



Ministero dell'Università e della Ricerca

DIREZIONE GENERALE DELLA RICERCA

Programma Nazionale Ricerca, Innovazione e Competitività per la transizione verde e digitale 2021-2027

Azione 1.1.1 – Potenziamento delle Infrastrutture di Ricerca (IR) pubbliche che operano in
ambito S3 finalizzato all'avanzamento tecnologico delle imprese

ALLEGATI ALL'AVVISO PUBBLICO

"Potenziamento delle Infrastrutture di Ricerca (IR) pubbliche che operano in ambito S3 finalizzato
all'avanzamento tecnologico delle imprese"

D.D. n. 310 del 18-03-2025



Le informazioni anagrafiche e la articolazione operativa dei soggetti proponenti, nonché la descrizione delle competenze e delle risorse, verrà acquisita dalla piattaforma Gest-A. Il censimento delle strutture proponenti su Gest-A è quindi propedeutico e indispensabile per la compilazione della proposta progettuale.

Il presente format è indicativo dei contenuti richiesti per la presentazione della proposta progettuale in coerenza con quanto previsto dall'Avviso. Il Ministero si riserva di digitalizzare, adeguare e/o adattare lo stesso al fine di renderlo disponibile, fruibile e compilabile nella piattaforma informatica dedicata alla presentazione delle domande di accesso al contributo; tale adeguamento sarà finalizzato a garantire la piena rispondenza agli elementi previsti nell'Avviso, con particolare riferimento a tutte le specifiche previste dallo stesso.

A – DATI DELLA COMPAGINE PROPONENTE

I dati della Compagine Proponente sono acquisiti dal sistema informativo per la redazione della proposta direttamente dal sistema Gest-A.

La pre-compilazione di questa sezione della proposta è quindi automatica.

Anagrafiche

Denominazione, sede legale, sede amministrativa, rappresentante legale, natura giuridica, qualificazione [Università, istituzioni universitarie italiane statali, comunque denominate (ivi comprese le scuole superiori ad ordinamento speciale)], iniziative infrastrutturali PON/PNRR in cui si è partecipato secondo quanto disposto all'art.4 dell'Avviso. 3000 car.

➤ **11A1.1 - Informazioni Generali – Denominazione**

Istituto Nazionale Di Fisica Nucleare (I.N.F.N.)

➤ **11A1.2 - Informazioni Generali – Nome Breve**

Infn

➤ **11A1.3 - Informazioni Generali – Codice Fiscale**

84001850589

➤ **11A1.4 - Informazioni Generali – Partita Iva**

04430461006

➤ **11A1.5 - Informazioni Generali – Data Costituzione**

08/08/1951

➤ **11A1.6 - Informazioni Generali – Sito Web**

www.infn.it

➤ **11A1.7: Sede Legale - Comune**

Frascati

➤ **11A1.8: Sede Legale - Provincia**

RM

➤ **11A1.9: Sede Legale - Regione**

Lazio

➤ **11A1.10: Sede Legale - Nazione**

Italia

➤ **11A1.11: Sede Legale - Indirizzo**

Via Enrico Fermi N°54

➤ **11A1.12: Sede Legale - CAP**

00044

➤ **11A1.13: Sede Legale – Telefono**

0694032500

➤ **11A1.14: Sede Legale - E-Mail (non PEC)**

direttore.generale@lnf.infn.it

➤ **11A1.15: Sede Legale - E-Mail (PEC)**

amm.ne.centrale@pec.infn.it

➤ **11A1.16: Sede Amministrativa - Comune**

Frascati

➤ **11A1.17: Sede Amministrativa - Provincia**

Rm

➤ **11A1.18: Sede Amministrativa - Regione**

LAZIO

➤ **11A1.19: Sede Amministrativa - Nazione**

Italia

➤ **11A1.20: Sede Amministrativa - Indirizzo**

Via Enrico Fermi n°54

➤ **11A1.21: Sede Amministrativa - CAP**

00044

➤ **11A1.22: Sede Amministrativa - Telefono**

0694032500

➤ **11A1.23: Sede Amministrativa - E-Mail (non PEC)**

direttore.generale@lnf.infn.it

➤ **11A1.24: Sede Amministrativa - E-Mail (PEC)**

amm.ne.centrale@pec.infn.it

➤ **11A1.25: Rappresentante Legale - Nazionalità**

Italia

➤ **11A1.26: Rappresentante Legale - Nome**

Antonio

➤ **11A1.27: Rappresentante Legale - Cognome**

Zoccoli

➤ **11A1.28: Rappresentante Legale - Codice_Fiscale**

ZCCNTN61M16A944Y

➤ **11A1.29: Rappresentante Legale - E-Mail (non PEC)**

presidenza@presid.infn.it

➤ **11A1.30: Rappresentante Legale – Telefono**

066840031

➤ **11A1.31: Informazioni Generali – Forma Giuridica**

Istituto o ente pubblico di ricerca

➤ **11A1.33: Tipologia Struttura – Codice ATECO**

M 72.19.09

➤ **11A1.35: Tipologia Struttura - Attività Prevalente**

Ricerca

➤ **11A1.36: Tipologia Struttura – Codice IPA**

infn_fr

➤ **11A1.37: Progetto PNRR/PON a cui si è partecipato**

*IR0000002-KM3NeT4RR
PIR01_00021-PACK
IR0000002-KM3NeT4RR
IR0000002-KM3NeT4RR
IR0000002-KM3NeT4RR
IR0000002-KM3NeT4RR
PIR01_00021-PACK*

Descrizione della struttura del soggetto beneficiario

Descrivere la missione del beneficiario, delle competenze e delle capacità di ricerca, innovazione, trasferimento tecnologico e formazione (se applicabili), delle risorse strumentali e infrastrutturali, del modello di gestione della ricerca.6000 car.

➤ **11A2.1: Informazioni Generali – Descrizione della Struttura**

L'INFN è l'ente pubblico nazionale di ricerca, vigilato dal Ministero dell'università e della ricerca (MUR), dedicato allo studio dei costituenti fondamentali della materia e delle leggi che li governano. Svolge attività di ricerca, teorica e sperimentale, nei campi della fisica subnucleare, nucleare e astroparticellare. Le attività di ricerca dell'INFN si svolgono tutte in un ambito di competizione internazionale e in stretta collaborazione con il mondo universitario italiano, sulla base di consolidati e pluridecennali rapporti. La ricerca fondamentale in questi settori richiede l'uso di tecnologie e strumenti di ricerca d'avanguardia che l'INFN sviluppa sia nei propri laboratori sia in collaborazione con il mondo dell'industria. L'INFN è stato istituito l'8 agosto 1951 da gruppi delle Università di Roma, Padova, Torino e Milano al fine di proseguire e sviluppare la tradizione scientifica iniziata negli anni '30 con le ricerche teoriche e sperimentali di fisica nucleare di Enrico Fermi e della sua scuola. Nella seconda metà degli anni '50 l'INFN ha progettato e costruito il primo acceleratore italiano, l'elettrosincrotrone realizzato a Frascati dove è nato anche il primo Laboratorio Nazionale dell'Istituto. Nello stesso periodo è iniziata la partecipazione dell'INFN alle attività di ricerca del CERN, il Centro europeo di ricerche nucleari di Ginevra, per la costruzione e l'utilizzo di macchine acceleratrici sempre più potenti. Oggi l'ente conta circa 5000 scienziati il cui contributo è riconosciuto internazionalmente non solo nei vari laboratori europei, ma in numerosi centri di ricerca mondiali.

➤ **11A2.2: Informazioni Generali (Struttura) – Capacità di Formazione**

L'INFN e il suo personale sono impegnati in attività di alta formazione in corsi di laurea e in corsi di dottorato. Sulla base delle convenzioni che l'Ente stipula con le università, numerosi ricercatori e ricercatrici svolgono attività didattica principalmente nei corsi magistrali in Fisica e fanno da relatori o correlatori per tesi di laurea che ricadono nell'ambito delle ricerche svolte dall'Ente. Nell'ambito degli studi postuniversitari, l'INFN è particolarmente impegnato nell'attività formativa di terzo livello, grazie ad un programma di finanziamento di borse di Dottorato di Ricerca e, in particolare, alla attivazione di dottorati congiunti. Ad oggi l'Istituto conta 13 programmi di Dottorato di Ricerca di Ricercadi cui è co-titolare con un trend crescente negli ultimi cinque cicli di Dottorato. Finanzia ogni anno oltre 70 borse di Dottorato di Ricerca e annualmente vengono discusse circa 170 tesi di Dottorato di Ricerca in ambito INFN. Inoltre uno dei tre centri nazionali dell'INFN, Il Galileo Galilei Institute (GGI) è dedicato proprio all'alta formazione in fisica teorica. Con sede ad Arcetri (FI) il GGI è il primo istituto europeo dedicato alla fisica teorica delle interazioni fondamentali ed è stato fondato con lo scopo di organizzare e ospitare workshop di livello avanzato e scuole di dottorato.

➤ **11A2.3: Informazioni Generali (Struttura) – Attività Formative Accreditate**

L'Ente attraverso le proprie Strutture locali, ha all'attivo alcune attività formative accreditate, se ne riporta di seguito un esempio: L'INFN è dal 2015 accreditato presso la Regione Veneto come Organismo di Formazione (OdF) Superiore, con le sedi di Padova e Legnaro, dal 2017 solo con il Laboratori Nazionali di Legnaro. L'Accreditamento degli Organismi di formazione è lo strumento con cui la Regione intende garantire il miglioramento qualitativo dell'offerta formativa regionale attraverso l'introduzione di standard di qualità richiesti ai soggetti che operano nel campo. I soggetti ammessi all'accREDITamento devono prevedere tra i propri fini la formazione e/o l'orientamento, avere rappresentatività socio-economica o professionale, possedere interrelazioni con il territorio e avvalersi di reti attive di collaborazione. Il soggetto accreditabile deve possedere requisiti strutturali, economici – finanziari, organizzativi e gestionali, di competenza delle risorse umane, di efficacia ed efficienza e di relazioni col territorio. L'accREDITamento consente di accedere ai bandi regionali riservati, per la realizzazione di progetti che includano percorsi di formazione o per il finanziamento di assegni di ricerca.

➤ **11A2.4: Informazioni Generali – Networking**

- Università ed altri enti L'INFN, grazie alla sua presenza capillare nei Dipartimenti di Fisica delle Università italiane e alle eccellenze presenti nei suoi laboratori e sezioni, si configura come un attore chiave nelle collaborazioni scientifiche a livello nazionale e internazionale. L'integrazione con il sistema universitario nazionale è fonte di ricchezza culturale e di un continuo apporto di giovani talenti, realizzata attraverso convenzioni quadro che regolano l'utilizzo di spazi, personale e attrezzature per attività di comune interesse. L'INFN promuove inoltre lo scambio di ricercatori con istituzioni straniere, favorendo l'innovazione attraverso il capitale umano. - Progetti europei ed ERIC L'INFN è impegnato nella realizzazione di Infrastrutture di Ricerca (IR) in Italia e in Europa, partecipando a progetti di grande rilevanza come ET,

EuPRAXIA e KM3NeT. Queste collaborazioni non solo coinvolgono una vasta comunità scientifica, ma offrono anche opportunità significative per l'industria italiana. L'INFN collabora con CNR ed ELETTRA nello sviluppo di IR basate su acceleratori di elettroni e ioni, contribuendo a progetti come ESRF, EuroFEL e XFEL. L'istituto è membro fondatore di ELI ERIC e partecipa attivamente a ACTRIS ERIC, coordinando osservazioni e ricerche su aerosol, nubi e gas in traccia. - Fondi esterni L'INFN partecipa attivamente alla definizione delle politiche di finanziamento per la Ricerca e l'Innovazione, valorizzando la propria capacità di azione scientifica a livello internazionale e nazionale. L'istituto collabora con le autorità nazionali e regionali nello sviluppo di strategie per accrescere il potenziale di ricerca e innovazione dei territori. A livello europeo, l'INFN si concentra su programmi come Horizon Europe, partecipando a bandi ERC e MSCA e contribuendo a progetti scientifici di frontiera. L'istituto ha inoltre lanciato la linea di ricerca INFN-E, focalizzata sulle applicazioni della fisica nucleare al campo dell'energia, con particolare attenzione alla sicurezza.

Sistema di Gestione Finanziaria

Caratteristiche principali del sistema finanziario (Contabilità separata, tracciabilità, trasparenza e conformità normativa, controllo dei budget, etc.) del proponente che evidenzino l'esistenza di un'adeguata struttura gestionale, atta a garantire una sana gestione delle risorse finanziarie destinate alle attività di ricerca, sviluppo e innovazione. 2000 car

➤ **11A3.1 Informazioni Generali (Struttura) – Sistema di Gestione Finanziaria**

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare opera in regime di contabilità finanziaria, applicando il D.P.R. 27 febbraio 2003, n. 97. Il rendiconto generale dell'INFN è, quindi, redatto in osservanza di quanto disposto: - dalla l. n. 196 del 2009 e dal d.lgs. n. 91 del 2011 in materia di armonizzazione dei sistemi contabili e degli schemi di bilancio delle amministrazioni pubbliche per il coordinamento della finanza pubblica, attraverso una disciplina omogenea dei procedimenti di programmazione, gestione, rendicontazione e controllo; - dal D.P.R. 4 ottobre 2013, n. 132 in tema di adozione del piano dei conti integrato, da cui deriva una scritturazione integrata delle rilevazioni di natura finanziaria con quelle di natura economico-patrimoniale; - dal D.P.R. n. 97 del 2003, con riferimento agli schemi di bilancio, i quali trovano una correlazione con le voci del piano dei conti integrato di cui al d.p.r. n. 132 del 2013, mediante l'uso della tabella per la corretta imputazione delle voci del piano dei conti integrato negli schemi di bilancio in vigore e, in particolare, con quello finanziario gestionale.

