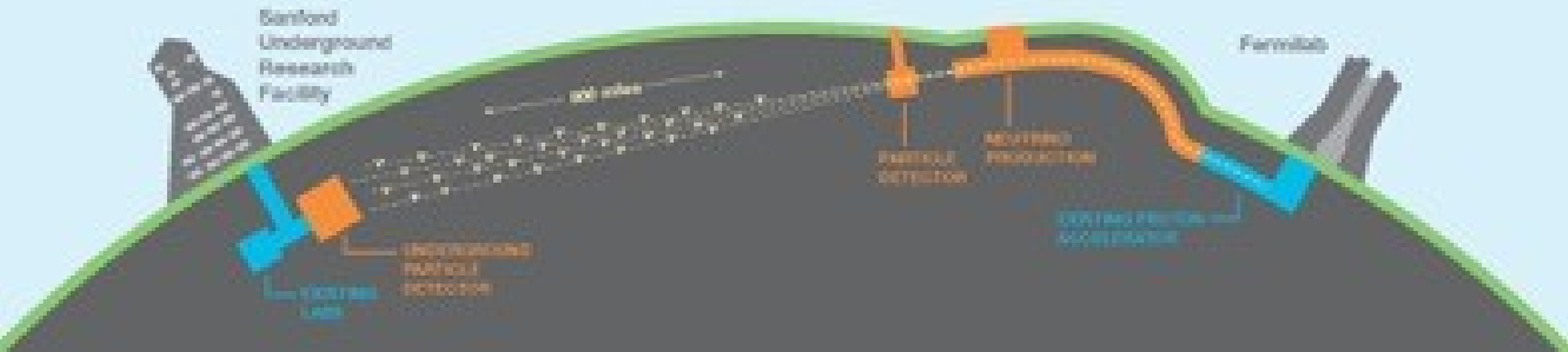


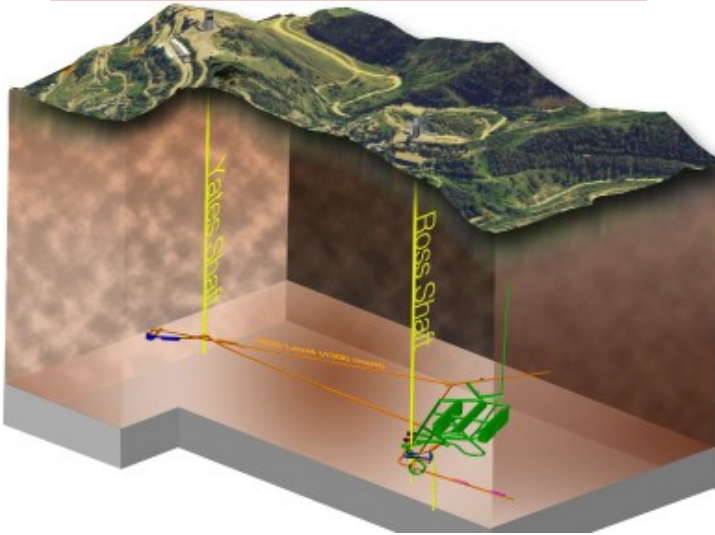
NU_AT_FNAL (Nuova proposta)



Riunione sui preventivi Sezione INFN Pisa
Pisa, 28 Giugno 2021

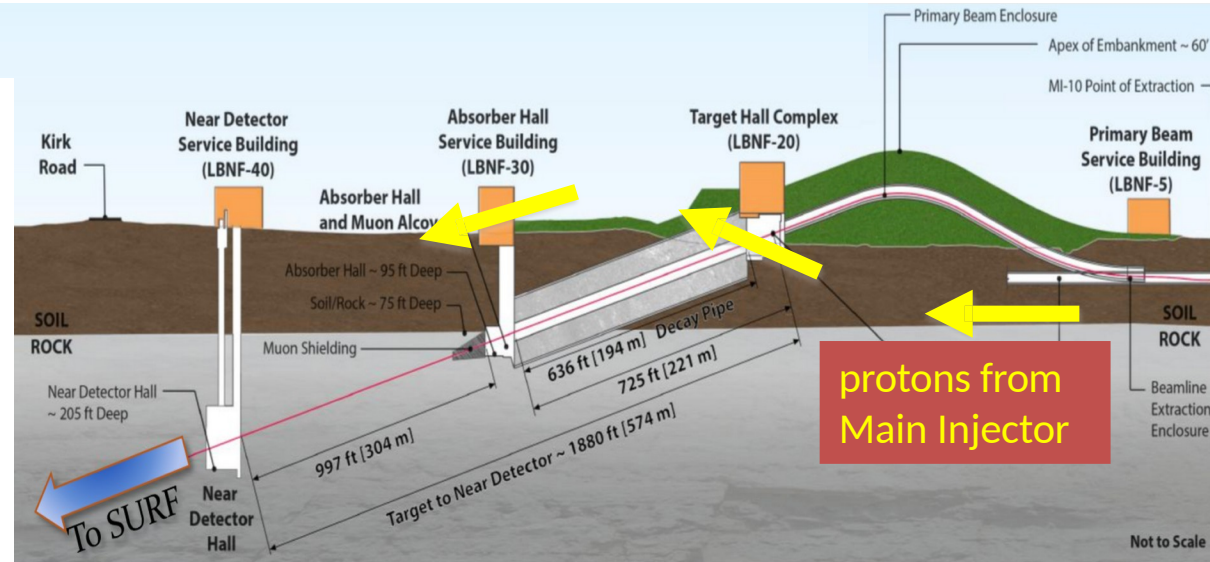
L'esperimento DUNE (Deep Underground Neutrino Experiment)

Sanford Underground Research Facility



Near Detectors

LBNF Neutrino beam-line



RIVELATORE LONTANO

Distanza da Fermilab: 1300 Km

Profondità:

1500 m (~4300 m di acqua)

Massa dei rivelatori:

70kton di Lar (40kton fiduciali)

in 4 diversi criostati

RIVELATORE VICINO

Distanza da sorgente: 574 m

3 Rivelatori complementari:

- LAr: 75 t fid. stesso bersaglio
- GAr magnetico a bassa soglia
- SAND (=nuovo KLOE)

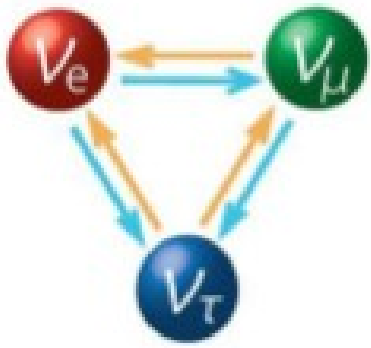
FASCIO DI NEUTRINI

Energia dei protoni:
60-120 GeV

Potenza di ν :
1.2 MW
(ma può raddoppiare!)

