

# DUNE Napoli: richiesta finanziaria 2024

Il gruppo DUNE-Napoli è focalizzato sulle seguenti attività:

- **realizzazione di un laboratorio per l'evaporazione del wavelenght shifter**
- **misura della PDE e validazione della geometria dei moduli del Photon Detection System (PDS)**

Il gruppo DUNE-Napoli è notevolmente cresciuto rispetto al 2023, sia in numero di partecipanti che in FTE, passando da 2.7 a 4.2. La composizione del gruppo nel 2024 è mostrata in Tab. 1

Nome	Ente	Titolo	FTE
<b>G. Fiorillo</b>	Università «Federico II» di Napoli	PO – <b>Rappres. IB</b>	<b>0.3</b>
<b>F. Di Capua</b>	Università «Federico II» di Napoli	PA – <b>Resp. locale</b>	<b>0.6</b>
<b>Y. Suvorov</b>	Università «Federico II» di Napoli	RTDB	<b>0.3</b>
<b>N. Canci</b>	INFN	Tecnologo	<b>0.4</b>
<b>M. D'Aniello</b>	Università «Federico II» di Napoli	PA	<b>0.5</b>
<b>E. Sarnelli</b>	CNR-SPIN	Dirigente di Ricerca	<b>0.6</b>
<b>R. Calabrese</b>	INFN	Postdoc	<b>0.5</b>
<b>D. Rudik</b>	Università «Federico II» di Napoli	Postdoc	<b>0.5</b>
<b>G. Grauso</b>	INFN	Tecnologo PNRR	<b>0.0</b>
<b>G. Matteucci</b>	Università «Federico II» di Napoli	PhD	<b>0.5</b>
<b>TOT</b>	10		<b>4.2</b>

Tab. 1: Composizione gruppo DUNE-Napoli

## Laboratorio evaporatore wavelenght shifter

Nel 2022 abbiamo chiesto ed ottenuto un finanziamento per l'acquisto di un evaporatore che consentisse alla collaborazione DUNE di avere un secondo sito di evaporazione oltre a quello presente in Campinas (Brasile) per la deposizione del wavelenght shifter primario (p-TerPhenyl) sui moduli del PDS. Nel 2023 è stata effettuata attività di progettazione e di procurement impegnando circa l'85% dei fondi ricevuti. Il disegno dell'evaporatore che è in fase di realizzazione dalla ditta selezionata è mostrato in Figura 1. Le caratteristiche principali sono:

- diametro evaporatore 120 cm, altezza camera 60 cm
- flange sulla base: 7 ISO-K 100, 2 ISO-K 250;
- flange sul mantello: 5 ISO-K 100
- coperchio bombato con 4 flange ISO-K 100
- disco interno motorizzato
- 3 crogiuoli interni dotati di sistema di controllo

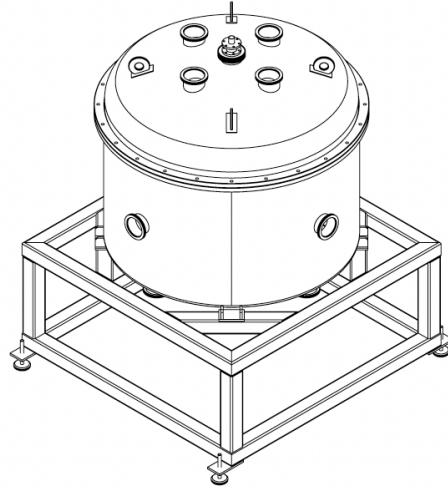


Fig. 1: disegno dell'evaporatore del coating wavelength shifter

L'evaporatore verrà ospitato in una camera pulita ISO-6 all'interno di una nuova infrastruttura criogenica finanziata dal PNRR ed in fase di costruzione presso il Dipartimento di Fisica di Napoli. Il layout del laboratorio evaporatore è mostrato in Figura 2



Fig. 2: layout laboratorio evaporatore

Il modulo X-Arapuca di DUNE Vertical Drift (XA-VD) contiene 16 filtri diecrici di dimensione  $15 \times 15 \text{ cm}^2$ . Il laboratorio di evaporazione dovrà evaporare filtri per complessivamente 320 moduli XA-VD “a doppia faccia”, che vanno installati sul catodo, e 352 moduli “a singola faccia”, che vanno installati sulla membrana del criostato. Il totale di filtri da evaporare è 15872. In un singolo run, in base alle dimensioni della flangia, possono essere evaporati circa 26 filtri. L'evaporatore e la sua pompa da vuoto sono stati dimensionati per poter effettuare 2 turni di evaporazione al giorno, ossia producendo 52 filtri/giorno. Questo assicurerà la produzione nel sito di evaporazione di Napoli di almeno il 50% dei filtri richiesti, come da accordi nella collaborazione. Le evaporazioni per il secondo modulo di DUNE sono previste iniziare a ottobre 2024.