Articolazione delle Risorse e Servizi per la Ricerca

Descrizione delle unità operative nelle quali verrà realizzato il progetto con riguardo alle capacità, alle dotazioni disponibili da impegnare in attività ricerca/sviluppo/innovazione (laboratori, installazioni tecnologiche di rilievo, grandi apparecchiature o strumentazione esclusiva, know-How, etc.); accordi tecnici e/o commerciali, licenze e brevetti detenuti, networking

4000 car.

Per ogni Unità Operativa:

➤ **11A4.1: ID Unità Operativa**

6854194d3ea15049d606b82f

➤ **11A4.2: Informazioni Generali – Denominazione**

Sezione Di Bari

➤ 11A4.3: Informazioni Generali – Nome Breve

Ba

➤ 11A4.4: Informazioni Generali – Descrizione della Sottostruttura

La Sezione Di Bari Dell'Istituto Nazionale Di Fisica Nucleare (Infn) Si Occupa Di Promuovere, Coordinare Ed La Sezione Di Bari Dell'Istituto Nazionale Di Fisica Nucleare (Infn) Si Occupa Di Promuovere, Coordinare Ed Effettuare La Ricerca Scientifica Nel Campo Della Fisica Nucleare, Subnucleare E Astroparticellare, Nonché Lo Sviluppo Tecnologico Necessario Alle Attività In Tali Settori.

➤ 11A4.5: Sede Fisica – Comune

Bari

➤ 11A4.6: Sede Fisica – Provincia

BA

➤ 11A4.7: Sede Fisica – Regione

Puglia

➤ 11A4.8: Sede Fisica – Nazione

Italia

➤ 11A4.9: Sede Fisica – Indirizzo

Via E. Orabona 4

➤ 11A4.10: Sede Fisica – CAP

70125

➤ 11A4.11: Sede Fisica – Telefono

0039080544233

➤ 11A4.12: Sede Fisica - E-Mail (non PEC)

PROT@BA.INFN.IT

➤ 11A4.13: Sede Fisica - E-Mail (PEC)

bari@pec.infn.it

➤ 11A4.14: Centro di Spesa – Sistema di Gestione Finanziaria

Si
n.d.

➤ **11A4.15: Referente di Sottostruttura – Nazionalità**

Italiana

➤ **11A4.16: Referente di Sottostruttura – Nome**

Vito

➤ **11A4.17: Referente di Sottostruttura – Cognome**

Manzari

➤ **11A4.18: Referente di Sottostruttura - Codice Fiscale**

Mnzvti61s29a662s

➤ **11A4.19: Referente di Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

Vito.Manzari@ba.infn.it

➤ **11A4.20: Referente di Sottostruttura – Telefono**

0805443199

➤ **11A4.21: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nazionalità**

Italiana

➤ **11A4.22: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nome**

Francesca

➤ **11A4.23: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Cognome**

Assisi

➤ **11A4.24: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - Codice Fiscale**

SSSFNC77D43A662H

➤ **11A4.25: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

Francesca.Assisi@ba.infn.it

➤ **11A4.26: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (PEC)**

bari@pec.infn.it

➤ **11A4.27: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Telefono**

0805443200

➤ **11A4.28: Referente Scientifico UO - Nazionalità**

Italiana

- **11A4.29: Referente Scientifico UO - Nome**
[Irene](#)
- **11A4.30: Referente Scientifico UO - Cognome**
[Sgura](#)
- **11A4.31: Referente Scientifico UO - Codice Fiscale**
[SGRRNI76B46D761J](#)
- **11A4.32: Referente Scientifico UO - E-Mail (non PEC)**
irene.sgura@ba.infn.it
- **11A4.33: Referente Scientifico UO - Telefono**
[3208708855](#)
- **11A4.34: Referente Scientifico UO - CV Firmato Digitalmente**
[CV_Irene SGURA-V3Signed.pdf](#)
- **11A4.35: Referente Scientifico UO - Lettera di Incarico**
[LETTERA INCARICO_NAUTILUS_Sgura_Bari.pdf](#)
- **11A4.36: Referente Amministrativo UO - Nazionalità**
[Italiana](#)
- **11A4.37: Referente Amministrativo UO - Nome**
[Addolorata](#)
- **11A4.38: Referente Amministrativo UO - Cognome**
[Macina](#)
- **11A4.39: Referente Amministrativo UO - Codice Fiscale**
[MCNDLR91P58F262E](#)
- **11A4.40: Referente Amministrativo UO - E-Mail (non PEC)**
addolorata.macina@ba.infn.it
- **11A4.41: Referente Amministrativo UO - Telefono**
[3203563918](#)
- **11A4.42: Referente Amministrativo UO - CV firmato digitalmente**
[Addolorata_Macina_CV_Signed.pdf](#)

➤ **11A4.43: Referente Amministrativo UO - Lettera di incarico**

LETTERA INCARICO_NAUTILUS_Macina_Bari_Signed.pdf

➤ **11A4.44: Informazioni Generali – Risorse Umane**

ASSEGNISTI:	20	ASSOCIATI:	162	DIPENDENTI:	80
BORSISTI:	3				

➤ **11A4.45: Informazioni Generali – Risorse e Servizi per la Ricerca**

La Sezione di Bari dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) è uno dei principali centri di ricerca ubicati nelle regioni del sud dedicati allo studio della fisica fondamentale e multidisciplinare, allo sviluppo di tecnologie avanzate in vari ambiti, al servizio delle comunità scientifiche, della società e del territorio. Queste finalità sono perseguite nell'ambito di consolidati rapporti di collaborazione con i più prestigiosi istituti di ricerca e le Università a livello nazionale, europeo e mondiale, che garantiscono l'accesso reciproco a strutture sperimentali di punta, ai centri specializzati e lo scambio di idee e competenze. Le principali aree di ricerca della Sezione sono descritte nel seguito.

Fisica nucleare e sub-nucleare I ricercatori baresi contribuiscono significativamente agli esperimenti di fisica delle alte energie presso il CERN di Ginevra. Gli studiosi lavorano su progetti come quelli dell'acceleratore LHC (Large Hadron Collider), in particolare nei rivelatori ALICE, ATLAS e CMS, che mirano a comprendere dei costituenti fondamentali della materia e delle leggi che ne governano il loro comportamento; lo studio delle proprietà dei nuclei atomici e delle interazioni nucleari. Gli scienziati di Bari partecipano a esperimenti che indagano la struttura e le reazioni nucleari, con applicazioni che vanno dalla comprensione dell'origine degli elementi nell'Universo alla fisica applicata.

Astrofisica e cosmologia La Sezione di Bari è attivamente coinvolta nello studio dell'astrofisica delle particelle, indagando fenomeni come i raggi cosmici, i neutrini astrofisici e le onde gravitazionali. Questi studi contribuiscono a svelare i misteri dell'Universo primordiale e dei processi ad alta energia che avvengono nelle stelle e nelle galassie.

Fisica applicata Oltre alla ricerca fondamentale, la Sezione di Bari dell'INFN si distingue per lo sviluppo di applicazioni tecnologiche, spesso in collaborazione con industrie e istituzioni esterne. Esempi includono la progettazione e costruzione di rivelatori avanzati, l'elaborazione di tecnologie per la medicina nucleare e lo studio di materiali innovativi.

Calcolo scientifico La Sezione di Bari dell'INFN possiede una consolidata e riconosciuta esperienza nelle attività di calcolo scientifico avanzato, sia a livello nazionale che internazionale. Le competenze chiave si articolano su vari livelli:

- Gestione di infrastrutture di calcolo distribuito e federato:** la sezione partecipa attivamente alla progettazione, sviluppo e gestione di piattaforme di calcolo e storage di tipo Grid e Cloud, sia nell'ambito dei grandi esperimenti internazionali (ad es. LHC al CERN) sia a supporto di comunità scientifiche multidisciplinari.
- Sviluppo di software scientifico:** il gruppo contribuisce alla realizzazione e ottimizzazione di strumenti per il data processing, la simulazione numerica, l'analisi dati e il monitoraggio dei workflow scientifici, con particolare attenzione all'utilizzo di risorse HPC, CPU e GPU.
- Progettazione e implementazione di servizi di data management:** competenze specifiche nella gestione di grandi moli di dati, nell'integrazione di sistemi di storage avanzati, nell'adozione di standard FAIR e nell'interoperabilità con le principali infrastrutture europee (EOSC, EGI, WLCG).
- Sicurezza informatica e affidabilità delle infrastrutture:** esperienza nella progettazione di soluzioni resilienti, nell'adozione di policy di sicurezza per la protezione di dati sensibili, e nell'automazione di sistemi di monitoring e alerting.
- Supporto alla comunità scientifica e formazione:** la sezione offre supporto tecnico e consulenza a gruppi di ricerca locali, nazionali e internazionali, oltre a svolgere attività di formazione su tecnologie e metodologie di calcolo scientifico, data analytics, cloud, e intelligenza artificiale.

➤ **11A4.46: Informazioni Generali – Networking**

- Università ed altri enti L'INFN, grazie alla sua presenza capillare nei Dipartimenti di Fisica delle

Università italiane e alle eccellenze presenti nei suoi laboratori e sezioni, si configura come un attore chiave nelle collaborazioni scientifiche a livello nazionale e internazionale. L'integrazione con il sistema universitario nazionale è fonte di ricchezza culturale e di un continuo apporto di giovani talenti, realizzata attraverso convenzioni quadro che regolano l'utilizzo di spazi, personale e attrezzature per attività di comune interesse. L'INFN promuove inoltre lo scambio di ricercatori con istituzioni straniere, favorendo l'innovazione attraverso il capitale umano. - Progetti europei ed ERIC L'INFN è impegnato nella realizzazione di Infrastrutture di Ricerca (IR) in Italia e in Europa, partecipando a progetti di grande rilevanza come ET, EuPRAXIA e KM3NeT. Queste collaborazioni non solo coinvolgono una vasta comunità scientifica, ma offrono anche opportunità significative per l'industria italiana. L'INFN collabora con CNR ed ELETTRA nello sviluppo di IR basate su acceleratori di elettroni e ioni, contribuendo a progetti come ESRF, EuroFEL e XFEL. L'istituto è membro fondatore di ELI ERIC e partecipa attivamente a ACTRIS ERIC, coordinando osservazioni e ricerche su aerosol, nubi e gas in traccia. - Fondi esterni L'INFN partecipa attivamente alla definizione delle politiche di finanziamento per la Ricerca e l'Innovazione, valorizzando la propria capacità di azione scientifica a livello internazionale e nazionale. L'istituto collabora con le autorità nazionali e regionali nello sviluppo di strategie per accrescere il potenziale di ricerca e innovazione dei territori. A livello europeo, l'INFN si concentra su programmi come Horizon Europe, partecipando a bandi ERC e MSCA e contribuendo a progetti scientifici di frontiera. L'istituto ha inoltre lanciato la linea di ricerca INFN-E, focalizzata sulle applicazioni della fisica nucleare al campo dell'energia, con particolare attenzione alla sicurezza.

➤ **11A4.47: Informazioni Generali – Capacità di Formazione**

La Sezione di Bari dell'INFN si distingue non solo per la qualità dei suoi progetti di ricerca nel campo della fisica fondamentale e multidisciplinare ma anche per la sua capacità di formazione, che si rivolge a studenti, giovani ricercatori, e professionisti interessati a sviluppare competenze avanzate nel settore. La Sezione di Bari costituisce un centro di eccellenza per la formazione scientifica e tecnologica, anche in virtù della rete nazionale e internazionale sviluppata nel corso degli anni, basata sulla collaborazione con università, centri di ricerca e industrie nazionali ed internazionali. La Sezione, le cui strutture sono ospitate presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Bari Aldo Moro, opera in stretta sinergia con esso, offrendo un ambiente interdisciplinare che favorisce l'innovazione e l'apprendimento per gli studenti dei corsi di laurea e delle scuole di dottorato. La Sezione di Bari svolge un ruolo fondamentale nella formazione universitaria, supportando le attività didattiche, i laboratori e i tirocini dei corsi di laurea contigui ai campi di interesse dell'Università di Bari e del Politecnico di Bari. Uno degli aspetti più qualificanti dell'attività formativa dell'INFN di Bari è il sostegno ai programmi di dottorato di ricerca in fisica e in ambito tecnologico, anche tramite il finanziamento di borse di studio e garantendo l'accesso a infrastrutture di ricerca all'avanguardia. I dottorandi hanno la possibilità di condurre studi avanzati e partecipare a collaborazioni internazionali. Questo porta alla formazione di esperti altamente qualificati nel campo della fisica e della tecnologia. La Sezione INFN di Bari organizza regolarmente scuole estive e workshop tematici, programmi di formazione avanzata destinati a professionisti e tecnici interessati a sviluppare competenze nel campo della fisica applicata e della tecnologia, mirati a sviluppare expertise in settori come la strumentazione scientifica, la simulazione numerica e l'elaborazione dati. Attraverso partnership con aziende tecnologiche e industriali, del territorio e non solo, la Sezione INFN di Bari promuove la formazione orientata al mondo del lavoro. I programmi includono stage e progetti congiunti, favorendo una stretta connessione tra ricerca accademica e applicazioni industriali. Le infrastrutture di ricerca all'avanguardia della Sezione, tra cui laboratori di analisi e calcolo, sono messe a disposizione di chi partecipa ai programmi di formazione, garantendo un'esperienza di apprendimento pratica e innovativa. La Sezione INFN di Bari rappresenta un modello di eccellenza nella formazione scientifica e tecnologica in Italia. Attraverso attività interdisciplinari, risorse innovative e collaborazioni globali, essa prepara le nuove generazioni di ricercatori e professionisti a sfide sempre più complesse. Un percorso formativo in organizzato ovvero co-organizzato dalla Sezione INFN di Bari offre l'opportunità di accedere a un ambiente stimolante e

di alta qualità, dove la passione per la scienza si fonde con il rigore dell'apprendimento.