Fasci: $\nu_\mu, \bar{\nu}_\mu$

Il programma di fisica di Dune



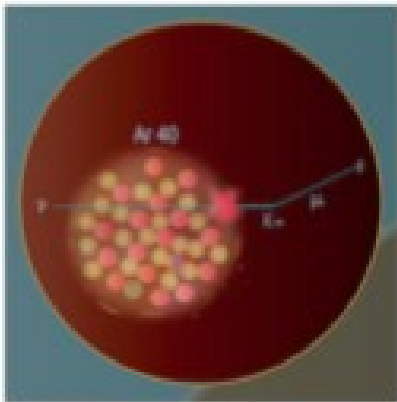
Oscillazioni di neutrino:

- misure di precisione degli elementi della matrice PMNS
- ricerca della violazione di CP nei leptoni
- gerarchia di massa dei neutrini



Fisica delle SuperNovae:

- osservazione della distribuzione in tempo di arrivo dei neutrini prodotti
- identificazione del flavour



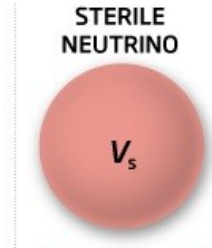
Violazione del numero barionico:

- decadimento del protone
- oscillazione dei neutroni

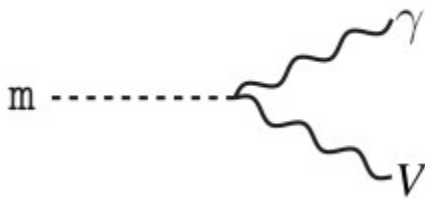
Fisica dello Standard Model e Beyond con il Near Detector

Standard Model

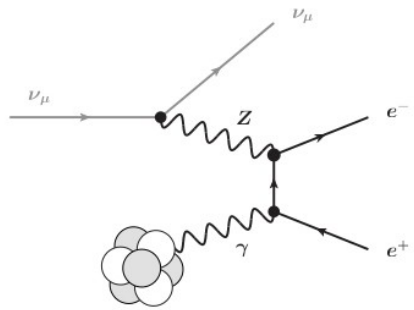
- Misura di $\sin\theta_W$ dallo scattering di neutrini, sezioni d'urto necessarie per determinare il fondo per altri processi di nuova fisica



- Neutrini sterili (comparsa di ν_e)



- Light Dark Matter (prodotta nel bersaglio)