Il laboratorio evaporatore sarà pronto entro maggio 2024. Le operazioni di messa in funzione e regolazione dell'evaporatore saranno effettuate subito dopo. Prevediamo il commissioning del sistema entro luglio 2024. Le richieste per il 2024 sono tese a rendere operativa questa facility e ad iniziare come

da programma dell'esperimento le operazioni di evaporazione per il secondo modulo. Le richieste finanziarie per questa attività sono riportate in Tabella 2:

Item	Richiesta (kEuro)
Paranco per movimentazione dome evaporatore	8
Struttura di appoggio dome in profilati bosch	4
Glove box per manipolazione e stoccaggio filtri	6.5
Realizzazione di boxes per il trasporto filtri evaporati	3
Fornitura tute, copriscarpe, cuffie, guanti per camera pulita	2
Materiali (PTP, alcool isopropilico)	3
Ultrasound vacuum cleaner	5
Minuteria da vuoto	4
<b>Totale</b>	<b>35.5</b>

Tab. 2: Richieste per laboratorio evaporatore

Si allegano le offerte più vantaggiose ottenute per la fornitura del paranco per la movimentazione del dome, della vasca ultrasuoni e della glove-box.

Il compito di evaporazione dei filtri dicroici sarà distribuito all'interno della collaborazione italiana ed internazionale. Il gruppo di Napoli si prenderà carico dell'organizzazione dei turni di shift e training degli shifters già a partire dal 2024. Nel 2025 si potrà prendere in considerazione di affidare ad una ditta esterna i turni di evaporazione: una stima annua per unità di personale tecnico fornite da una ditta esterna è di circa 110 kEuro, mentre una stima annua per impegni di missione di personale associato INFN per effettuare i turni è di circa 80 kEuro.

## Misura di Photon Detection Efficiency del sistema X-Arapuca del modulo

### Vertical Drift

Il Consorzio Internazionale del PDS, relativamente al secondo modulo del Far Detector di DUNE (Vertical Drift), ha stabilito che uno dei punti di fondamentale importanza da implementare è la misura della Photon Detection Efficiency (PDE) della versione X-Arapuca Vertical Drift (XA-VD). Una misura di PDE del sistema X-Arapuca per DUNE Horizontal Drift (XA-HD) è stata effettuata in passato dalla collaborazione, ma la geometria del sistema XA-VD è sostanzialmente cambiata sia in forma (da rettangolare a quadrata) sia in dimensioni (dimensione attuale  $62 \times 62 \text{ cm}^2$ ). Inoltre, il numero di SiPM rispetto alla superficie di rivelazione di X-Arapuca è all'incirca dimezzato rispetto alla versione XA-HD. Per questi motivi le misure di PDE per il sistema XA-VD non possono essere estrapolate da quelle effettuate per XA-HD e, pertanto, è necessario effettuare una misura dedicata.

Il gruppo di Napoli, grazie alle infrastrutture criogeniche di cui dispone, è stato identificato dal Consorzio Internazionale del PDS, come sito dove effettuare questa misura.

Nel corso 2023, si è provveduto all'assemblaggio del prototipo di XA-VD e alla progettazione della misura, testata e messa a punto durante un run di commissioning del sistema. Il run di misura vero e

proprio ha avuto luogo nella seconda metà di luglio, con l'analisi dei dati ancora in corso al momento in cui scriviamo. La Figura 3 mostra i rivelatori immersi in Liquid Argon durante il test di commissioning e la separazione ottenuta tra il segnale di sorgente alpha e quello dei muoni. La Figura 4 mostra la fase di preparazione del primo test effettuato con il modulo XA-VD.