➤ **11A4.48: Informazioni Generali – Attività Formative Accreditate**

I ricercatori della Sezione INFN di Bari sono componenti del Collegio della scuola del Dottorato di ricerca in Fisica del Dipartimento Interateneo dell'Università degli Studi di Bari e del Politecnico di Bari attivato congiuntamente con l'INFN del Collegio della scuola di Dottorato Nazionale in Tecnologie per la Ricerca Fondamentale in Fisica e Astrofisica.

➤ **11A4.1: ID Unità Operativa**

6854194d3ea15049d606b82f

➤ **11A4.2: Informazioni Generali – Denominazione**

Sezione Di Catania

➤ **11A4.3: Informazioni Generali – Nome Breve**

Ct

➤ **11A4.4: Informazioni Generali – Descrizione della Sottostruttura**

La Sezione Di Catania Dell'InfN Si Trova Presso L'Università Di Catania E Si Dedica Alla Ricerca Scientifica In Questi Ambiti. In Particolare, La Sezione Si Focalizza Su Tematiche Legate Alle Particelle Elementari, Alla Fisica Astroparticellare E Alla Fisica Dei Rivelatori. La Sezione Collabora Con Numerosi Progetti Internazionali, Partecipando A Esperimenti Di Grande Rilievo Come Quelli Che Si Svolgono Al Cern (Organizzazione Europea Per La Ricerca Nucleare) E In Altre Strutture Di Ricerca Avanzate. Inoltre, La Sezione Di Catania Si Occupa Anche Di Attività Didattiche, Formando Giovani Ricercatori E Dottorandi Nel Campo Della Fisica.

➤ **11A4.5: Sede Fisica – Comune**

Catania

➤ **11A4.6: Sede Fisica – Provincia**

CT

➤ **11A4.7: Sede Fisica – Regione**

Sicilia

➤ **11A4.8: Sede Fisica – Nazione**

Italia

➤ **11A4.9: Sede Fisica – Indirizzo**

Via Santa Sofia 64

➤ **11A4.10: Sede Fisica – CAP**

95123

➤ **11A4.11: Sede Fisica – Telefono**

0953785111

➤ **11A4.12: Sede Fisica - E-Mail (non PEC)**

prot@ct.infn.it

➤ **11A4.13: Sede Fisica - E-Mail (PEC)**

catania@pec.infn.it

➤ **11A4.14: Centro di Spesa – Sistema di Gestione Finanziaria**

Si
n.d.

➤ **11A4.15: Referente di Sottostruttura – Nazionalità**

Italiana

➤ **11A4.16: Referente di Sottostruttura – Nome**

Alessia Rita Serena Maria

➤ **11A4.17: Referente di Sottostruttura – Cognome**

Tricomi

➤ **11A4.18: Referente di Sottostruttura - Codice Fiscale**

Trclsr71c67c351g

➤ **11A4.19: Referente di Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

ALESSIA.TRICOMI@ct.infn.it

➤ **11A4.20: Referente di Sottostruttura – Telefono**

0953785435

➤ **11A4.21: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nazionalità**

Italiana

➤ **11A4.22: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nome**

Concetta Letizia

➤ **11A4.23: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Cognome**

Lombardo

➤ **11A4.24: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - Codice Fiscale**

LMBCCT72E52C351Q

- **11A4.25: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

CETTINA.LOMBARDO@ct.infn.it

- **11A4.26: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (PEC)**

catania@pec.infn.it

- **11A4.27: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Telefono**

953785348

- **11A4.28: Referente Scientifico UO - Nazionalità**

Italiana

- **11A4.29: Referente Scientifico UO - Nome**

Nunzio

- **11A4.30: Referente Scientifico UO - Cognome**

Randazzo

- **11A4.31: Referente Scientifico UO - Codice Fiscale**

RNDNNZ65T16I754T

- **11A4.32: Referente Scientifico UO - E-Mail (non PEC)**

nunzio.randazzo@ct.infn.it

- **11A4.33: Referente Scientifico UO - Telefono**

347 2591 331

- **11A4.34: Referente Scientifico UO - CV Firmato Digitalmente**

[CV Nunzio Randazzo Maggio 2025.pdf](#)

- **11A4.35: Referente Scientifico UO - Lettera di Incarico**

[LETTERA INCARICO_NAUTILUS_Randazzo_Catania.pdf](#)

- **11A4.36: Referente Amministrativo UO - Nazionalità**

Italiana

- **11A4.37: Referente Amministrativo UO - Nome**

Carolina

- **11A4.38: Referente Amministrativo UO - Cognome**

Rapicavoli

➤ **11A4.39: Referente Amministrativo UO - Codice Fiscale**

RPCCLN83B48C351C

➤ **11A4.40: Referente Amministrativo UO - E-Mail (non PEC)**

carolina.rapicavoli@lns.infn.it

➤ **11A4.41: Referente Amministrativo UO - Telefono**

338 4501349

➤ **11A4.42: Referente Amministrativo UO - CV firmato digitalmente**

RAPICAVOLI_CV_10.05.25_signed.pdf

➤ **11A4.43: Referente Amministrativo UO - Lettera di incarico**

LETTERA INCARICO_NAUTILUS_Rapicavoli_Catania_Signed.pdf

➤ **11A4.44: Informazioni Generali – Risorse Umane**

ASSEGNISTI: 2
BORSISTI: 2

ASSOCIATI: 123

DIPENDENTI: 60

➤ **11A4.45: Informazioni Generali – Risorse e Servizi per la Ricerca**

La Sezione di Catania mette a disposizione della comunità scientifica un insieme ampio e strutturato di risorse e servizi altamente qualificati a supporto della ricerca di base e applicata, con particolare riferimento alla fisica nucleare, subnucleare, e alle tecnologie emergenti. Tra le infrastrutture tecniche spiccano: una camera pulita attrezzata per il testing e l'assemblaggio di rivelatori e componentistica elettronica sensibile, un servizio di tecnologie avanzate che integra competenze in microelettronica e sensoristica avanzata, un reparto di progettazione elettronica per lo sviluppo di schede custom, firmware e sistemi embedded, un'officina meccanica, attrezzata per la realizzazione di componenti su misura, prototipi sperimentali e supporti meccanici ad alta stabilità. In ambito computazionale, la Sezione Catania dispone di risorse avanzate articolate su due Data Center, progettati per supportare sia attività di High Performance Computing (HPC) che di analisi dati intensiva. L'infrastruttura include nodi multicore e multi-GPU in grado di gestire workload misti con elevata efficienza energetica. Attualmente, sono operativi circa 2000 core dedicati all'analisi dati in fisica delle alte energie, in particolare come Tier-2 dell'esperimento ALICE del CERN, con uno storage di 3 petabyte in espansione a 9 petabyte per la creazione di un data lake distribuito. A questo si aggiungono oltre 1200 core federati su DataCloud e INFN-Cloud, utilizzati in progetti multidisciplinari, tra cui fisica medica, AI e digital twin. Questa combinazione di risorse hardware, software e competenze garantisce un ambiente interoperabile, scalabile e orientato all'innovazione, adatto a sostenere le attività di ricerca più complesse, comprese quelle basate su intelligenza artificiale, deep learning, e simulazioni ad alta intensità computazionale.

➤ **11A4.46: Informazioni Generali – Networking**

- Università ed altri enti L'INFN, grazie alla sua presenza capillare nei Dipartimenti di Fisica delle Università italiane e alle eccellenze presenti nei suoi laboratori e sezioni, si configura come un attore chiave nelle collaborazioni scientifiche a livello nazionale e internazionale. L'integrazione con il sistema universitario nazionale è fonte di ricchezza culturale e di un continuo apporto di giovani talenti, realizzata attraverso convenzioni quadro che regolano l'utilizzo di spazi, personale e

attrezzature per attività di comune interesse. L'INFN promuove inoltre lo scambio di ricercatori con istituzioni straniere, favorendo l'innovazione attraverso il capitale umano. - Progetti europei ed ERIC L'INFN è impegnato nella realizzazione di Infrastrutture di Ricerca (IR) in Italia e in Europa, partecipando a progetti di grande rilevanza come ET, EuPRAXIA e KM3NeT. Queste collaborazioni non solo coinvolgono una vasta comunità scientifica, ma offrono anche opportunità significative per l'industria italiana. L'INFN collabora con CNR ed ELETTRA nello sviluppo di IR basate su acceleratori di elettroni e ioni, contribuendo a progetti come ESRF, EuroFEL e XFEL. L'istituto è membro fondatore di ELI ERIC e partecipa attivamente a ACTRIS ERIC, coordinando osservazioni e ricerche su aerosol, nubi e gas in traccia. - Fondi esterni L'INFN partecipa attivamente alla definizione delle politiche di finanziamento per la Ricerca e l'Innovazione, valorizzando la propria capacità di azione scientifica a livello internazionale e nazionale. L'istituto collabora con le autorità nazionali e regionali nello sviluppo di strategie per accrescere il potenziale di ricerca e innovazione dei territori. A livello europeo, l'INFN si concentra su programmi come Horizon Europe, partecipando a bandi ERC e MSCA e contribuendo a progetti scientifici di frontiera. L'istituto ha inoltre lanciato la linea di ricerca INFN-E, focalizzata sulle applicazioni della fisica nucleare al campo dell'energia, con particolare attenzione alla sicurezza.

➤ **11A4.47: Informazioni Generali – Capacità di Formazione**

La Sezione INFN di Catania possiede una consolidata e riconosciuta capacità formativa nel campo della fisica nucleare, subnucleare, astroparticellare, applicata e interdisciplinare. Il personale della Sezione è fortemente integrato nelle attività accademiche e didattiche dell'Università degli Studi di Catania, con la quale l'INFN opera in regime di convenzione istituzionale. Numerosi ricercatori e tecnologi della Sezione svolgono attività didattica nei corsi di laurea triennale, magistrale e a ciclo unico, in particolare nei settori scientifico-disciplinari FIS/01, FIS/02, FIS/04 e FIS/07. L'attività didattica include corsi istituzionali, seminari specialistici, esercitazioni pratiche e tutorato per tesi sperimentali. In ambito post-laurea, l'INFN di Catania partecipa attivamente al Dottorato di Ricerca in Fisica, organizzato in forma congiunta tra INFN e l'Ateneo di Catania, contribuendo, con proprio personale, alla costituzione del Collegio Docenti del Dottorato, che con docenze nei corsi avanzati e con la supervisione scientifica di progetti di tesi. I dottorandi svolgono le loro attività sperimentali presso i laboratori della Sezione o presso infrastrutture nazionali e internazionali, come i laboratori del CERN, del Fermilab, del GSI, etc. con cui la Sezione di Catania intrattiene da molti anni rapporti di collaborazione. La Sezione rappresenta inoltre un punto di riferimento per la formazione tecnica e tecnologica di studenti e giovani ricercatori, anche nell'ambito di tirocini curriculari, assegni di ricerca e borse di studio, fornendo accesso diretto a strumenti, tecnologie e ambienti di calcolo avanzato. INFN Catania promuove anche percorsi formativi trasversali, favorendo l'acquisizione di competenze in programmazione scientifica, elaborazione dati, progettazione elettronica, tecnologie sensoristiche e intelligenza artificiale, in linea con gli obiettivi europei di open science e digital skill development. La Sezione contribuisce inoltre all'organizzazione di Scuole e Workshop per promuovere l'alta formazione di giovani ricercatori.

➤ **11A4.48: Informazioni Generali – Attività Formative Accreditate**

La Sezione INFN di Catania partecipa in modo strutturato e continuativo a numerose attività formative accreditate, in collaborazione con l'Università degli Studi di Catania e altri enti di ricerca del Territorio. Tali attività si inseriscono nei percorsi ufficiali dell'istruzione superiore e post-laurea, contribuendo alla formazione di studenti, dottorandi e giovani ricercatori nei settori della fisica, dell'ingegneria, dell'informatica scientifica e delle tecnologie avanzate. Tra le principali attività accreditate si evidenziano: Didattica ufficiale universitaria: diversi ricercatori e tecnologi della Sezione svolgono regolarmente insegnamenti nei corsi di laurea triennale e magistrale dell'Università di Catania (Fisica, Ingegneria, Scienza dei Materiali, Medicina), in convenzione INFN-UNICT, coprendo insegnamenti istituzionali, laboratori, corsi avanzati e seminari tematici. Dottorato di Ricerca: la Sezione partecipa al Dottorato in Fisica dell'Università di Catania come sede accreditata, contribuendo con attività didattiche, co-supervisione di tesi e tutoraggio di progetti sperimentali o teorici. I corsi organizzati per i dottorandi trattano argomenti di fisica nucleare,

particellare, tecnologie di rivelazione, machine learning, HPC, analisi dati, e open science. Corsi di alta formazione e scuole: la Sezione promuove e ospita regolarmente scuole estive e invernali su tematiche di frontiera, alcune riconosciute come attività accreditate a livello nazionale. Tirocini curriculari e PCTO: la Sezione è accreditata presso l'Ateneo di Catania e l'Ateneo di Palermo e istituzioni scolastiche superiori per ospitare tirocini formativi curriculari e percorsi per le competenze trasversali e l'orientamento (PCTO), con percorsi personalizzati in laboratorio, progettazione elettronica, programmazione e analisi dati. Assegni di ricerca e borse di studio: INFN Catania ospita numerosi assegnisti e borsisti, anche in collaborazione con programmi cofinanziati (es. PON, PRIN, Marie Skłodowska-Curie), garantendo un percorso formativo integrato tra attività di ricerca e crescita professionale. Corsi di Formazione Regionali: la Sezione, attraverso il suo personale tecnico, tecnologo e ricercatore contribuisce a docenze su corsi di Formazione Regionali accreditati. Tutte le attività formative sono progettate in coerenza con gli standard ECTS, integrate nei regolamenti didattici delle strutture universitarie coinvolte e contribuiscono attivamente alla costruzione di profili professionali avanzati in linea con le esigenze del mondo della ricerca e dell'industria high-tech.