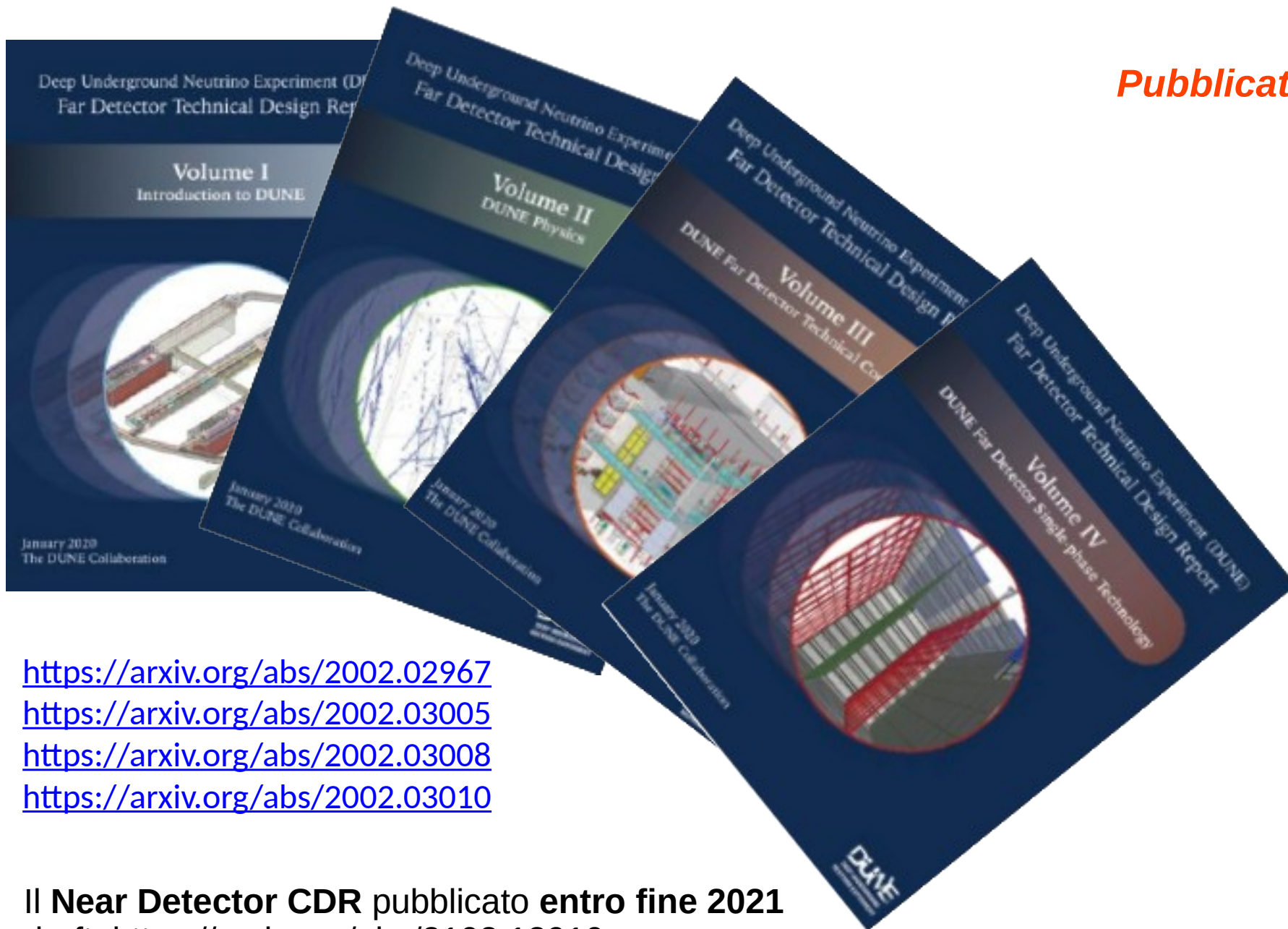


- Eventi 'a tridente' del neutrino: ricerca di nuovi bosoni

... e molti altri...

Manuali di fisica di Dune

Publicati nel 2020!!



<https://arxiv.org/abs/2002.02967>

<https://arxiv.org/abs/2002.03005>

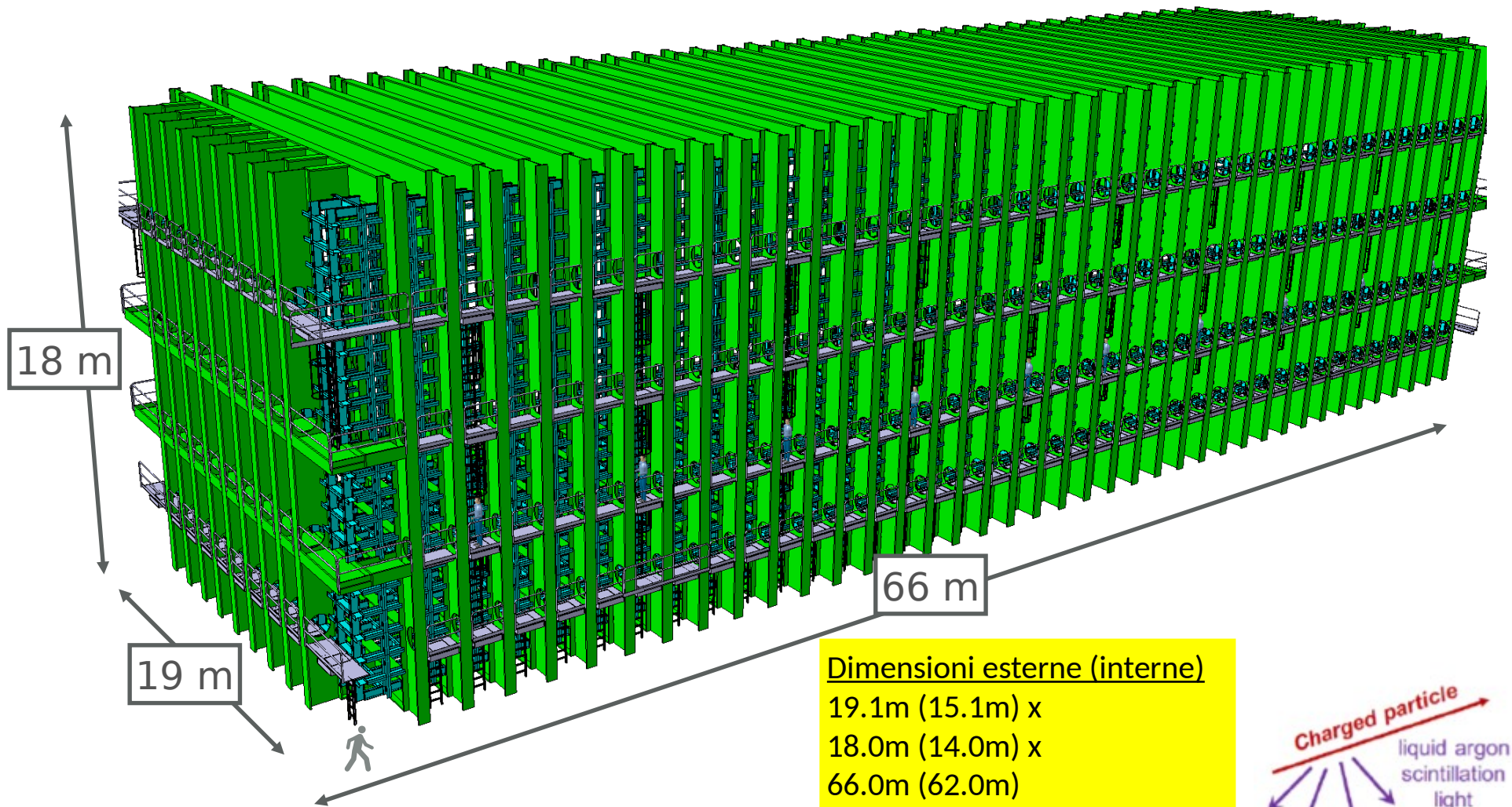
<https://arxiv.org/abs/2002.03008>

<https://arxiv.org/abs/2002.03010>

Il Near Detector CDR pubblicato entro fine 2021

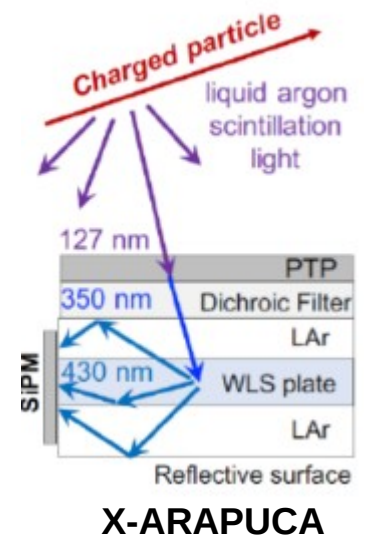
draft: <https://arxiv.org/abs/2103.13910>