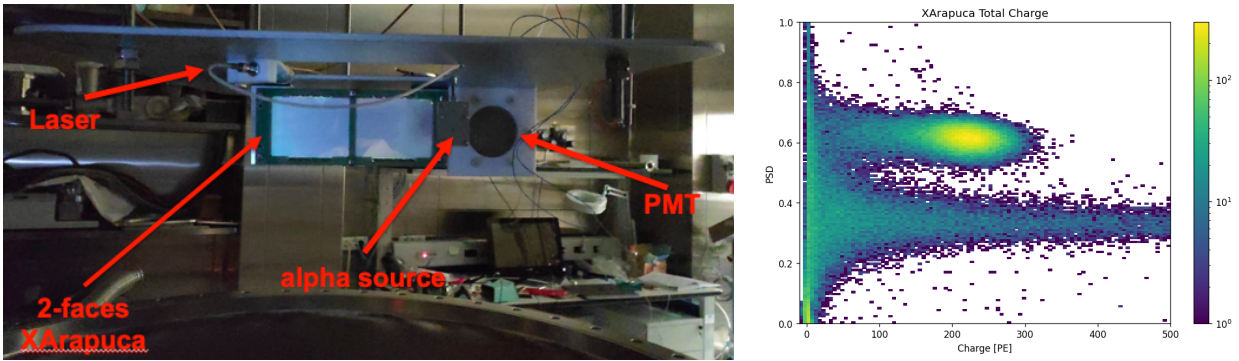


Fig. 3: Test di commissioning per la misura della PDE



Fig. 4: Preparazione del test PDE di XA-VD

Quest'attività di misura e validazione delle prestazioni del modulo XA-VD del PDS proseguirà nel 2024. Infatti, il sistema XA-VD del secondo modulo di DUNE prevede due tipologie di elettronica: per i moduli da montare sulla membrana si adatterà un'elettronica di alimentazione e read-out di tipo tradizionale (cablata in rame), mentre per i moduli che verranno installati sul catodo si utilizzerà un sistema innovativo basato sulle tecniche Power over Fiber (PoF) e Signal over Fiber (SoF). Oltre all'elettronica, sarà necessario testare XA-VD con altro vendor di filtri dicroici e di SiPM.

Si intende testare a Napoli le varie configurazioni del sistema XA-VD. Sarà dunque necessario effettuare altre tre campagne di misura. Per poter effettuare ogni singolo test sono necessari 4 carrellati di LAr (240 l) con un costo pari a 4.0 kEuro. Si allega l'offerta più vantaggiosa ottenuta per la fornitura di LAr 5.5 da parte della ditta Linde Gas Italia Srl.

Le richieste finanziarie per l'attività di misura della PDE per XA-VD sono riportate in Tabella 3:

Item	Richiesta (kEuro)
Fornitura di LAr (quantitativo per 3 runs)	12
Flange di interfaccia per PoF and Signal over Fiber	4
Setup upgrade meccanica per testare due XA-VD simultaneamente	4
<b>Totale</b>	<b>20.0</b>

Tab. 3: Richieste per misura PDE di XA-VD

### Sviluppo di un sistema Test Stand per la qualifica in LAr dei moduli XA-VD

Come stabilito nel MoU di DUNE Vertical Drift, il gruppo di Napoli si occuperà del monitoraggio della qualità dei moduli XA-VD assemblati dalla collaborazione. Secondo il programma dell'esperimento DUNE tale attività di "Production Quality Control" deve iniziare nel secondo quarto del 2025. Trattandosi di una infrastruttura complessa proponiamo alla commissione una richiesta Sub-Judice per lo sviluppo nel 2024 di tale infrastruttura, da discutere in corso d'anno avendo una maggiore definizione della schedula dell'esperimento.

Il gruppo di Napoli ha già due importanti infrastrutture criogeniche che sono state finanziate dall'INFN nell'ambito del programma DarkSide-20k. Si tratta di un grande criostato per la qualifica dei moduli ottici di DS-20k e di un sistema di liquefazione, purificazione e ricircolo di LAr per test di prototipi di DS-20k. Secondo il programma, in Q2 2025 tali infrastrutture avranno terminato il loro compito per l'esperimento DS-20k. Con una opportuna modifica, le due infrastrutture possono essere combinate per gli scopi richiesti dalla qualifica dei XA-VD. Il progetto per tale modifica è riportato in Figura 5 e prevede una modifica della flangia dell'attuale criostato con l'inserimento di un vessel contenente LAr 6.0. Il sistema, con una modifica dell'attuale linea di trasferimento, prevede l'utilizzo dell'esistente sistema di ricircolo. Il progetto include l'implementazione di Xe-doping come nelle condizioni dell'esperimento.

Le richieste per la realizzazione delle modifiche alle esistenti infrastrutture criogeniche sono riportate in Tabella 5.