➤ **11A4.1: ID Unità Operativa**

6854194d3ea15049d606b82f

➤ **11A4.2: Informazioni Generali – Denominazione**

Sezione Di Bologna

➤ **11A4.3: Informazioni Generali – Nome Breve**

Bo

➤ **11A4.4: Informazioni Generali – Descrizione della Sottostuttura**

L'InfN Di Bologna Si Occupa Di Ricerca In Fisica Delle Particelle, Fisica Nucleare E Astroparticellare, Sviluppando Tecnologie Avanzate E Collaborando In Esperimenti Internazionali. Si Concentra Anche Su Ricerche Teoriche E Attività Didattiche Per Studenti E Ricercatori.

➤ **11A4.5: Sede Fisica – Comune**

Bologna

➤ **11A4.6: Sede Fisica – Provincia**

BO

➤ **11A4.7: Sede Fisica – Regione**

Emilia-Romagna

➤ **11A4.8: Sede Fisica – Nazione**

Italia

➤ **11A4.9: Sede Fisica – Indirizzo**

Viale C. Berti Pichat 6/2

➤ **11A4.10: Sede Fisica – CAP**

40127

➤ **11A4.11: Sede Fisica – Telefono**

0039051209520

➤ **11A4.12: Sede Fisica - E-Mail (non PEC)**

PROT@BO.INFN.IT

➤ **11A4.13: Sede Fisica - E-Mail (PEC)**

bologna@pec.infn.it

➤ **11A4.14: Centro di Spesa – Sistema di Gestione Finanziaria**

Si

➤ **11A4.15: Referente di Sottostruttura – Nazionalità**

Italiana

➤ **11A4.16: Referente di Sottostruttura – Nome**

Eugenio

➤ **11A4.17: Referente di Sottostruttura – Cognome**

Scapparone

➤ **11A4.18: Referente di Sottostruttura - Codice Fiscale**

Scpgne66l21i461t

➤ **11A4.19: Referente di Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

Eugenio.Scapparone@bo.infn.it

➤ **11A4.20: Referente di Sottostruttura – Telefono**

0512095211

➤ **11A4.21: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nazionalità**

Italiana

➤ **11A4.22: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nome**

Martina

➤ **11A4.23: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Cognome**

Allegro

➤ **11A4.24: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - Codice Fiscale**

[LLGMTN67M48G224Y](#)

➤ **11A4.25: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

Martina.Allegro@bo.infn.it

➤ **11A4.26: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (PEC)**

bologna@pec.infn.it

➤ **11A4.27: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Telefono**

[0512095261](tel:0512095261)

➤ **11A4.28: Referente Scientifico UO - Nazionalità**

[Italiana](#)

➤ **11A4.29: Referente Scientifico UO - Nome**

[Tommaso](#)

➤ **11A4.30: Referente Scientifico UO - Cognome**

[Chiarusi](#)

➤ **11A4.31: Referente Scientifico UO - Codice Fiscale**

[CHRTMS72M12D612M](#)

➤ **11A4.32: Referente Scientifico UO - E-Mail (non PEC)**

tommaso.chiarusi@bo.infn.it

➤ **11A4.33: Referente Scientifico UO - Telefono**

[0512095234](tel:0512095234)

➤ **11A4.34: Referente Scientifico UO - CV Firmato Digitalmente**

[CV-TommasoChiarusi-English_short_20250623_NAUTILUS.pdf](#)

➤ **11A4.35: Referente Scientifico UO - Lettera di Incarico**

[LETTERA INCARICO_NAUTILUS_Chiarusi_Bologna_Signed.pdf](#)

➤ **11A4.36: Referente Amministrativo UO - Nazionalità**

[Italiana](#)

➤ **11A4.37: Referente Amministrativo UO - Nome**

[Martina](#)

➤ **11A4.38: Referente Amministrativo UO - Cognome**

Allegro

➤ **11A4.39: Referente Amministrativo UO - Codice Fiscale**

LLGMTN67M48G224Y

➤ **11A4.40: Referente Amministrativo UO - E-Mail (non PEC)**

martina.allegro@bo.infn.it

➤ **11A4.41: Referente Amministrativo UO - Telefono**

390512095261

➤ **11A4.42: Referente Amministrativo UO - CV firmato digitalmente**

[CV Martina Allegro_2025 _Signed.pdf](#)

➤ **11A4.43: Referente Amministrativo UO - Lettera di incarico**

[LETTERA INCARICO_NAUTILUS_Allegro_Bologna_Signed.pdf](#)

➤ **11A4.44: Informazioni Generali – Risorse Umane**

ASSEGNISTI:	25	ASSOCIATI:	284	DIPENDENTI:	121
BORSISTI:	4				

➤ **11A4.45: Informazioni Generali – Risorse e Servizi per la Ricerca**

La sezione INFN di Bologna è composta da 51 ricercatori, 40 tecnici, 17 tecnologi, 14 amministrativi e circa 300 associati. Attualmente i gruppi della sezione sono impegnati in un ampio spettro di attività che spazia da vari settori della fisica teorica all'innovazione tecnologica, dalla ricerca di onde gravitazionali allo studio di neutrini con apparati sottomarini. Degna di nota la partecipazione a tutti e quattro i principali esperimenti di LHC, con contributi di rilievo sia nella realizzazione di apparati sperimentali, sia nell'analisi dei dati. La sezione è organizzata in 6 servizi tecnici e 3 servizi amministrativi. Dispone di diversi tipi di laboratori: laboratori di Sezione, laboratori dei servizi, laboratori degli esperimenti. Laboratori di Sezione Laboratorio di criogenia, con diversi dewar per azoto liquido e sistema "cold finger" Laboratorio silici equipaggiato con camere climatiche, silicon probe, wire bonder manuale microscopio 3D laser, microscopio elettronico SEM Camera pulita ISO 7 Laboratorio montaggio rivelatori di grande area Laboratori dei servizi Laboratorio prototipi PCB del Servizio Laboratorio di Elettronica) Laboratorio meccanico (2 frese a 3 assi, 1 fresa a 5 assi, macchina ad elettroerosione, torni) del Servizio Officina meccanica Laboratorio stampanti 3D del Servizio Officina meccanica Laboratorio informatico del Servizio Calcolo e Reti Laboratori di esperimenti: Laboratorio CMS Laboratorio ALICE Laboratorio ATLAS Laboratorio Xenon/AMS Laboratorio DUNE Laboratorio MOEDAL Laboratorio KM3 (fondi PNRR) Laboratorio Einstein Telescope (PNRR)

➤ **11A4.46: Informazioni Generali – Networking**

- Università ed altri enti L'INFN, grazie alla sua presenza capillare nei Dipartimenti di Fisica delle Università italiane e alle eccellenze presenti nei suoi laboratori e sezioni, si configura come un attore chiave nelle collaborazioni scientifiche a livello nazionale e internazionale. L'integrazione con il sistema universitario nazionale è fonte di ricchezza culturale e di un continuo apporto di

giovani talenti, realizzata attraverso convenzioni quadro che regolano l'utilizzo di spazi, personale e attrezzature per attività di comune interesse. L'INFN promuove inoltre lo scambio di ricercatori con istituzioni straniere, favorendo l'innovazione attraverso il capitale umano. - Progetti europei ed ERIC L'INFN è impegnato nella realizzazione di Infrastrutture di Ricerca (IR) in Italia e in Europa, partecipando a progetti di grande rilevanza come ET, EuPRAXIA e KM3NeT. Queste collaborazioni non solo coinvolgono una vasta comunità scientifica, ma offrono anche opportunità significative per l'industria italiana. L'INFN collabora con CNR ed ELETTRA nello sviluppo di IR basate su acceleratori di elettroni e ioni, contribuendo a progetti come ESRF, EuroFEL e XFEL. L'istituto è membro fondatore di ELI ERIC e partecipa attivamente a ACTRIS ERIC, coordinando osservazioni e ricerche su aerosol, nubi e gas in traccia. - Fondi esterni L'INFN partecipa attivamente alla definizione delle politiche di finanziamento per la Ricerca e l'Innovazione, valorizzando la propria capacità di azione scientifica a livello internazionale e nazionale. L'istituto collabora con le autorità nazionali e regionali nello sviluppo di strategie per accrescere il potenziale di ricerca e innovazione dei territori. A livello europeo, l'INFN si concentra su programmi come Horizon Europe, partecipando a bandi ERC e MSCA e contribuendo a progetti scientifici di frontiera. L'istituto ha inoltre lanciato la linea di ricerca INFN-E, focalizzata sulle applicazioni della fisica nucleare al campo dell'energia, con particolare attenzione alla sicurezza.

➤ **11A4.47: Informazioni Generali – Capacità di Formazione**

Tutte le attività formative dell'INFN fanno capo alla Commissione Nazionale per la Formazione: è l'organo che decide la politica formativa dell'Ente. attua i programmi fissati dagli Organi dell'Istituto in materia di formazione e aggiornamento professionale dei dipendenti, anche in collaborazione con altri organismi ed enti. La sezione di Bologna promuove corsi locali, interstruttura e nazionali rivolti al personale dell'INFN: basandosi su una attenta analisi dei fabbisogni e seguendo le indicazioni e le linee guida della Commissione nazionale Formazione (CNF), vengono organizzati corsi orientati alle seguenti categorie: Amministrazione Computing/Software Elettronica Impiantistica Meccanica Risorse Umane Scientifico Sicurezza Terza missione Le docenze possono essere affidate sia a formatori interni (personale ricercatore/tecnologo) sia a strutture accreditate esterne. I Piani Formativi delle diverse aree formative vengono validati dalla CNF e successivamente trasmessi alla SNA, Funzione Pubblica e al Ministero dell'Economia e Finanze. La sezione di Bologna ha attivato i seguenti corsi locali: A screenshot of a computer AI-generated content may be incorrect., Immagine Negli scorsi anni sono stati inoltre svolti Webinar divulgativi di fisica rivolti al personale tecnico amministrativo

➤ **11A4.48: Informazioni Generali – Attività Formative Accreditate**

La sezione INFN di Bologna si avvale di alcune piattaforme accreditate, di cui due prevalentemente in ambito IT: COURSERA, nota piattaforma di corsi online in particolare in ambito di Information Technology, con cui la commissione Calcolo e Reti INFN ha siglato un contratto FAST LANE, che offre percorsi formativi ufficiali dei principali vendor del settore IT, tra cui Cisco, AWS, Google Cloud, Microsoft, Splunk, VMware, Red Hat, l'hub SYLLABUS, una piattaforma online che offre ai dipendenti pubblici una formazione personalizzata, in modalità e-learning, a partire da una rilevazione strutturata e omogenea dei fabbisogni formativi, al fine di rafforzare le conoscenze, svilupparne di nuove, senza trascurare la motivazione, la produttività e la capacità digitale. Syllabus mette a disposizione un catalogo della formazione di qualità continuamente arricchito e aggiornato; vengono attivati ciclicamente dei percorsi formativi differenziati per target di riferimento, altamente qualificati e certificati all'interno di un sistema di accreditamento

➤ **11A4.1: ID Unità Operativa**

6854194d3ea15049d606b82f

➤ **11A4.2: Informazioni Generali – Denominazione**

Laboratori Nazionali Del Sud

➤ **11A4.3: Informazioni Generali – Nome Breve**

Lns

➤ **11A4.4: Informazioni Generali – Descrizione della Sottostruttura**

L'Infn Lns (Laboratori Nazionali Del Sud) Di Catania Si Concentra Sulla Fisica Nucleare, Subnucleare E Astrofisica. Utilizza Acceleratori Di Particelle Per Studi Sui Nuclei Atomici, Reazioni Nucleari E Fenomeni Subnucleari. In Astrofisica, Indaga Le Interazioni Tra Particelle Cosmiche E Materia Interstellare. Sviluppa Tecnologie Avanzate Per Rivelatori, Acceleratori E Altre Strumentazioni. Collabora A Livello Internazionale Con Enti Come Il Cern Su Esperimenti Di Fisica Delle Particelle.