Il rivelatore lontano

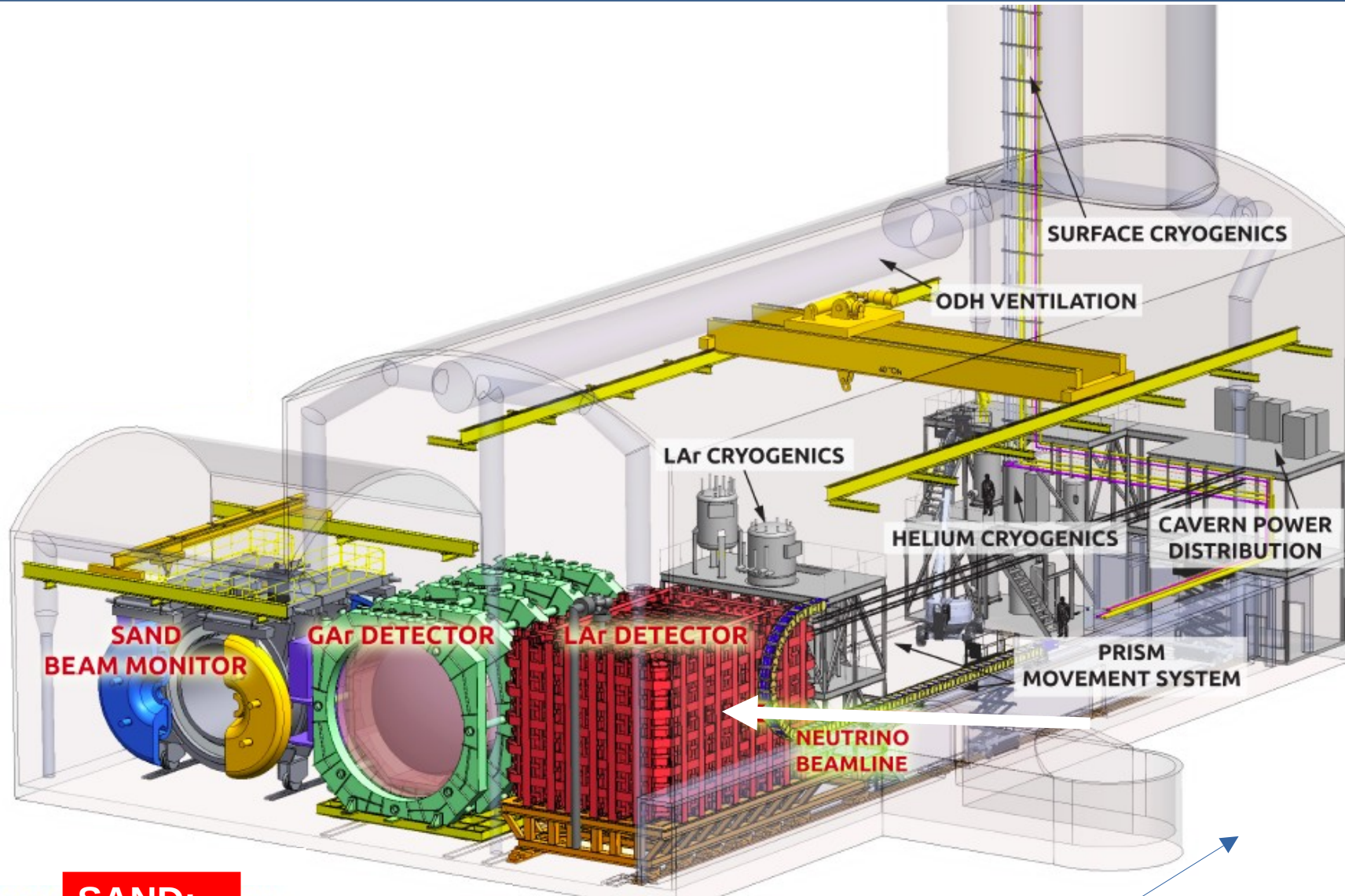


Attività INFN:

- primo modulo da 17 kton (horizontal drift LAr-TPC alla ICARUS):
Photo Detection System (X-ARAPUCA), SiPM, cold electronics
- secondo modulo (vertical drift LAr-TPC):
alimentazione (power of fiber), raccolta della luce



Il rivelatore vicino



SAND:

KLOE ECAL
and B=0.6 T
Target/tracker
Small LAr

ND-GAr:

Gas a 10 atm
0.5 T
ECAL

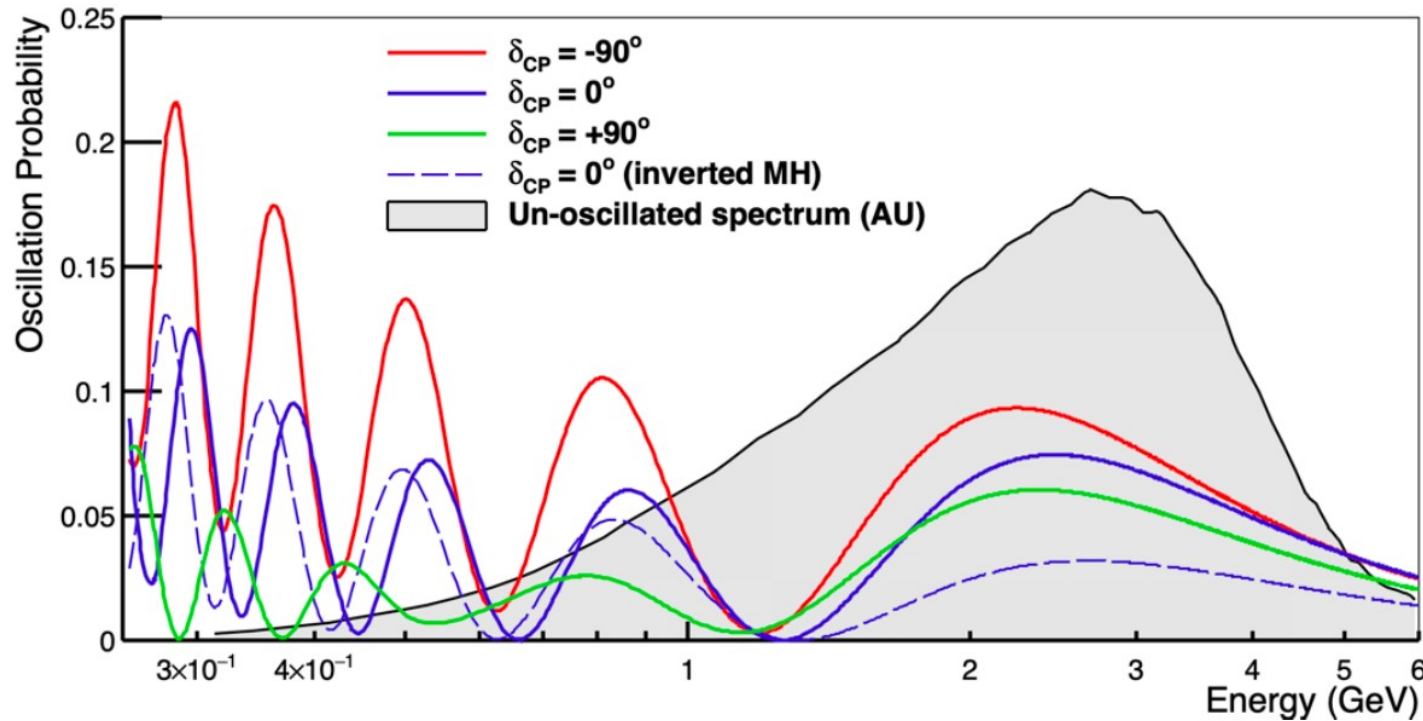
ND-LAr:

$60M \nu_{\mu} CC/anno$
 $20M \bar{\nu}_{\mu} CC/anno$
 $450K (\nu_e + \bar{\nu}_e) CC/anno$

Movimento per studi off-axis

Come si ottengono i parametri dell'oscillazione

I parametri dell'oscillazione si ottengono confrontando lo spettro dei neutrini nel Far Detector con quello previsto per un dato set di parametri



Per ridurre gli effetti sistematici invece del flusso nel Far Detector si usa il rapporto

$$\frac{\frac{dN_{\nu_e}^{far}}{dE_{rec}}}{\frac{dN_{\nu_\mu}^{near}}{dE_{rec}}} = \frac{\int P_{\nu_\mu \rightarrow \nu_e}(E_\nu) * \phi_{\nu_\mu}^{near}(E_\nu) * F_{far/near}(E_\nu) * \sigma_{\nu_e}^{Ar}(E_\nu) * D_{\nu_e}^{far}(E_\nu, E_{rec}) dE_\nu}{\int \phi_{\nu_\mu}^{near}(E_\nu) * \sigma_{\nu_\mu}^{Ar}(E_\nu) * D_{\nu_\mu}^{near}(E_\nu, E_{rec}) dE_\nu}$$

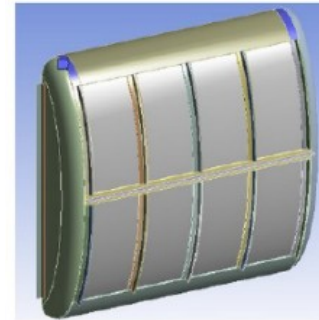
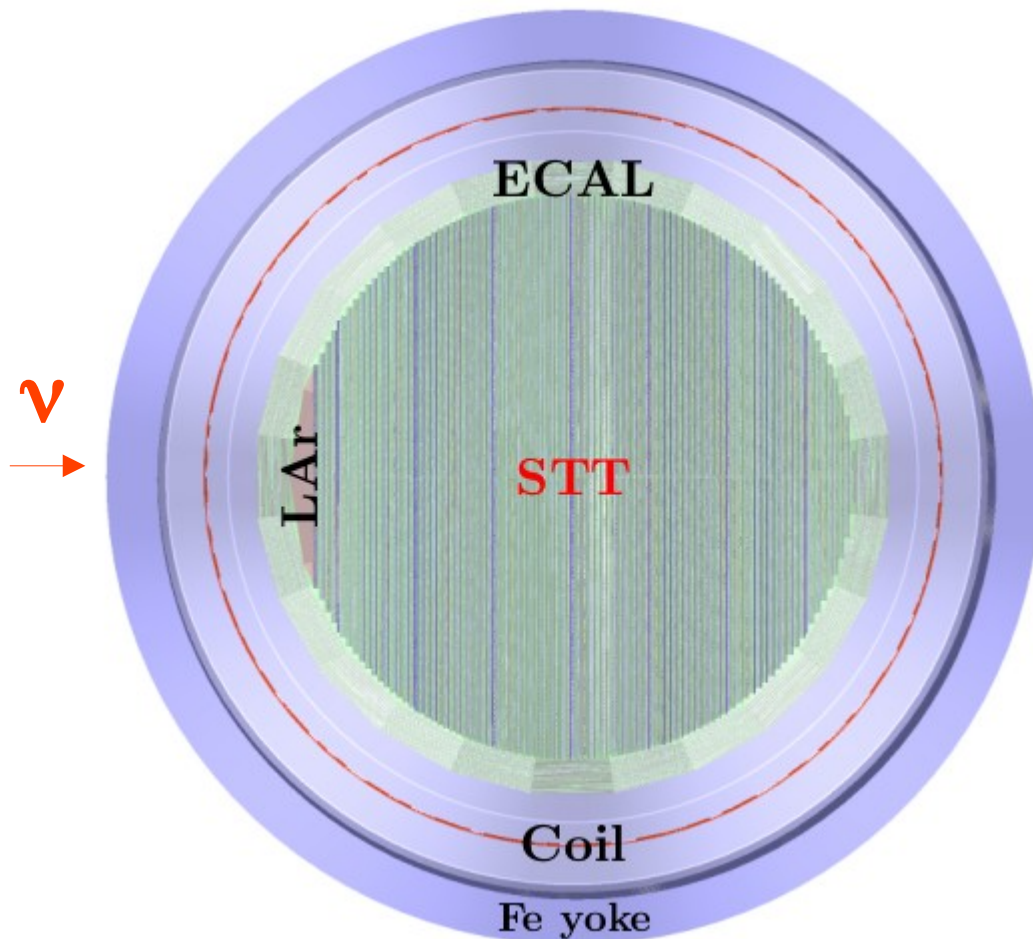
Scopo e Importanza del rivelatore vicino

