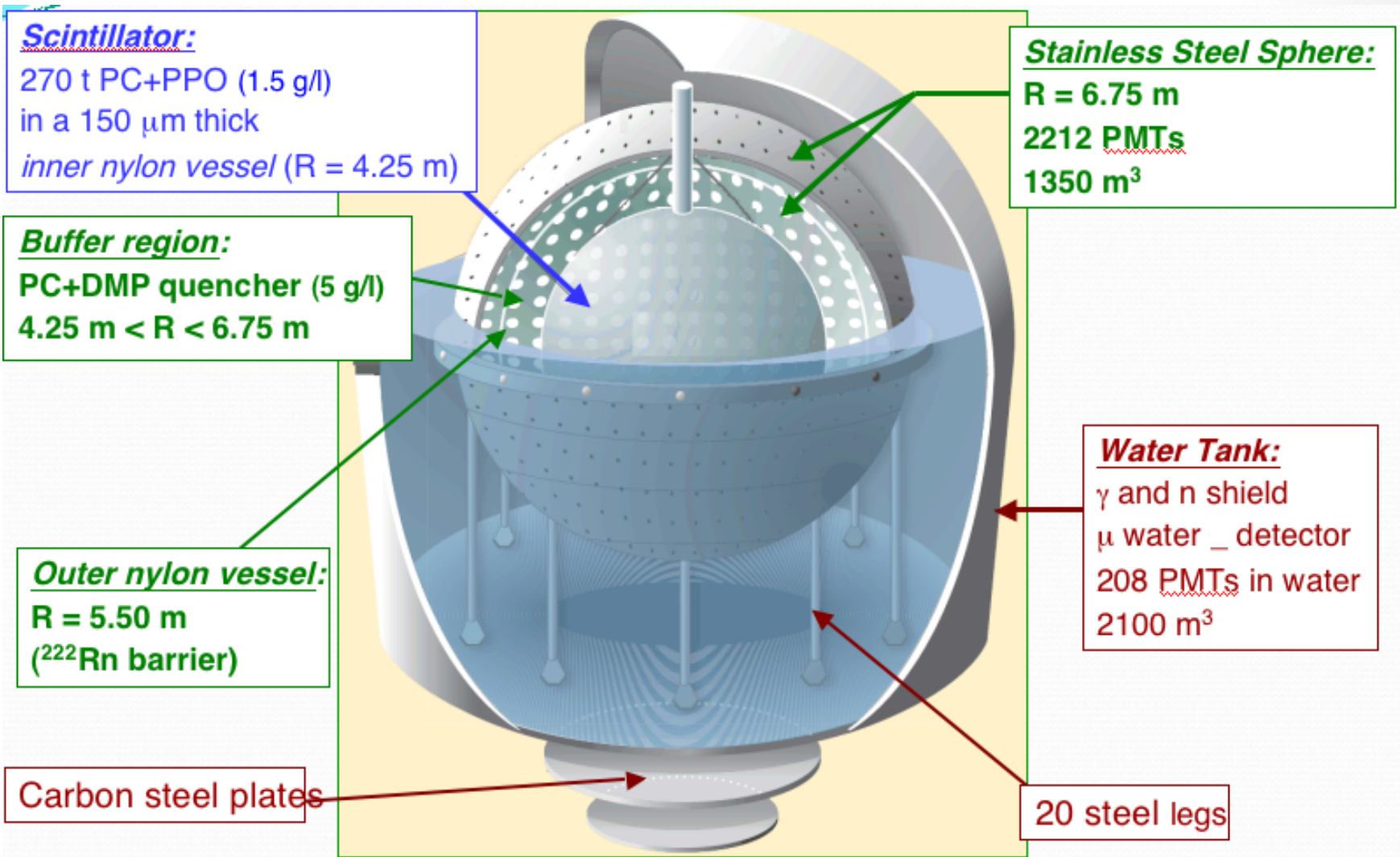
3

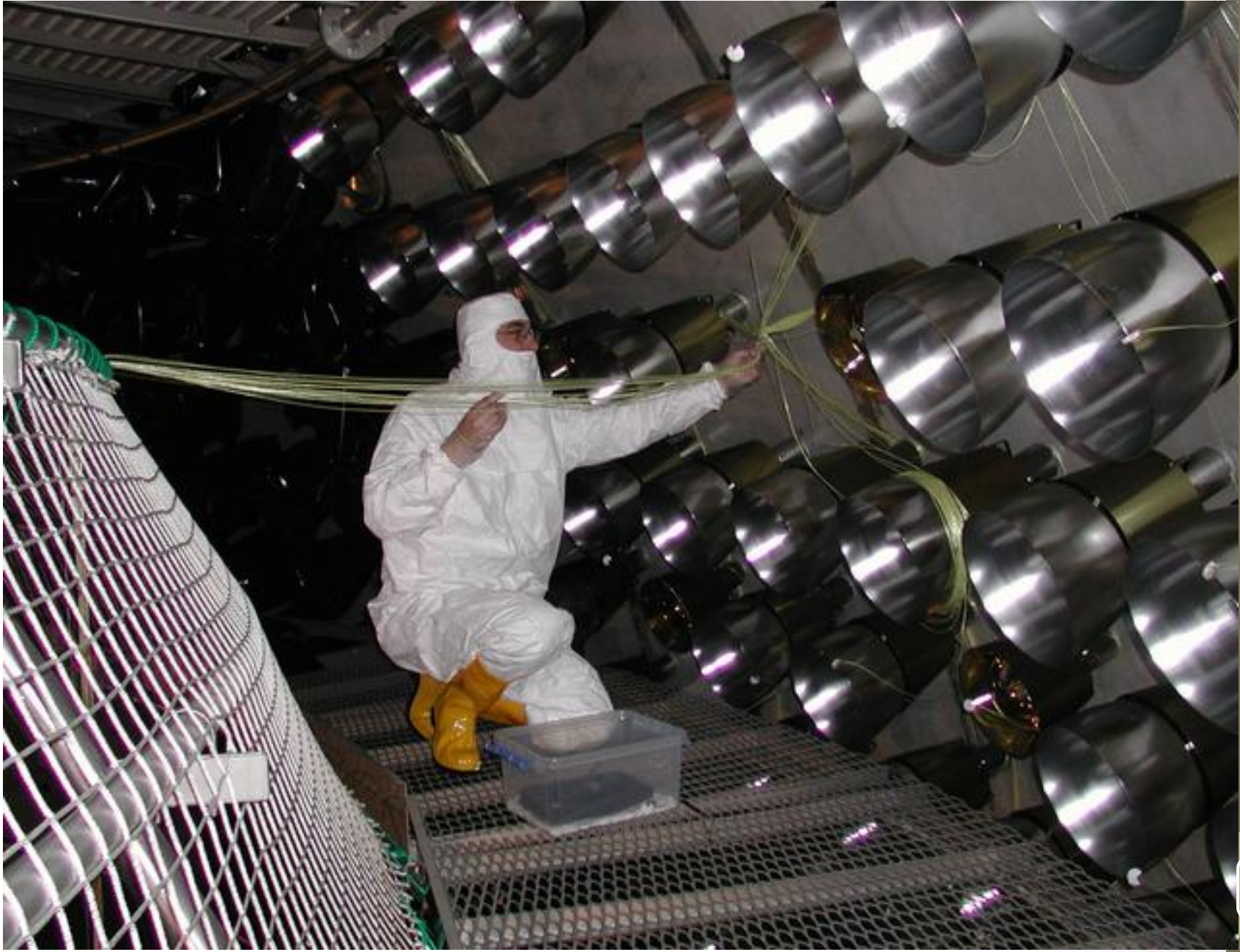
terzo problema: quasi annullare la radioattività naturale dei materiali con i quali si costruisce il rivelatore e schermare le radiazioni provenienti dall'ambiente (aria, rocce, ecc.)

4

Ridurre al minimo la radioattività del materiale rivelante (scintillatore liquido) – Borexino ha raggiunto una radiopurezza mai raggiunta da nessun altro esperimento