➤ **11A4.5: Sede Fisica – Comune**

Catania

➤ **11A4.6: Sede Fisica – Provincia**

CT

➤ **11A4.7: Sede Fisica – Regione**

Sicilia

➤ **11A4.8: Sede Fisica – Nazione**

Italia

➤ **11A4.9: Sede Fisica – Indirizzo**

Via S.Sofia 62

➤ **11A4.10: Sede Fisica – CAP**

95123

➤ **11A4.11: Sede Fisica – Telefono**

095542111

➤ **11A4.12: Sede Fisica - E-Mail (non PEC)**

prot@lns.infn.it

➤ **11A4.13: Sede Fisica - E-Mail (PEC)**

Lab.Naz.Sud@pec.infn.it

➤ **11A4.14: Centro di Spesa – Sistema di Gestione Finanziaria**

Si
n.d.

➤ **11A4.15: Referente di Sottostruttura – Nazionalità**

Italiana

➤ **11A4.16: Referente di Sottostruttura – Nome**

Santo

➤ **11A4.17: Referente di Sottostruttura – Cognome**

Gammino

➤ **11A4.18: Referente di Sottostruttura - Codice Fiscale**

Gmmsnt63p17h325o

➤ **11A4.19: Referente di Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

gammino@lns.infn.it

➤ **11A4.20: Referente di Sottostruttura – Telefono**

95542325

➤ **11A4.21: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nazionalità**

Italiana

➤ **11A4.22: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nome**

Sarah

➤ **11A4.23: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Cognome**

Cesare

➤ **11A4.24: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - Codice Fiscale**

CSRSRH71M70C351S

➤ **11A4.25: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

cesare@lns.infn.it

➤ **11A4.26: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (PEC)**

Lab.Naz.Sud@pec.infn.it

➤ **11A4.27: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Telefono**

095542313

➤ **11A4.28: Referente Scientifico UO - Nazionalità**

[Italiana](#)

➤ **11A4.29: Referente Scientifico UO - Nome**

[Rosanna](#)

➤ **11A4.30: Referente Scientifico UO - Cognome**

[Cocimano](#)

➤ **11A4.31: Referente Scientifico UO - Codice Fiscale**

[CCMRNN75B53C351T](#)

➤ **11A4.32: Referente Scientifico UO - E-Mail (non PEC)**

cocimano@lns.infn.it

➤ **11A4.33: Referente Scientifico UO - Telefono**

[3283318004](#)

➤ **11A4.34: Referente Scientifico UO - CV Firmato Digitalmente**

[CV_Rosanna_Cocimano_Luglio2025_Signed-1.pdf](#)

➤ **11A4.35: Referente Scientifico UO - Lettera di Incarico**

[LETTERA INCARICO_NAUTILUS_Rosanna Cocimano_LNS_Signed.pdf](#)

➤ **11A4.36: Referente Amministrativo UO - Nazionalità**

[Italiana](#)

➤ **11A4.37: Referente Amministrativo UO - Nome**

[Carolina](#)

➤ **11A4.38: Referente Amministrativo UO - Cognome**

[Rapicavoli](#)

➤ **11A4.39: Referente Amministrativo UO - Codice Fiscale**

[RPCCLN83B48C351C](#)

➤ **11A4.40: Referente Amministrativo UO - E-Mail (non PEC)**

carolina.rapicavoli@lns.infn.it

➤ **11A4.41: Referente Amministrativo UO - Telefono**

[338 4501349](#)

➤ **11A4.42: Referente Amministrativo UO - CV firmato digitalmente**

RAPICAVOLI_CV_10.05.25_signed.pdf

➤ **11A4.43: Referente Amministrativo UO - Lettera di incarico**

LETTERA INCARICO_NAUTILUS_Rapicavoli_LNS_Signed.pdf

➤ **11A4.44: Informazioni Generali – Risorse Umane**

ASSEGNISTI: 29 ASSOCIATI: 121 DIPENDENTI: 163
BORSISTI: 3

➤ **11A4.45: Informazioni Generali – Risorse e Servizi per la Ricerca**

I Laboratori Nazionali del Sud (LNS) sono uno dei quattro laboratori nazionali dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN). Istituiti nel 1976, accolgono attualmente circa 300 persone tra ricercatori, tecnologi, tecnici, amministrativi, dottorandi, laureandi, borsisti, metà dei quali dipendenti dell'INFN. Le attività di ricerca sono prevalentemente orientate verso la Fisica nucleare e Applicata e verso l'Astrofisica Nucleare e Particellare. I LNS costituiscono altresì un polo avanzato di sviluppo di tecnologie e strumentazione. La sede principale dei LNS, sita in via S. Sofia 62, Catania, è il luogo in cui sono dislocati gli acceleratori, le sorgenti di ioni, le linee di fascio, gli apparati sperimentali, i laboratori, gli impianti tecnologici. Nella sede principale si trovano gli uffici e i servizi amministrativi. Ci sono poi altre due sedi distaccate: una al porto di Catania, utilizzata per il montaggio e la collocazione temporanea di sistemi relativi all'infrastruttura KM3, l'altra, a Portopalo di Capopassero, costituisce il punto di acquisizione dei dati provenienti dai rivelatori sottomarini collegati a terra tramite un cavo elettro-ottico. I LNS sono dotati di due acceleratori, un Tandem Van de Graaff con tensione massima al terminale da 15 MV, ed un Ciclotrone Superconduttore K800, un acceleratore molto compatto dotato di bobine superconduttrici che operano immerse in elio liquido alla temperatura di 4.2 K e che possono generare un campo magnetico fino a 4.8 Tesla. I fasci di ioni iniettati nel Ciclotrone sono prodotti, secondo le esigenze, da due sorgenti ECR chiamate SERSE e CAESAR. I due acceleratori consentono di produrre ed accelerare fasci di ioni pesanti in un intervallo molto ampio di massa (dall'idrogeno al piombo) ed energia (1-80 MeV/a.m.u.), offrendo la possibilità di investigare sulle diverse proprietà della materia nucleare con vari tipi di reazione. I fasci prodotti dai due acceleratori possono essere inviati nelle diverse sale sperimentali dei LNS che sono dotate di complessi sistemi di rivelazione, camere di reazione, sistemi da vuoto e di tutta la strumentazione necessaria allo studio delle collisioni nucleari. Le collisioni nucleo-nucleo ad energie basse (sotto la barriera coulombiana) e alte (energia di Fermi) costituiscono un efficace strumento di indagine sperimentale della struttura nucleare e dei meccanismi di reazione. Ai LNS è inoltre operativa una sala di irraggiamento per la proton-terapia (CATANA). La realizzazione del progetto CATANA, nato da una collaborazione tra i LNS, l'Istituto di Oftalmologia, l'Istituto di Radiologia ed il Dipartimento di Fisica dell'Università di Catania ha permesso e permetterà oggi l'utilizzo di un fascio di protoni per la cura dei melanomi oculari. La precisione della tecnica di irradiazione consente un'azione ben localizzata sul tumore col minimo danneggiamento dei tessuti sani circostanti. Sono altresì presenti diversi laboratori: per attività sui beni culturali (LANDIS), per la valutazione della radioattività ambientale, per attività multidisciplinari (fotonica, biologia, chimica, ecc.), frutto anche di una stretta partnership col territorio e con le istituzioni scientifico/economiche radicate nel territorio quali le quattro Università Siciliane, i diversi Istituti di ricerca del CNR, ST-Microelectronics etc. La multidisciplinarietà dell'attività svolta ed il trasferimento di conoscenza scientifica e tecnologica sono sicuramente aspetti che contraddistinguono i LNS, come testimoniato da numerosi accordi tecnici e/o commerciali, da licenze, brevetti e dalla capacità di fare networking. In sintesi i LNS sono fortemente attivi nel processo di valorizzazione della ricerca.

➤ **11A4.46: Informazioni Generali – Networking**

- Università ed altri enti L'INFN, grazie alla sua presenza capillare nei Dipartimenti di Fisica delle Università italiane e alle eccellenze presenti nei suoi laboratori e sezioni, si configura come un attore chiave nelle collaborazioni scientifiche a livello nazionale e internazionale. L'integrazione con il sistema universitario nazionale è fonte di ricchezza culturale e di un continuo apporto di giovani talenti, realizzata attraverso convenzioni quadro che regolano l'utilizzo di spazi, personale e attrezzature per attività di comune interesse. L'INFN promuove inoltre lo scambio di ricercatori con istituzioni straniere, favorendo l'innovazione attraverso il capitale umano. - Progetti europei ed ERIC L'INFN è impegnato nella realizzazione di Infrastrutture di Ricerca (IR) in Italia e in Europa, partecipando a progetti di grande rilevanza come ET, EuPRAXIA e KM3NeT. Queste collaborazioni non solo coinvolgono una vasta comunità scientifica, ma offrono anche opportunità significative per l'industria italiana. L'INFN collabora con CNR ed ELETTRA nello sviluppo di IR basate su acceleratori di elettroni e ioni, contribuendo a progetti come ESRF, EuroFEL e XFEL. L'istituto è membro fondatore di ELI ERIC e partecipa attivamente a ACTRIS ERIC, coordinando osservazioni e ricerche su aerosol, nubi e gas in traccia. - Fondi esterni L'INFN partecipa attivamente alla definizione delle politiche di finanziamento per la Ricerca e l'Innovazione, valorizzando la propria capacità di azione scientifica a livello internazionale e nazionale. L'istituto collabora con le autorità nazionali e regionali nello sviluppo di strategie per accrescere il potenziale di ricerca e innovazione dei territori. A livello europeo, l'INFN si concentra su programmi come Horizon Europe, partecipando a bandi ERC e MSCA e contribuendo a progetti scientifici di frontiera. L'istituto ha inoltre lanciato la linea di ricerca INFN-E, focalizzata sulle applicazioni della fisica nucleare al campo dell'energia, con particolare attenzione alla sicurezza.

➤ **11A4.47: Informazioni Generali – Capacità di Formazione**

Il personale della struttura LNS ha contribuito e contribuisce regolarmente, in qualità di docente, alle attività formative inserite nei Piani Formativi annuali dell'Ente. Le tematiche di maggiore competenza sono: software di simulazione dell'interazione radiazione-materia, software e tecnologie informatiche per deployment e gestione di applicazioni containerizzate (containers, orchestratori, data clouds, ...), software e tecnologie informatiche per la virtualizzazione di sistemi operativi software per la configurazione semi automatica di sistemi informatici applicazioni teoriche e pratiche relative alla trasmissione dati in fibra ottica software e tecnologie per la progettazione e realizzazione di processi di schemi elettrici e circuiti stampati (PCB) Inoltre i LNS hanno organizzato nel 2013 un corso di formazione in acustica sottomarina e nel 2025 hanno fornito docenti per il corso di formazione sulla gestione delle infrastrutture sottomarine e per la Summer School del progetto Geoinquire 2025. I corsi di formazione curati dei LNS si sono sempre contraddistinti per l'approccio pratico e operativo, con la costante presenza di sessione di esercitazione alternate alle lezioni teoriche. Le attività incluse nei Piani Formativi dell'Ente sono state indirizzate al personale dipendente, sia tecnico che ricercatore/tecnologo, nonché - in subordine - a borsisti, studenti ed assegnisti di ricerca. In tutti i casi il riscontro espresso tramite i questionari di gradimento (e, in alcuni casi, tramite la valutazione d'impatto a 3 mesi) è stato estremamente lusinghiero. In aggiunta al capitale umano, i LNS sono in grado di offrire le infrastrutture necessarie per l'efficace svolgimento di corsi di formazione, workshop, scuole ed eventi formativi in generale. Sono disponibili ad esempio aule di varia capienza (fino ad un massimo di 180 posti), attrezzate con proiettore, sistema audio-video e rete Wifi, con supporto qualificato di personale tecnico. I LNS sono attrezzati per gestire webinar e collegamenti remoti, oltre che con un'area refettorio da utilizzare per le pause pranzo. Nel corso degli anni passati i LNS hanno ospitato corsi di formazione dell'INFN tenuti da docenti esterni, mettendo a disposizione la propria infrastruttura. I LNS hanno anche lunga e comprovata esperienza nell'organizzazione di eventi non immediatamente correlati alla formazione del personale dipendente, ma comunque di ambito formativo, quali workshop, seminari, scuole per studenti e dottorandi, iniziative culturali aperte ad istituzioni e talvolta ad aziende del territorio. Queste iniziative sono principalmente indirizzate ad un'utenza scientifica di ricercatori, borsisti o studenti. Il personale ricercatore e tecnologo dell'UO è molto spesso relatore qualificato in questi eventi, siano essi tenuti nella sede o

altrove. Altre attività formative che si svolgono a cura dei LNS sono quelle rivolte agli studenti o ai docenti delle scuole secondarie, nell'ambito di progetti nazionali o protocolli di intesa con le scuole. In questo caso il personale dei LNS è direttamente coinvolto come docente nelle attività, che spesso comprendono anche una parte pratica: in questi casi, l'infrastruttura (strumenti di misura, postazioni attrezzate, etc.) è pure fornita dai LNS.