Ottimizzato per l'oscillazione dei neutrini facendo tesoro dell'esperienza acquisita dai precedenti esperimenti (T2K, Nova, K2K, Minerva, MiniBoone):

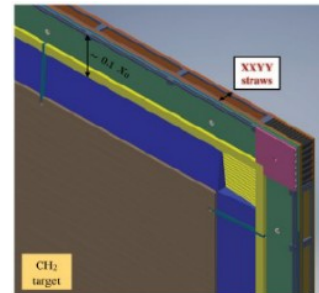
- Monitorare continuamente **l'intensità e la composizione del fascio** (ν_e e elastico, ν_μ CC quasi elastico)
- Studiare le interazioni di neutrino sugli **stessi nuclei** del rivelatore lontano (LAr)
- Studiare le sistematiche sulla **ricostruzione dell'energia del neutrino**: contenimento dell'energia (neutroni) e soglia di rivelazione (GAr+SAND)
- Isolare le sistematiche dovute alle **interazioni nucleari** (multinucleoni) e alle **interazioni nello stato finale** (bersagli in C e CH₂ → H)
- studiare il rate delle interazioni riproducendo lo **spettro energetico** dei neutrino **dopo l'oscillazione** (combinazione delle posizioni off-axis: DUNE-PRISM)

SAND (**S**ystem for on **A**xis **N**eutrino **D**etection)

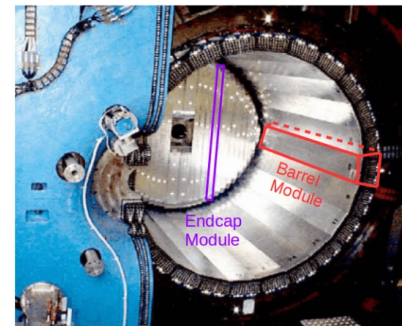
Per fare una DUNA ci vuole la SABBIA!



GRAIN o
“LAr menisc”:
1 ton di LAr



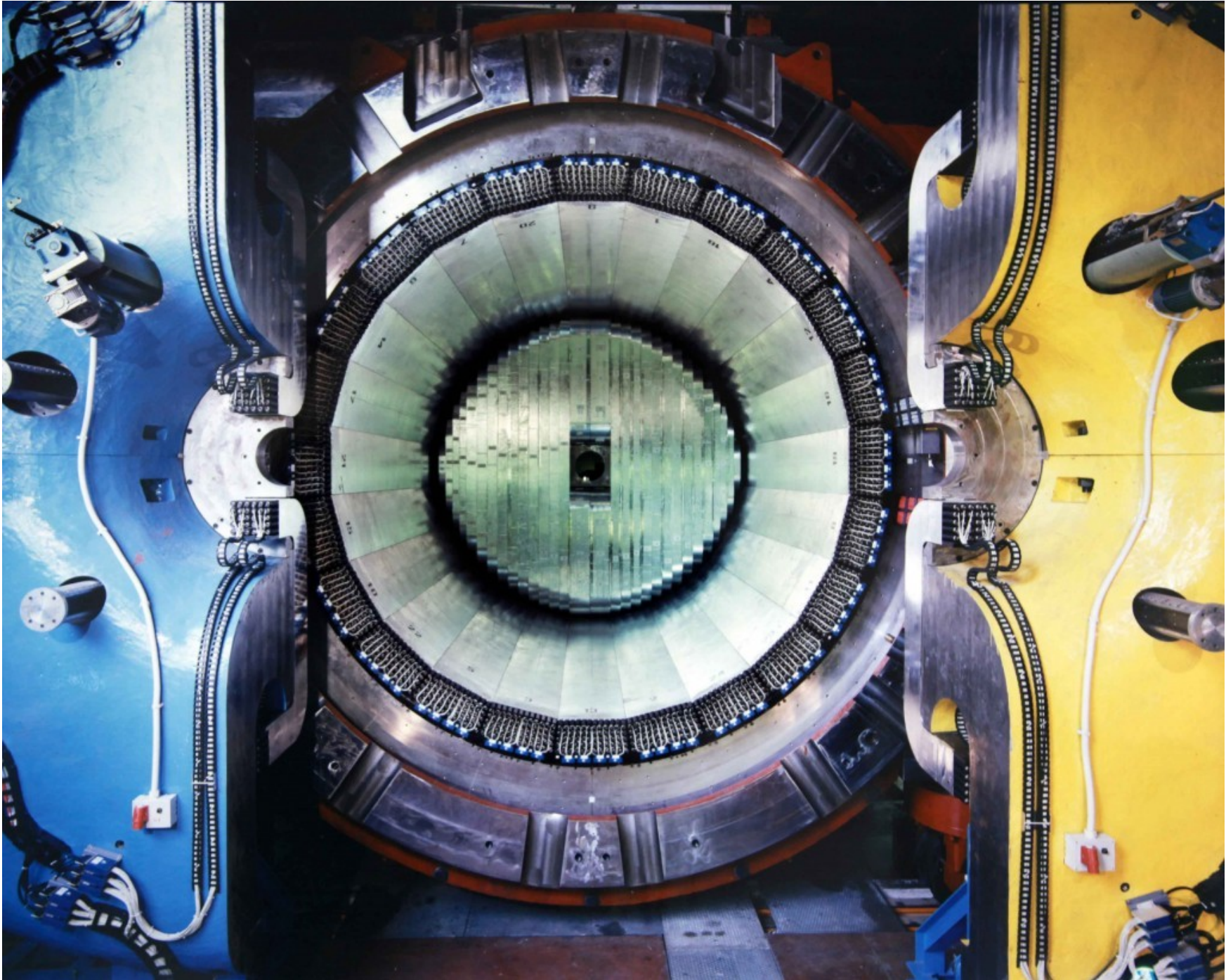
STT*
Straw tube
Tracker
con piani
in CH₂ e C



KLOE
ECAL
(barrel+endcaps)
Cold mass (8.5 tons)
Giogo (475 tons)

* Ancora in discussione se questa scelta prevarrà su un rivelatore a cubi di scintillatore (3DST)

La seconda vita di KLOE



Dismount & Disposal di KLOE



Fabrizio Raffaelli ha disegnato insieme a Gianni Gennaro le macchine usate per installare il calorimetro di KLOE. Il montaggio è stato effettuato da tecnici pisani. La sua esperienza è preziosa per riprogettare e guidare lo smontaggio del calorimetro e del magnete e la sua reinstallazione a Fermilab!