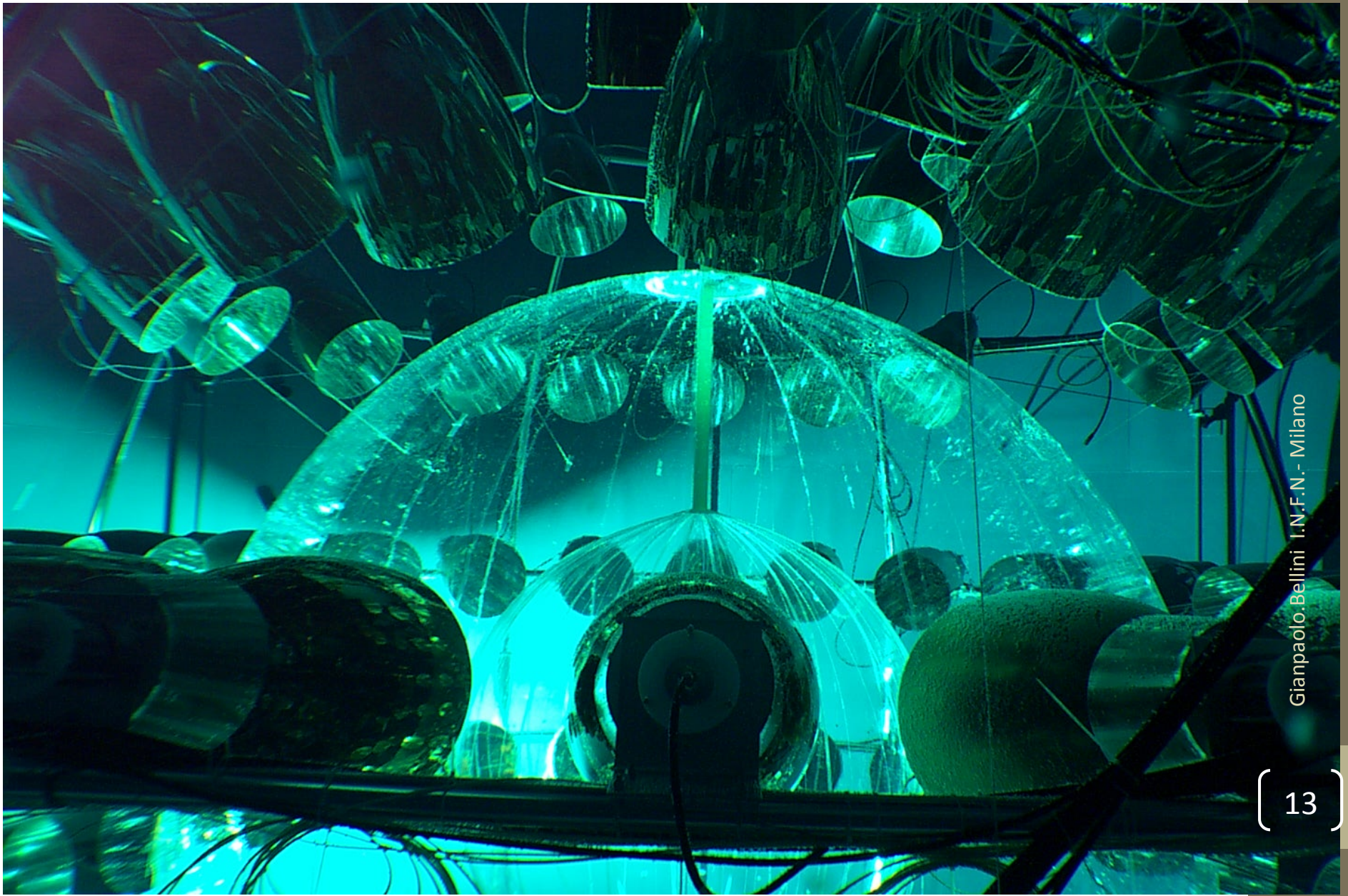
es. ^{235}U e ^{238}Th depressi di 15 ordini di grandezza
una parte di contaminante su dieci miliardi di miliardi di materiale puro (10^{-19} g/g)