➤ **11A4.48: Informazioni Generali – Attività Formative Accreditate**

Come anticipato nella sezione precedente, le attività formative curate da docenti appartenenti ai LNS si esplicano in corsi di formazione per il personale, workshop e seminari, scuole per studenti/dottorandi e iniziative dirette alle scuole. Le attività di cui sopra possono essere tenute in sede, utilizzando le infrastrutture dei LNS, fuori sede, oppure anche in modalità remota. Un esempio di attività svolte nell'ambito del piano formativo nazionale dell'INFN sono i due corsi di formazione "Corso di fibre ottiche e applicazioni nella ricerca scientifica" tenuti ad Aprile e Dicembre 2024, con docenza a cura del personale dei LNS. I corsi sono stati svolti presso la sede di Portopalo di Capo Passero e sono stati caratterizzati da un'ampia sessione di esercitazioni pratiche, con materiale e strumentazione a cura dei LNS, raccogliendo una partecipazione complessiva di circa 60 dipendenti INFN. Similmente, i LNS hanno curato la logistica e la docenza del corso "Tecniche e metodologie di progettazione PCB: gli strumenti software", pure comprendente una sessione pratica. Nell'ambito delle tematiche software, il personale dei LNS ha recentemente curato la docenza dei corsi di formazione "Corso di formazione per neoassunti nelle attività di Computing" e "Corso base su Kubernetes", entrambi erogati in modalità remota. Relativamente all'organizzazione di workshop ed eventi formativi presso la sede dei LNS e/o con logistica a carico dei LNS, si segnalano i recenti "PIBHI 2025" (workshop) e "12th European Summer School on Experimental Nuclear Astrophysics" (scuola per studenti e dottorandi), nonché i prossimi "XII edizione workshop GIANTS" (workshop) e "Geo-INQUIRE Sicily Summer School 2025" (scuola). Il personale ricercatore e tecnologo dei LNS è largamente impegnato come docente in workshop o scuole, anche tenute in altre sedi. E' il caso ad esempio delle lezioni sul software di simulazione dell'interazione radiazione-materia Geant4 tenute presso il "VIenna Workshop on Simulations 2024" (Vienna, 2024), la "XII Geant4 International School" (Bucharest, 2024) o nell'imminente "XXII Seminar on Software for Nuclear, Subnuclear and Applied Physics". L'esperienza dei LNS sulla formazione relativa a Geant4 è oramai ultradecennale e largamente riconosciuta nel panorama internazionale. I LNS sono coinvolti in molteplici iniziative formative dedicate al personale docente o studente degli Istituti Scolastici di secondo grado. Una recente attività formativa dedicata ai docenti, ospitata ed erogata a cura dei LNS, è stata il "Programma INFN per docenti (PID)": si tratta di un corso comprendente lezioni teoriche ed esercitazioni sperimentali, in cui si affrontano argomenti di fisica nucleare e astroparticellare e di fisica agli acceleratori e aspetti interdisciplinari della ricerca. Corsi indirizzati invece agli studenti e tenuti da personale ricercatore e tecnologo dei LNS sono stati invece tenuti nell'ambito delle iniziative LabToGo, RadioLab e Masterclass; in tutti i tre casi il programma comprendeva un'introduzione teorica e poi un'esercitazione pratica (laboratoriale o al calcolatore) per gli studenti. Tutte le esercitazioni pratiche sono state tenute usando strumentazioni, dati e infrastrutture fornite dai LNS.

➤ **11A4.1: ID Unità Operativa**

6854194d3ea15049d606b82f

➤ **11A4.2: Informazioni Generali – Denominazione**

Sezione Di Napoli

➤ **11A4.3: Informazioni Generali – Nome Breve**

Na

➤ **11A4.4: Informazioni Generali – Descrizione della Sottostruttura**

La Sezione Di Napoli Dell'Infn è Un Centro Di Ricerca Specializzato In Fisica Nucleare, Subnucleare E Delle Particelle. Si Occupa Di Studi Teorici E Sperimentali, Collaborando Con Enti Internazionali Come Il Cern. Le Sue Ricerche Riguardano Particelle Fondamentali, Neutrini E Fisica Astroparticellare. Situata Nel Complesso Universitario Di Monte S. Angelo, La Sezione Contribuisce A Progetti Scientifici Di Grande Rilevanza A Livello Globale.

➤ **11A4.5: Sede Fisica – Comune**

Napoli

➤ **11A4.6: Sede Fisica – Provincia**

NA

➤ **11A4.7: Sede Fisica – Regione**

Campania

➤ **11A4.8: Sede Fisica – Nazione**

Italia

➤ **11A4.9: Sede Fisica – Indirizzo**

via Cintia

➤ **11A4.10: Sede Fisica – CAP**

80126

➤ **11A4.11: Sede Fisica – Telefono**

081676283

➤ **11A4.12: Sede Fisica - E-Mail (non PEC)**

PROT@NA.INFN.IT

➤ **11A4.13: Sede Fisica - E-Mail (PEC)**

napoli@pec.infn.it

➤ **11A4.14: Centro di Spesa – Sistema di Gestione Finanziaria**

Si

➤ **11A4.15: Referente di Sottostruttura – Nazionalità**

Italiana

➤ **11A4.16: Referente di Sottostruttura – Nome**

Luca

- **11A4.17: Referente di Sottostruttura – Cognome**

Lista

- **11A4.18: Referente di Sottostruttura - Codice Fiscale**

Lstlcu69r20f839z

- **11A4.19: Referente di Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

Luca.Lista@na.infn.it

- **11A4.20: Referente di Sottostruttura – Telefono**

081676284

- **11A4.21: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nazionalità**

Italiana

- **11A4.22: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nome**

Anna

- **11A4.23: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Cognome**

Silvestro

- **11A4.24: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - Codice Fiscale**

SLVNNA71A61A509V

- **11A4.25: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

anna.silvestro@na.infn.it

- **11A4.26: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (PEC)**

PROT@NA.INFN.IT

- **11A4.27: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Telefono**

081676280

- **11A4.28: Referente Scientifico UO - Nazionalità**

Italiana

- **11A4.29: Referente Scientifico UO - Nome**

Pasquale

- **11A4.30: Referente Scientifico UO - Cognome**

Migliozzi

➤ **11A4.31: Referente Scientifico UO - Codice Fiscale**

[MGLPQL69H15B781L](#)

➤ **11A4.32: Referente Scientifico UO - E-Mail (non PEC)**

pasquale.migliozzi@na.infn.it

➤ **11A4.33: Referente Scientifico UO - Telefono**

3208853966

➤ **11A4.34: Referente Scientifico UO - CV Firmato Digitalmente**

[CV_PM_signed.pdf](#)

➤ **11A4.35: Referente Scientifico UO - Lettera di Incarico**

[LETTERA INCARICO_NAUTILUS_Migliozzi_Napoli_Signed.pdf](#)

➤ **11A4.36: Referente Amministrativo UO - Nazionalità**

Italiana

➤ **11A4.37: Referente Amministrativo UO - Nome**

Laura

➤ **11A4.38: Referente Amministrativo UO - Cognome**

Ferrara

➤ **11A4.39: Referente Amministrativo UO - Codice Fiscale**

[FRRLRA64L59F839Y](#)

➤ **11A4.40: Referente Amministrativo UO - E-Mail (non PEC)**

laura.ferrara@na.infn.it

➤ **11A4.41: Referente Amministrativo UO - Telefono**

39081675279

➤ **11A4.42: Referente Amministrativo UO - CV firmato digitalmente**

[CV-Europass-2025-Ferrara-ITA-20giu25_Signed.pdf](#)

➤ **11A4.43: Referente Amministrativo UO - Lettera di incarico**

[LETTERA INCARICO_NAUTILUS_Migliozzi_Napoli.pdf](#)

➤ **11A4.44: Informazioni Generali – Risorse Umane**

ASSEGNISTI: 12
BORSISTI: 5

ASSOCIATI: 361

DIPENDENTI: 91

➤ **11A4.45: Informazioni Generali – Risorse e Servizi per la Ricerca**

La Sezione INFN di Napoli è una delle strutture territoriali dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, impegnata in attività di ricerca fondamentale, sviluppo tecnologico e alta formazione nei settori della fisica delle particelle elementari, fisica nucleare, fisica teorica, astroparticelle e applicazioni interdisciplinari. La Sezione opera in stretta sinergia con le Università campane, principalmente l'Università di Napoli Federico II, l'Università di Salerno e l'Università della Campania "Luigi Vanvitelli", attraverso convenzioni che regolano l'integrazione delle attività di ricerca, didattica e formazione. La sede principale è ubicata presso il Complesso Universitario di Monte Sant'Angelo a Napoli; ulteriori sedi secondarie sono operative a Salerno e Caserta. In tale contesto, la Sezione dispone di una articolata organizzazione tecnico-amministrativa e di una rete di laboratori e infrastrutture strategiche di supporto alla ricerca scientifica avanzata. I Servizi Tecnici e Amministrativi forniscono supporto qualificato alle attività scientifiche, gestendo ambiti quali amministrazione, bilancio e acquisti, progettazione e realizzazione di sistemi elettronici e meccanici, superconduttività e criogenia, infrastrutture di calcolo e reti informatiche, sicurezza e protezione, gestione di progetti finanziati e rapporti con enti territoriali e partner nazionali e internazionali. Particolare rilievo assumono i Laboratori Strategici, molti dei quali sviluppati e potenziati grazie a recenti finanziamenti nazionali ed europei (PNRR, PNIR, ESFRI), e distribuiti tra le sedi universitarie convenzionate: Laboratorio CLEAN (Napoli): ricerca e sviluppo di nuovi rivelatori per esperimenti futuri di fisica delle particelle, nucleare e astroparticelle, con particolare attenzione agli acceleratori. Laboratorio HK@NA (Napoli): sviluppo e qualificazione di fotosensori per l'esperimento internazionale Hyper-Kamiokande. Laboratorio PLANET (Napoli): sviluppo di prototipi e test per sospensioni dell'Einstein Telescope (gravitational waves). Centro di Calcolo IBISCO (Napoli): fornisce servizi di calcolo ad alte prestazioni per progetti locali e nazionali (PNRR ICSC e Terabit). Laboratorio KM3NeT@SA (Salerno): assemblaggio e test di rivelatori per l'esperimento di neutrini sottomarino KM3NeT. Laboratorio IRIS (Salerno): sviluppo di linee superconduttive HVDC per applicazioni energetiche, con infrastrutture criogeniche avanzate. Laboratorio CAPACITY (Caserta): assemblaggio e test di rivelatori per astroparticelle, in particolare KM3NeT. L'infrastruttura complessiva della Sezione INFN di Napoli si configura dunque come una piattaforma altamente qualificata, in grado di sostenere progetti di ricerca competitivi a livello nazionale e internazionale, favorendo collaborazioni interdisciplinari e il coinvolgimento attivo di giovani ricercatori e del tessuto produttivo territoriale.

➤ **11A4.46: Informazioni Generali – Networking**

- Università ed altri enti L'INFN, grazie alla sua presenza capillare nei Dipartimenti di Fisica delle Università italiane e alle eccellenze presenti nei suoi laboratori e sezioni, si configura come un attore chiave nelle collaborazioni scientifiche a livello nazionale e internazionale. L'integrazione con il sistema universitario nazionale è fonte di ricchezza culturale e di un continuo apporto di giovani talenti, realizzata attraverso convenzioni quadro che regolano l'utilizzo di spazi, personale e attrezzature per attività di comune interesse. L'INFN promuove inoltre lo scambio di ricercatori con istituzioni straniere, favorendo l'innovazione attraverso il capitale umano. - Progetti europei ed ERIC L'INFN è impegnato nella realizzazione di Infrastrutture di Ricerca (IR) in Italia e in Europa, partecipando a progetti di grande rilevanza come ET, EuPRAXIA e KM3NeT. Queste collaborazioni non solo coinvolgono una vasta comunità scientifica, ma offrono anche opportunità significative per l'industria italiana. L'INFN collabora con CNR ed ELETTRA nello sviluppo di IR basate su acceleratori di elettroni e ioni, contribuendo a progetti come ESRF, EuroFEL e XFEL. L'istituto è membro fondatore di ELI ERIC e partecipa attivamente a ACTRIS ERIC, coordinando osservazioni e ricerche su aerosol, nubi e gas in traccia. - Fondi esterni L'INFN partecipa attivamente alla definizione delle politiche di finanziamento per la Ricerca e l'Innovazione, valorizzando la propria capacità di azione scientifica a livello internazionale e nazionale. L'istituto collabora con le autorità nazionali e regionali nello sviluppo di strategie per accrescere il potenziale

di ricerca e innovazione dei territori. A livello europeo, l'INFN si concentra su programmi come Horizon Europe, partecipando a bandi ERC e MSCA e contribuendo a progetti scientifici di frontiera. L'istituto ha inoltre lanciato la linea di ricerca INFN-E, focalizzata sulle applicazioni della fisica nucleare al campo dell'energia, con particolare attenzione alla sicurezza.