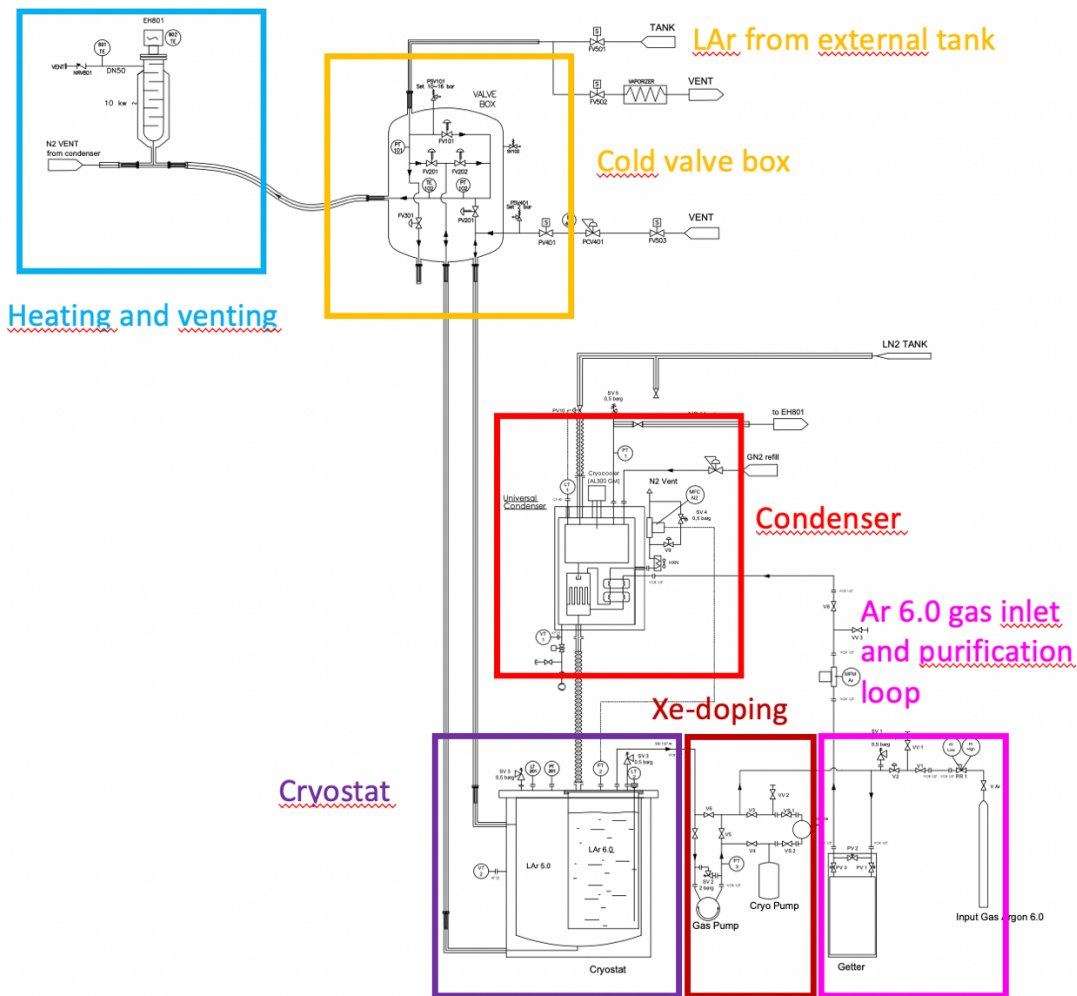


Fig. 5: Layout del sistema di qualifica produzione moduli XA-VD

Item	Richiesta (kEuro)
Modifica flangia	25
Linea trasferimento per connessione al sistema ricircolo	15
Vessel interno per LAr 6.0	10
Modifica del gas panel	10
Implementazione Xe-doping	15
Svuotamento LAr con heaters	20
Slow control	25
<b>Totale</b>	<b>120.0</b>

Tab. 5: Richieste per sviluppo sistema Test Stand qualifica XA-VD



## Richieste di missione

Si richiedono fondi di missioni per consentire la partecipazione del gruppo di ricerca ai prossimi Collaboration Meeting dell'esperimento ed ai turni di ProtoDUNE HD e ProtoDUNE VD. Le richieste sono riportate in Tabella 6.

Missione	Richiesta (kEuro)	Richiesta SJ
Collaboration meeting (2 viaggi in USA x 2 persone + 1 viaggio al CERN per 3 persone)	13.0	
Turni run di ProtoDUNE HD (11 settimane al CERN x 1 persona)	11.0	
Turni run di ProtoDUNE VD (6 settimane al CERN x 1 persona)		6.0
<b>Totale</b>	<b>24.0</b>	<b>6.0</b>

Tab. 6: Richieste di missione

## Summary

Le richieste complessive del gruppo DUNE-Napoli sono riportate in Tabella 7

Item	Richiesta (kEuro)	Richiesta SJ
Evaporazione del wavelenght shifter	35.5	0
Misura PDE del modulo XA-VD	20	0
Test Stand facility per moduli integrati XA-VD	0	120
Missioni	24	6
<b>Totale</b>	<b>79.5</b>	<b>126.0</b>