Il rinnovamento del calorimetro di KLOE

PMTs

Si sta procedendo (LNF+Roma1) a testare i 4880 PMT fine mesh della Hamamatsu

Due ipotesi al vaglio:

- comprare 200 spares

(costi elevati perché va ripristinata la linea di produzione)

- studiare la convenienza di una sostituzione con SiPMs

(test in corso a Lecce)

La scelta va fatta in tempi brevi perché i PMT fine mesh stanno per essere eliminati dal catalogo Hamamatsu

HV

Il sistema di distribuzione dell'HV va ammodernato

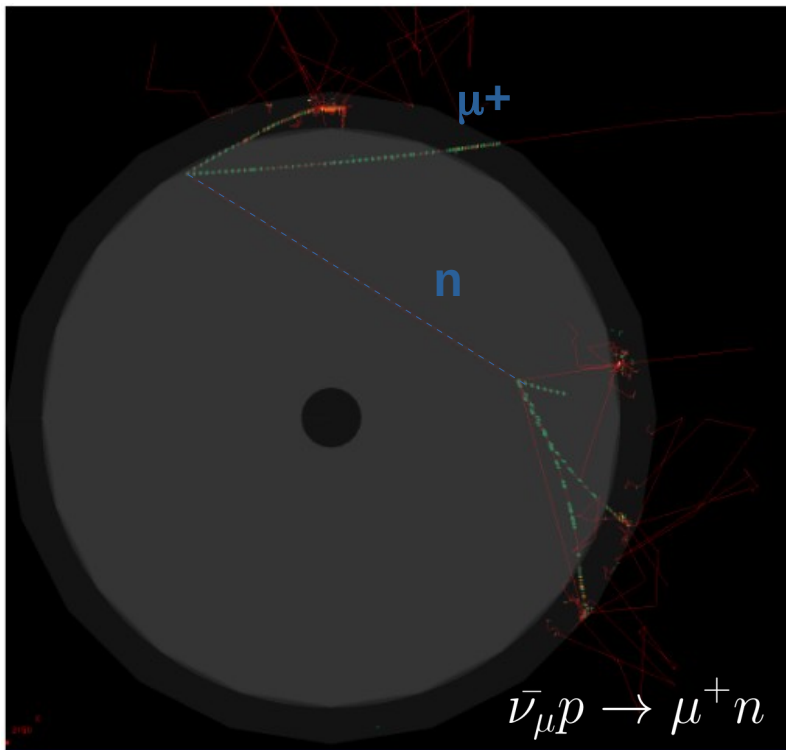
Elettronica di Front End

Si pensa di sostituire i TDC e gli ADC con dei digitizers

Attività di simulazione

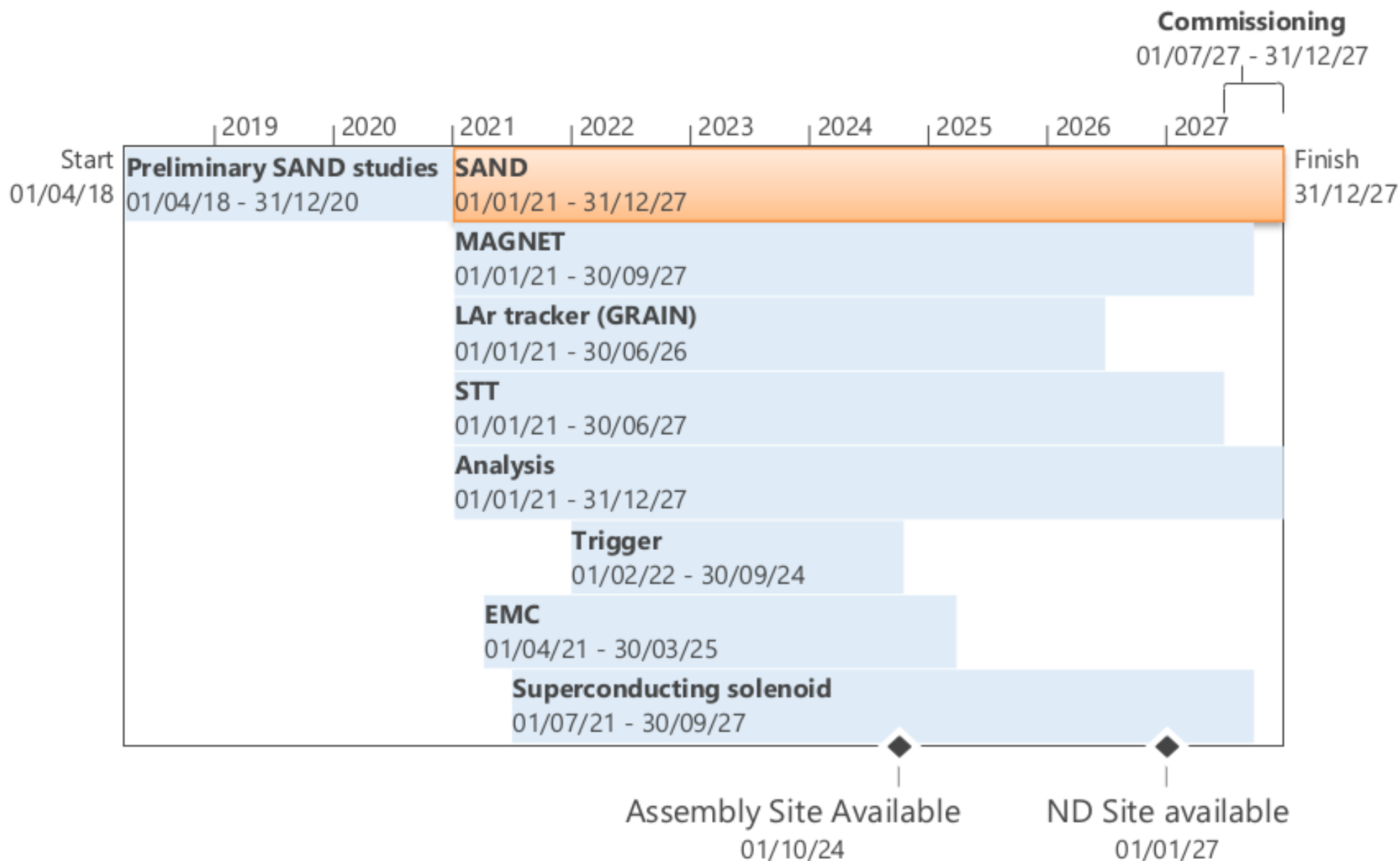
Esiste un programma di simulazione in fase già piuttosto avanzata teso a:

- scegliere tra le diverse soluzioni di tracciatore
- ottimizzare l'accettanza dei rivelatori e studiarne le performances
- combinare la risposta dei rivelatori di SAND
- combinare le informazioni di SAND, ND-LAr e ND-GAr
- combinare le incertezze sistematiche con le misure del Far Detector per ottenere la sensibilità per i vari canali



E' un buon momento per inserirsi in questa attività!

Time schedule di SAND*



* Dal documento di risposta al CTS dell'INFN

Nu_at_Fnal a Pisa: Anagrafica per il 2022 (preliminare)

RICERCATORI	FTE		TECNOLOGI	FTE	
Di Falco	0,2	ric	Raffaelli	0,1	dir. Tecnol.
			TBD	1,0	Ass. tecnol.

Siamo certi che la partecipazione aumenterà con l'intensificarsi delle attività e l'avvicinarsi della data di entrata in funzione dell'esperimento

Chiunque è solleticato dalle potenzialità fisiche di questo esperimento e vuole iniziare a dedicargli un po' di tempo può aggiungersi **già ora!**

Richieste finanziarie 2022 (preliminare)

Rich. 2022

MISSIONI	16 k€
ITALIA	7,0 k€
ESTERO	9,0 k€
CONSUMI	1,3 k€
APPARATI	0 k€
INVENTAR.	0 k€
TOTALE	17,3 k€

Richieste servizi 2022

Officina: nessuna

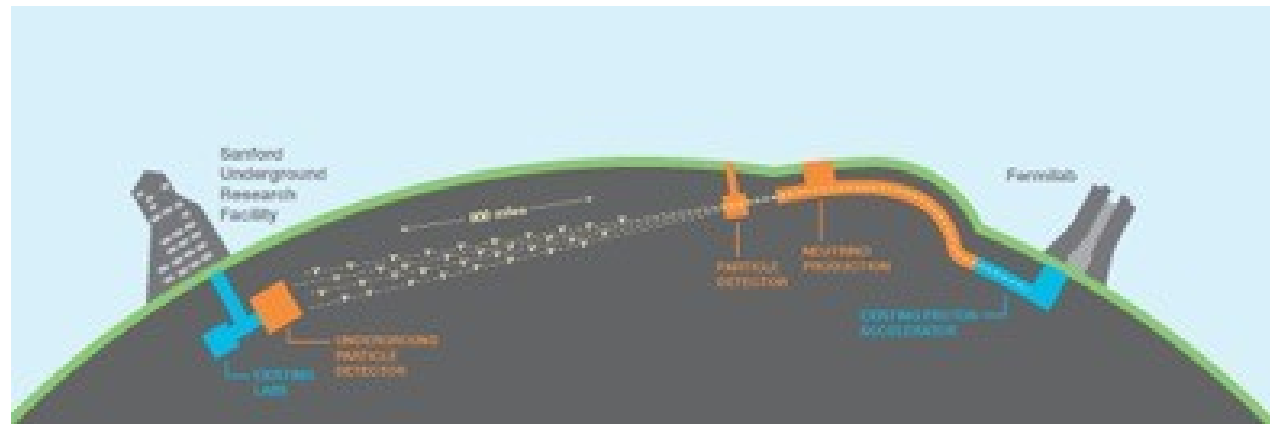
Alte tecnologie: nessuna

Aspettiamo di raggiungere un numero di FTE più consistente per prenderci dei commitment sull'hardware...

Seminario di presentazione di Nu_AT_FNAL in Sezione



Next Generation neutrino Experiments at Accelerators: the DUNE Experiment at FNAL



Mercoledì 21 Luglio

Ore 15.00

aula 131 (max 25 persone)

+ zoom

Sergio Bertolucci

University of Bologna and INFN

Responsabile Nazionale NU_AT_FNAL

BACKUP SLIDES

Sezioni INFN aderenti a NU_AT_FNAL

Table 1: The composition of INFN NU-AT-FNAL groups in DUNE.

Institution	Researchers+ Technologists	FTE	Notes
BO	20	8.3	
FE	9	2.8	
GE	6	3.8	
LE	5	2.3	
<i>LNF</i>	3	1.2	<i>from 2022</i>
LNL	1	0.2	
LNS	7	1.6	
Mi	6	2.1	
MiB	18	8.3	
NA	7	1.8	
PD	1	0.3	
<i>RM1</i>	3	0.9	<i>from 2022</i>
Total	86	33.6	

← nuovo ingresso

← nuovo ingresso

Sezioni INFN aderenti a SAND

Table 2: The INFN person-power in SAND.

Institution	Researchers+ Technologists	FTE	Notes
BO	20	7.3	
FE	9	1.3	
GE	6	3.8	
LE	5	2.3	
<i>LNF</i>	3	1.2	<i>from 2022</i>
LNL	1	0.2	
LNS	7	1.1	
Mi	6	0.5	
MiB	2	1	
NA	5	1.2	
PD	1	0.3	
<i>RM1</i>	3	0.9	<i>from 2022</i>
Total	68	20.1	

← nuovo ingresso

← nuovo ingresso