➤ **11A4.47: Informazioni Generali – Capacità di Formazione**

La Sezione INFN di Napoli svolge un ruolo attivo e strategico nelle attività di formazione a tutti i livelli del percorso accademico e post-laurea, in stretta collaborazione con le Università campane, in particolare le già menzionate Università degli Studi di Napoli Federico II, Università di Salerno e Università della Campania "Luigi Vanvitelli". Numerosi ricercatori e tecnologi della Sezione sono coinvolti in attività didattica, in particolare in corsi specialistici della laurea triennale in Fisica e del Dottorato di Ricerca. I ricercatori INFN partecipano inoltre a seminari specialistici, formazione con stage nei propri laboratori, scuole estive e workshop rivolti a studenti e giovani ricercatori. Ricercatori e tecnologi dell'INFN svolgono inoltre un ruolo centrale nella supervisione scientifica di tesi di laurea e di dottorato, favorendo l'integrazione degli studenti nei gruppi di ricerca e l'accesso diretto alle infrastrutture sperimentali e computazionali avanzate della Sezione. La Sezione partecipa a numerose attività legate ai corsi di Dottorato di Ricerca, anche in forma congiunta con le Università partner, coprendo tematiche che spaziano dalla fisica fondamentale alle applicazioni interdisciplinari delle tecnologie sviluppate per la ricerca, includendo fisica teorica, fisica sperimentale delle alte energie, astroparticelle, fisica nucleare, rivelatori, superconduttività applicata, calcolo scientifico, tecnologie criogeniche e vuoto spinto. L'INFN sostiene direttamente borse di dottorato tramite programmi nazionali e progetti con fondi esterni, offrendo un ambiente scientifico di eccellenza e con rilevanti collaborazioni internazionali. In questo quadro, i giovani studenti e dottorandi delle Università campane che collaborano con la Sezione INFN di Napoli hanno la possibilità di operare all'interno di collaborazioni internazionali di grandi dimensioni (come ATLAS, CMS, Hyper-Kamiokande, KM3NeT, Einstein Telescope), accedendo a reti di formazione internazionale e a infrastrutture uniche nel panorama della ricerca scientifica europea. La Sezione è inoltre fortemente impegnata nelle attività di formazione tecnica e tecnologica, tramite contratti di collaborazione, assegni di ricerca e tirocini, che coinvolgono personale altamente qualificato nei diversi servizi e laboratori della Sezione, favorendo lo sviluppo di competenze specialistiche nelle tecnologie per la ricerca e il trasferimento tecnologico. Infine, sono attive numerose iniziative di outreach e divulgazione scientifica, rivolte a studenti delle scuole secondarie e al pubblico generale, che contribuiscono alla diffusione della cultura scientifica e al dialogo tra ricerca e società.

➤ **11A4.48: Informazioni Generali – Attività Formative Accreditate**

La Sezione INFN di Napoli è fortemente impegnata nelle attività di Terza Missione e Public Engagement, con una particolare attenzione al dialogo con il sistema scolastico regionale e alla formazione delle nuove generazioni. In questa prospettiva, la Sezione promuove numerosi percorsi di formazione PCTO (Percorsi per le Competenze Trasversali e l'Orientamento), rivolti agli studenti delle scuole secondarie superiori, offrendo occasioni concrete di avvicinamento al mondo della ricerca scientifica e tecnologica. I programmi PCTO si articolano in attività seminariali, laboratori didattici, visite ai laboratori INFN e attività sperimentali assistite, e sono progettati per fornire agli studenti un'esperienza diretta dei metodi della ricerca e delle tecnologie avanzate impiegate nella fisica fondamentale, nelle scienze applicate e nelle tecnologie innovative. Negli ultimi tre anni, la Sezione ha attivato numerosi PCTO, coinvolgendo vari istituti scolastici del territorio campano. Di seguito un estratto dei progetti più recenti: Liceo Polo delle Arti "Caselli Palizzi" Art and Design, Napoli: "PCTO Art&Science" (avvio: 2025-04-04; durata: 3 anni scolastici). ISIS Elena di Savoia, Napoli: "PCTO Asimov" (avvio: 2025-02-27; durata: 1 anno scolastico). Liceo Statale G. Buchner, Napoli: "PCTO Asimov" (avvio: 2025-02-24; durata: 3 anni scolastici). Liceo Linguistico V. Cuoco, Napoli: "PCTO Ocra" (avvio: 2025-02-18; durata: 3 anni scolastici). Liceo Statale L.B. Alberti, Napoli: "PCTO Asimov" (avvio: 2025-02-13; durata: 3 anni scolastici). Liceo Majorana, Napoli: "PCTO Art&Science" (avvio: 2025-02-10; durata: 3 anni scolastici). ISIS Rita Levi

Montalcini, Napoli: "PCTO Art&Science" (avvio: 2025-01-29; durata: 3 anni scolastici). Liceo Mazzini, Napoli: "PCTO Art&Science" (avvio: 2025-01-28; durata: 3 anni scolastici). Liceo Statale Buchner, Napoli: "PCTO RADON 2025" (avvio: 2025-01-28; durata: 3 anni scolastici). Liceo Ernesto Pascal, Napoli: "PCTO Odra" (avvio: 2025-01-27; durata: 3 anni scolastici). Questi progetti testimoniano la forte interazione tra l'INFN e il sistema scolastico regionale, e rappresentano un importante strumento per la diffusione della cultura scientifica e per l'orientamento degli studenti verso percorsi universitari e professionali nei settori STEM. Le attività PCTO sono inoltre integrate nel più ampio quadro delle iniziative di divulgazione scientifica e di outreach promosse dalla Sezione, che comprendono conferenze pubbliche, partecipazione a eventi nazionali (quali la Notte Europea dei Ricercatori) e collaborazioni con enti e associazioni per la promozione della cultura scientifica.

Tabella riepilogativa della compagine di partenariato

ID PARTNER	NOME PARTNER	RUOLO	INVESTIMENTO
1	ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE (I.N.F.N.)	Capofila	15.441.620,00 €

B – ELEMENTI DISTINTIVI DELLA COMPAGINE DI PARTENARIATO CON RIFERIMENTO AL PROGETTO

Le informazioni vengono acquisite tramite la compilazione di apposite maschere sul Sistema Informativo del MUR.

Competenze Scientifico Tecnologiche specifiche per il Progetto

Fornire elementi per la valutazione dell'adeguatezza della/e unità operative (UO) nelle quali verrà realizzato il progetto; indicare le competenze scientifico tecnologiche specifiche possedute dalle UO partecipanti e che verranno utilizzate per contribuire al progetto 12000 car

Per ogni UO:

➤ 11B1.1: Competenze Scientifico Tecnologiche specifiche delle UO per il Progetto

L'UO di Bari ha una consolidata linea di ricerca nel campo della fisica astroparticellare, comprendendo partecipazioni a esperimenti ai laboratori sotterranei del Gran Sasso (MACRO), a esperimenti di misura di raggi cosmici con apparati portati da pallone (MASS, Tramp-Si, Caprice) o installati su satellite (PAMELA), misure di raggi gamma nello spazio o con grandi apparati di superficie (Fermi, DAMPE, CTA) e la neutrino-astronomia (ANTARES, NEMO, KM3NeT). Si tratta di iniziative condotte con un elevato grado di sinergia. Le competenze sviluppate in questi ambiti che hanno rilevanza per il progetto riguardano: - lo sviluppo e l'ottimizzazione di rivelatori di particelle; - la progettazione e sviluppo dell'elettronica di read-out; - la progettazione, la realizzazione, il commissioning e la gestione di apparati anche di grandi dimensioni; - la gestione della presa dati e la messa a punto di algoritmi per l'analisi dei dati. Nell'ambito di KM3NeT e le altre iniziative di neutrino-astronomia, la UO è stata tra i gruppi leader nelle attività di qualifica e costruzione. Il gruppo, tra le altre cose, si è occupato della progettazione e prototipizzazione di numerosi componenti meccanici critici per il buon funzionamento delle linee di rivelazione di KM3NeT, della progettazione e realizzazione dei moduli di base delle linee, del coordinamento ad alto livello delle attività costruttive dell'apparato, dell'acquisizione di diversi componenti fondamentali dell'apparato. Questo ha permesso al personale impiegato di ricoprire ruoli di responsabilità e visibilità ai più alti livelli internazionali, comprendendo il primo coordinatore tecnico della Collaborazione (M. Circella), e la prima coordinatrice delle attività di integrazione delle linee di rivelazione e attuale coordinatrice delle attività di integrazione dei moduli di base delle linee (I. Sgura). L'UO è dotata delle seguenti strutture dedicate per le

attività di neutrino-astronomia: laboratorio di integrazione dei moduli di base delle linee di rivelazione di KM3NeT, laboratorio di integrazione delle linee di rivelazione e laboratorio di metrologia.

➤ **11B1.1: Competenze Scientifico Tecnologiche specifiche delle UO per il Progetto**

Il gruppo dell'Unità Operativa INFN-CT è coinvolto da oltre 20 anni nella ricerca in astronomia dei neutrini e nello sviluppo di rivelatori per siti sottomarini profondi. I principali progetti a cui il gruppo ha preso parte sono stati ANTARES, le attività R&D di NEMO e KM3NeT, ricoprendo ruoli di primo piano in diversi work package. L'interesse principale del gruppo riguarda i fotorivelatori. Per questo motivo, sono state progettate e realizzate strutture dedicate per effettuare misure di rumore, guadagno, tensione nominale, risoluzione temporale, risoluzione in carica, linearità e uniformità. Nell'ambito di diversi progetti di telescopi per neutrini, sono stati caratterizzati migliaia di fotomoltiplicatori di piccola e grande area. Dal 2012, presso l'OU INFN-CT è attivo un sito di produzione in serie di DOM (Digital Optical Modules): un innovativo design multi-PMT che integra 31 fotomoltiplicatori da 3 pollici all'interno di una sfera di vetro da 17", insieme a tutta l'elettronica necessaria. In un ampio spazio dedicato, con temperatura e umidità strettamente controllate, vengono eseguite le oltre 20 fasi necessarie all'integrazione degli oltre 80 elementi che compongono ciascun DOM: dal montaggio delle parti meccaniche all'incollaggio dei sensori ottici tramite colle ottiche, dall'installazione dell'elettronica e dei sensori di misura e calibrazione fino al trattamento delle fibre ottiche per la comunicazione digitale. Per eseguire i test funzionali e di accettazione di tutti i moduli ottici prodotti, è stato realizzato un banco di test dedicato, equipaggiato con rete GB Ethernet e uno switch White Rabbit sincronizzato al nanosecondo, in comunicazione tramite fibre ottiche. In un ambiente informatico basato su LINUX sono stati installati, mantenuti e sviluppati numerosi pacchetti software, strumenti e script per acquisire i segnali in uscita e analizzare i dati provenienti dai rivelatori ottici, comprese le calibrazioni e l'acquisizione di sensori ausiliari come piezo acustici, sensori di temperatura, umidità, inclinazione e posizione. Come risultato dell'esperienza acquisita nella costruzione di rivelatori sottomarini, l'OU INFN-CT ha progettato un innovativo pacco batterie subacqueo, realizzato utilizzando un contenitore in vetro resistente alla pressione da 17 pollici, contenente un cluster di 96 batterie collegate per fornire una tensione di uscita di 12 V e una capacità totale di 410 Ah. È stata allestita una linea di produzione dedicata presso l'unità, e finora sono stati costruiti 12 sistemi di alimentazione, utilizzati nei siti marini italiani e francesi di KM3NeT. La disponibilità di ampi spazi attrezzati con componenti, strumenti e strutture consente all'unità di svolgere regolarmente attività didattiche e divulgative molto apprezzate con studenti di diversi livelli scolastici. L'OU INFN-CT è inoltre coinvolta nella gestione della produzione delle junction box.

➤ **11B1.1: Competenze Scientifico Tecnologiche specifiche delle UO per il Progetto**

L'Unità Operativa INFN di Bologna (INFN-BO) ha una lunga e consolidata esperienza nella fisica astroparticellare, sia dal punto di vista sperimentale che teorico. I ricercatori sono coinvolti in esperimenti di punta a livello internazionale, assumendo ruoli di responsabilità scientifica e tecnica in progetti come KM3NeT, ANTARES, AMS-02, XENON, DARKSIDE, EUCLID, e nella fisica delle onde gravitazionali con LIGO/VIRGO. Le competenze sviluppate coprono una vasta gamma di attività, inclusi elettronica, acquisizione dati in tempo reale, sincronizzazione temporale, analisi dati, calcolo scientifico e sviluppo software. Nel contesto dei telescopi di neutrini nel Mediterraneo, INFN-BO ha contribuito fin dalle fasi iniziali sia alle analisi dei dati dell'esperimento ANTARES sia alla progettazione e realizzazione dell'infrastruttura KM3NeT, assumendo responsabilità dirette nella progettazione, implementazione e test del sistema di acquisizione dati (DAQ). In particolare, grazie ai fondi del Progetto PNRR KM3NeT4RR, l'unità ha realizzato il BB-LAB, un laboratorio che ospita fondamentali banchi di prova, utilizzati da vari gruppi internazionali della Collaborazione KM3NeT. Nel BB-LAB si riproduce fedelmente il sistema di acquisizione del telescopio e si studia e valida il necessario hardware, firmware e software prima della loro implementazione nel sistema sottomarino. Questa competenza si è rivelata cruciale per il potenziamento dell'infrastruttura di ricerca KM3NeT, che include la progettazione di nuovi sistemi DAQ ad alta densità e bassi consumi, con forte attenzione alla sostenibilità energetica e affidabilità di lungo periodo in ambienti marini ostili. Parallelamente, INFN-BO è attivamente coinvolta nello sviluppo e utilizzo del laboratorio BETIF, realizzato grazie al progetto PNRR ETIC. BETIF è pensato per supportare la futura generazione di esperimenti sulle onde gravitazionali, come l'Einstein Telescope (ET). L'infrastruttura sfrutta il know-how tecnologico acquisito in elettronica, acquisizione dati, sincronizzazione temporale e software per testare componenti e sistemi di controllo, analisi e storage dati destinati ad ET.