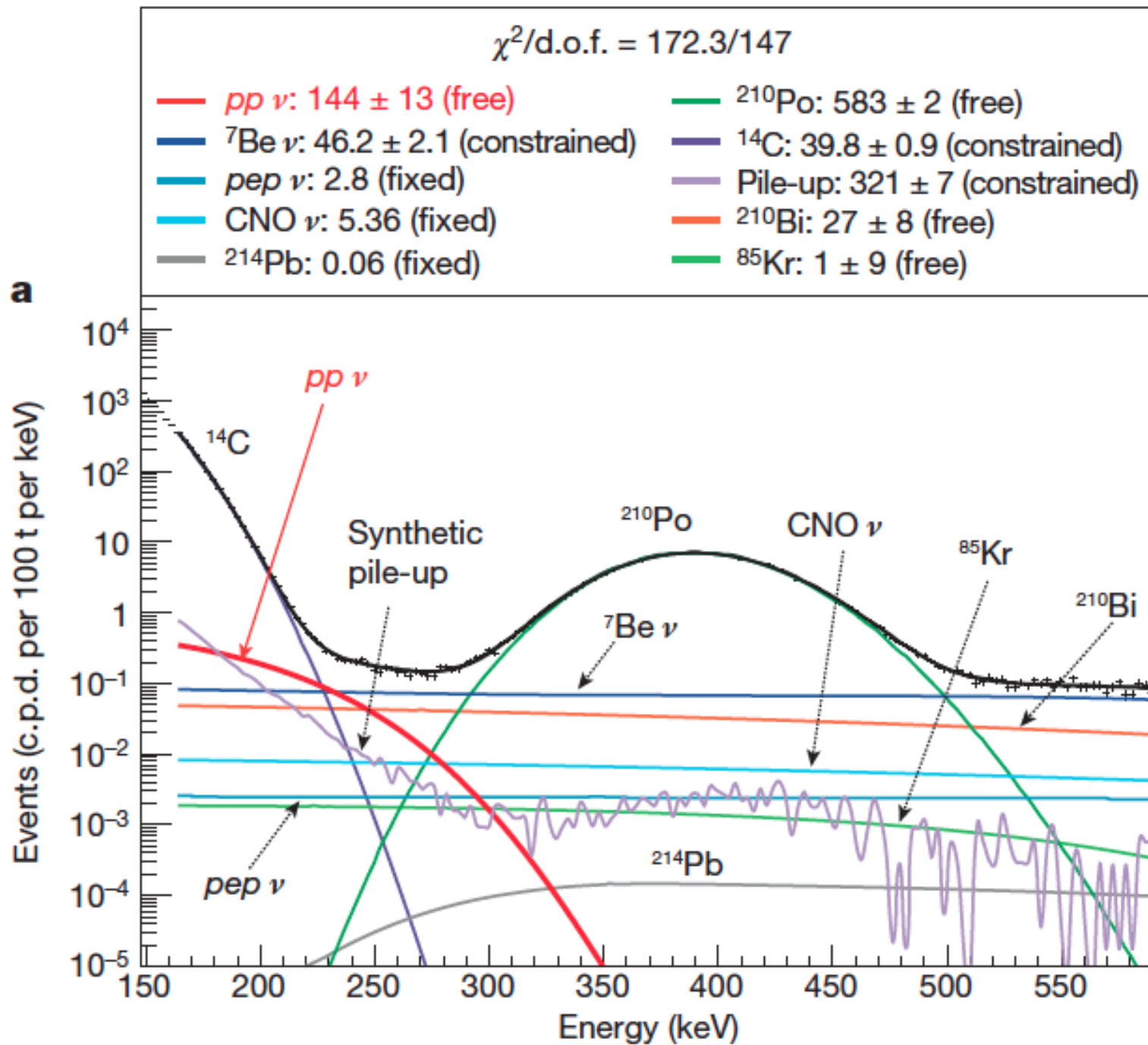
Gianpaolo.Bellini I.N.F.N.- Milano



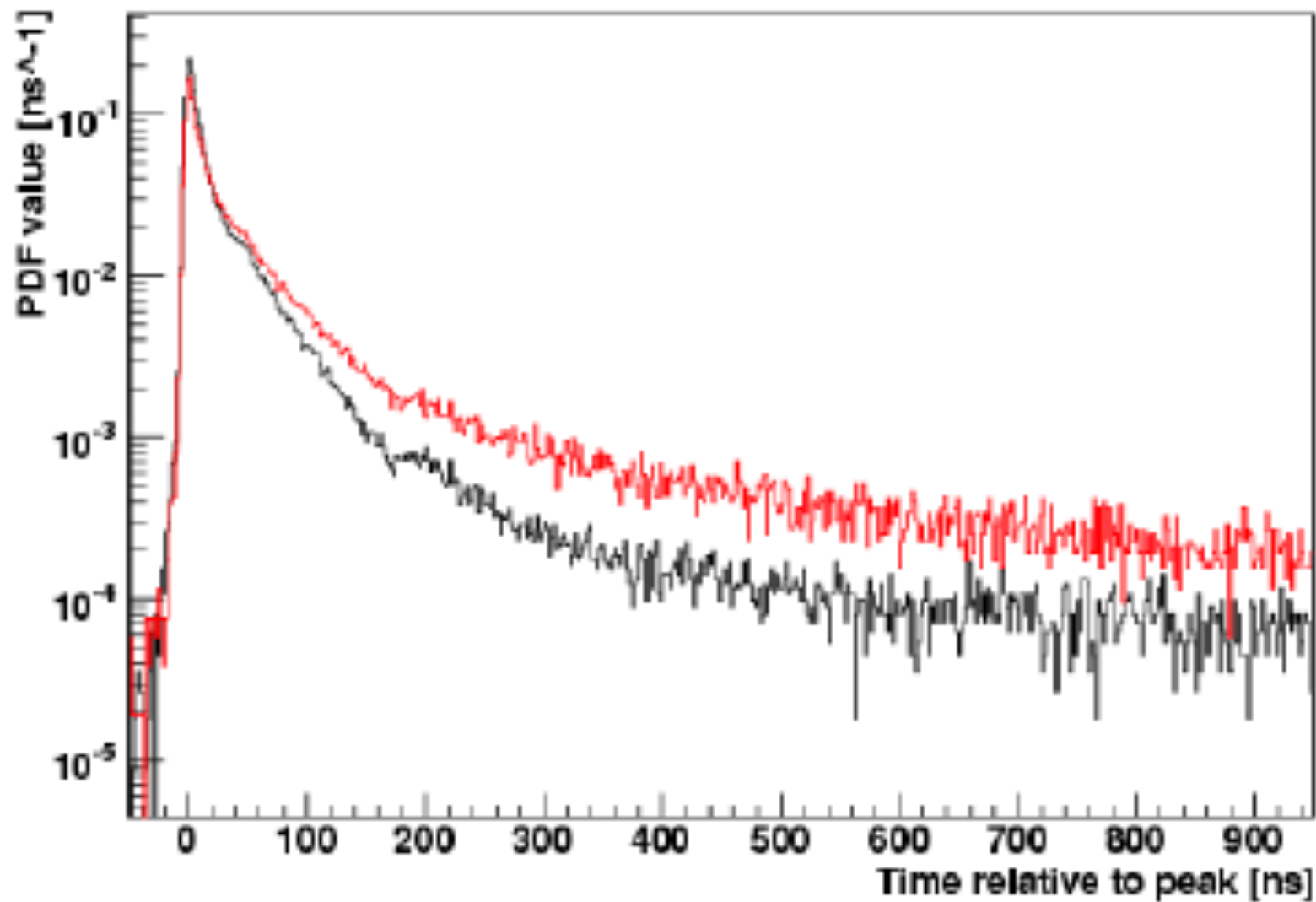
Gianpaolo Bellini I.N.F.N. - Milano

Borexino

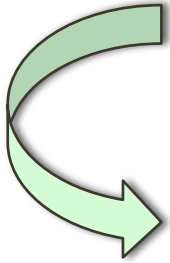
- 1- 100 Tonnellate di scintillatore liquido e 4000 tonn.di acqua e aromatico altamente purificati per schermare le radiazioni esterne.
 - 2- ISTALLATO nei laboratori del Gran Sasso dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare al di sotto di 1500 m di roccia
 - 3- 5 anni di R&S per sviluppare nuove tecniche per purificare liquidi e gas dalle impurezze radioattive. La radiopurezza ottenuta in Borexino non e' mai stata raggiunta prima- si e' arrivati ad avere una contaminazione di una parte su diecimiliardi di miliardi di materiale puro. Questo fa di Borexino un rivelatore unico al mondo, capace di studiare i neutrino solari di bassissima energia
- 40 eventi/ ora su una superficie di circa 200 metri-quadri avendo a disposizione 60 miliardi di neutrini per centimetro-quadro per secondo.



Alpha and beta event PDFs from BiPo-214's



Il confronto da' una risposta positiva: la luminosita' in fotoni e in neutrini sono le stesse (entro gli errori di misura)



La nostra conoscenza della luminosita' solare e' corretta



Il funzionamento del Sole non e' cambiato negli ultimi centomila anni!!



Questa misura e' stata nominata dall'IOP fra i 10 piu' importanti « breakthrough » del mondo nel 2014