➤ **11B1.1: Competenze Scientifico Tecnologiche specifiche delle UO per il Progetto**

L'Unità Operativa (UO) dei Laboratori Nazionali del Sud (INFN-LNS) rappresenta un polo di eccellenza scientifico e tecnologico dell'INFN, con una storia che inizia nel 1976 e un'attività consolidata nei settori

della fisica nucleare, subnucleare, applicata e, da circa due decenni, anche nella fisica delle astroparticelle, in particolare nell'ambito degli esperimenti in ambiente marino profondo. Attualmente, i LNS contano circa 150 dipendenti, tra cui ricercatori, tecnologi, tecnici e personale amministrativo, oltre a un significativo numero di assegnisti, dottorandi e borsisti. Questa composizione multidisciplinare consente una gestione autonoma e competente di attività complesse, dalla progettazione, alla realizzazione e alla gestione di apparati scientifici avanzati. Nell'ambito del progetto KM3NeT, la UO INFN-LNS svolge un ruolo strategico grazie alla presenza di laboratori dedicati presso il porto di Catania: qui vengono effettuate attività di integrazione meccanica ed elettro-ottica delle Detection Units (DU) del telescopio sottomarino, che includono il montaggio strutturale, le connessioni dei cavi e fibre ottiche, e i test funzionali completi di ogni unità prima della spedizione e installazione in mare aperto. Presso la sede centrale dei LNS sono presenti dei laboratori dedicati all'integrazione e collaudo dei Base Module (BM) delle unità di rivelazione, che sono utilizzati per la connessione dei moduli ottici ai sistemi di alimentazione e comunicazione. Tali attività comprendono il test funzionale, la verifica dei requisiti e la validazione in condizioni simulate. Inoltre, presso la sede centrale sono anche presenti dei laboratori dedicati all'integrazione e test delle Junction Box (JB), dispositivi dedicati alla distribuzione della potenza e dati dal cavo elettro-ottico principale verso le DU. Tutta l'elettronica di controllo e gestione della potenza delle JB è stata sviluppata grazie alle competenze del personale dei LNS coinvolti nel progetto. Presso i LNS viene svolta attività di test di affidabilità elettrica delle JB e di compatibilità con l'infrastruttura e con le Detection Unit. Infine, la UO INFN-LNS ha in gestione la stazione di terra di KM3NeT, che è collocata all'interno di un edificio sito nel comune di Portopalo di Capo Passero (SR). La stazione di terra riceve i due cavi elettro-ottici sottomarini principali che connettono il sito sottomarino ARCA di KM3NeT ed ospita gli alimentatori principali dell'apparato. All'interno della struttura è ospitato un centro di calcolo dove vengono convogliati su fibra ottica i dati sensibili del telescopio, per l'acquisizione e l'analisi dati. Per garantire il funzionamento 24/7 del telescopio ARCA, la stazione ospita dei sistemi di alimentazione ridondanti (UPS), un impianto di raffreddamento industriale, ed è connessa all'infrastruttura di rete ad alta velocità del GARR-X. Grazie a queste infrastrutture, il personale dei LNS ha acquisito competenze avanzate in ingegneria sottomarina, elettronica di potenza e di controllo, trasmissione dati su fibra ottica e su lunga distanza, sistemi di diagnostica da remoto e automazione industriale. Le attività sono svolte in stretta aderenza agli standard internazionali del progetto KM3NeT, e diversi membri della UO ricoprono ruoli di coordinamento all'interno della collaborazione.

➤ **11B1.1: Competenze Scientifico Tecnologiche specifiche delle UO per il Progetto**

L'UO INFN-NA ha una lunga tradizione nel campo della fisica astroparticellare sia con neutrini che con altri messaggeri. Sin dagli anni 80, infatti, l'UO INFN ha preso parte a esperimenti pionieristici come MACRO e a seguire esperimenti su satelliti, in altura fino ad arrivare agli inizi del XXI secolo quando è stata aperta il filone dello studio dei neutrini astrofisici mediante telescopi realizzati nelle profondità marine. In KM3NeT l'UO INFN-NA ha un ampio spettro di attività che vanno dall'integrazione e calibrazione dei rivelatori all'analisi dei dati. Per quel che riguarda le attività di integrazione e calibrazione, l'UO INFN-NA ha un ruolo chiave grazie al laboratorio CAPACITY che, fondato e realizzato insieme all'Università della Campania "L. Vanvitelli, è uno dei più grandi della Collaborazione internazionale KM3NeT. In ogni caso l'unico nel quale vengono studiati tutti gli aspetti del rivelatore: dal singolo fotosensore all'unità di rivelazione. Le attività che si svolgono nel laboratorio INFN-NA CAPACITY a San Nicola La Strada (CE), quindi, sono determinanti per il completamento del telescopio per neutrini astrofisici di alta energia KM3NeT ARCA con una capacità produttiva di circa 3 Unità di Rivelazione al mese. A dimostrazione del ruolo chiave di questa UO nella realizzazione del telescopio per neutrini KM3NeT si fa notare che ben tre membri (C.M. Mollo, A. Simonelli e D. Vivolo) di questa UO fanno parte del Project Steering Committee di KM3NeT. Inoltre P. Migliozi è il Responsabile Nazionale per il progetto KM3NeT in Commissione Nazionale 2 dell'INFN. Va altresì evidenziato che, grazie ai finanziamenti PACK-PON e KM3NeT4RR sono stati realizzati laboratori di avanguardia che hanno permesso all'UO di allacciare rapporti di collaborazione sia con altri gruppi di ricerca internazionale che con aziende. Inoltre, l'UO INFN-NA contiene al suo interno anche un gruppo molto attivo nel settore dell'analisi dati sia dal punto di vista fenomenologico che dell'interpretazione dei dati in termini di un segnale astrofisico.

Collaborazioni Nazionali ed Internazionali con specifico riferimento alle aree di specializzazione di riferimento

Indicare le collaborazioni nazionali ed internazionali di rilievo e di potenziale utilità per lo svolgimento delle attività previste nel progetto.
4000 car.

Per ogni UO:

➤ **11B2.1: Collaborazioni Nazionali ed Internazionali della UO con specifico riferimento alle aree di specializzazione di riferimento**

L'U.O. di Bari è attiva nel settore della neutrino-astronomia da più di 25 anni, durante i quali ha avviato solide collaborazioni scientifiche a livello nazionale e internazionale. Ciò è stato realizzato innanzitutto all'interno delle collaborazioni NEMO, ANTARES e KM3NeT. Sono inoltre attive varie collaborazioni e sinergie con iniziative internazionali di fisica astroparticellare quali Fermi, CTA, SuperKamiokande/HyperKamiokande, HERD.

➤ **11B2.1: Collaborazioni Nazionali ed Internazionali della UO con specifico riferimento alle aree di specializzazione di riferimento**

La Sezione INFN di Catania è attivamente coinvolta in collaborazioni nazionali e internazionali nel campo della fisica delle astroparticelle. Partecipa a esperimenti di rilievo come Pierre Auger (raggi cosmici), JUNO e ICARUS (neutrini), CTA (radiazione gamma) e soprattutto KM3NeT, grande telescopio sottomarino per neutrini installato al largo di Capo Passero, contribuendo allo sviluppo di rivelatori avanzati e all'analisi dati. In quest'ambito, la Sezione di Catania dell'INFN lavora in sinergia con enti altri enti di ricerca come INGV, e università italiane ed europee. Queste attività rafforzano il ruolo strategico della Sezione nella ricerca fondamentale e multidisciplinare.

➤ **11B2.1: Collaborazioni Nazionali ed Internazionali della UO con specifico riferimento alle aree di specializzazione di riferimento**

L'unità contribuisce anche alla scienza multi-messaggera, sviluppando protocolli di allerta e strumenti per l'interconnessione tra telescopi di neutrini, osservatori di onde gravitazionali, gamma-ray e ottici, promuovendo un approccio integrato per lo studio dei fenomeni astrofisici più estremi. INFN-BO partecipa inoltre a diversi progetti finanziati a livello nazionale ed europeo, sfruttando una rete di collaborazioni scientifiche di alto livello, in stretta connessione con altre UO INFN, università italiane, e centri di ricerca europei. Questo networking è rafforzato da infrastrutture digitali e strumenti per il calcolo distribuito, incluse piattaforme GRID e cloud HPC, fondamentali per la gestione e l'analisi dei grandi volumi di dati prodotti dagli esperimenti.

➤ **11B2.1: Collaborazioni Nazionali ed Internazionali della UO con specifico riferimento alle aree di specializzazione di riferimento**

L'UO INFN-LNS è un nodo essenziale nella rete internazionale del progetto KM3NeT, all'interno della quale ha collaborazioni attive con università e istituti di ricerca in diversi paesi, tra cui Francia, Paesi Bassi, Germania, Grecia e Spagna, oltre alle numerose attività svolte in sinergia con le altre UO italiane dell'INFN. Il ruolo centrale dell'UO INFN-LNS, come struttura ospitante della stazione di terra del telescopio sottomarino, ha favorito proficui scambi con altri organismi di ricerca nazionali ed internazionali fin dall'inizio delle ricerche dedicate ai telescopi per neutrini. I LNS hanno svolto il ruolo di attrattore per ricercatori e tecnologi di altri enti allo scopo di sviluppare le tecnologie necessarie per la finalizzazione del progetto. Tali collaborazioni, che possono avere carattere temporaneo o di più ampio respiro temporale, hanno portato in parecchi casi all'istituzione e alla partecipazione a gruppi di lavoro per il coordinamento e la pianificazione su tempi lunghi di diverse attività necessarie alla costruzione e gestione del telescopio sottomarino. A livello scientifico, la UO partecipa a gruppi di lavoro su: - integrazione, calibrazione e test dei Base Module, delle Detection Unit e delle Junction box; - sviluppo e manutenzione dell'infrastruttura di acquisizione dati; - gestione e ottimizzazione del data center e dei sistemi di comunicazione; - sviluppo di simulazioni Monte Carlo per la generazione degli eventi di segnale e di fondo per il telescopio; - calibrazione e analisi dei dati acquisiti dal telescopio sottomarino.

➤ **11B2.1: Collaborazioni Nazionali ed Internazionali della UO con specifico riferimento alle aree di specializzazione di riferimento**

Attualmente sono svariate le collaborazioni internazionali in essere all'interno dell'UO INFN-Napoli. Il laboratorio di fotosensori, realizzato grazie ai finanziamenti PACK-PON e KM3NeT4RR, è uno dei più avanzati a livello mondiale tanto che un'azienda leader del settore come Hamamatsu Photonics ha voluto collaborare per la caratterizzazione di fotosensori di grandi dimensioni (20-inch). Inoltre, il gruppo che si occupa di fotosensori fa parte della collaborazione DRD4 del CERN il cui obiettivo è quello di sviluppare e caratterizzare nuovi fotosensori per applicazioni in esperimenti di fisica delle particelle e astroparticellari. La componente fenomenologica del gruppo, poi, ha collaborazioni in essere con altri esperimenti che studiano il cosmo utilizzando gamma-ray, raggi cosmici o onde gravitazionali per indagini con approccio multi-messaggero. L'unità contribuisce, quindi, allo sviluppo di nuovi rivelatori, alla scienza multi-

messaggerapromuovendo un approccio integrato per lo studio dei fenomeni astrofisici più estremi. INFN-NA partecipa inoltre a diversi progetti finanziati a livello nazionale ed europeo, sfruttando una rete di collaborazioni scientifiche di alto livello, in stretta connessione con altre UO INFN, università italiane, e centri di ricerca europei.

C – ELEMENTI DESCRITTIVI DEL PROGETTO

DATI GENERALI

Titolo e durata del progetto

La durata del progetto come definita all'Articolo 5 comma 6 dell'Avviso

➤ **11C1.1: Titolo Progetto**

Neutrino Astronomy Undersea enabled by Technology & Innovation for Long-term Universe Studies

➤ **11C1.2: Acronimo Progetto**

NAUTILUS

➤ **11C1.3: Durata Progetto**

30

➤ **11C1.4: Parole Chiave associate al Progetto**

Multimessenger, Astroparticle, Sea Infrastructure, Digital Connection, HPC, Blue economy, Sea Science, Environment, Neutrino Telescope

Infrastruttura

Infrastruttura di ricerca interessata dal progetto

➤ **11C2.1: IR Capofila**

KM3-NET-telescopio sottomarino per la rivelazione di neutrini astrofisici di alta energia – KM3

➤ **11C2.2: Dominio ESFRI della IR Coinvolta**

PSE-Physical Sciences & Engineering

Abstract

di progetto, pubblicabile, per attività di comunicazione e divulgazione.

➤ **11C3.1: Abstract breve di progetto**

NAUTILUS è un progetto strategico di potenziamento dell'infrastruttura di ricerca KM3NeT, il telescopio sottomarino per neutrini cosmici situato a 3500 m di profondità nel Mar Ionio, al largo di Portopalo di Capo Passero (Sicilia). Incluso con priorità nelle roadmap ESFRI, PNIR e nella strategia regionale siciliana, KM3NeT rappresenta una piattaforma avanzata per la fisica dei neutrini e la ricerca multidisciplinare. NAUTILUS mira ad aumentare la sensibilità nella rilevazione di sorgenti cosmiche attraverso l'estensione della rete sottomarina e il rafforzamento

delle infrastrutture terrestri, con al centro nuove Detection Units (DUs) e una rete di laboratori di integrazione nelle regioni meno sviluppate del Sud Italia. Il progetto promuove la formazione di personale altamente qualificato, il trasferimento tecnologico e la collaborazione con il sistema produttivo. Tra i primi risultati scientifici di KM3NeT spicca l'osservazione del neutrino KM3-230213A (220 PeV), pubblicata su Nature. NAUTILUS migliorerà la ricostruzione spazio-temporale degli eventi, l'interoperabilità FAIR dei dati e fornirà, in linea con la strategia EUSAIR, dati continui e ad alta risoluzione per il monitoraggio ambientale e marino.

Executive Summary

del progetto, come documento di orientamento per la fase di valutazione, nel quale vengano valorizzati gli aspetti di particolare interesse

➤ 11C3.2 Abstract esteso della proposta

1. *Visione generale e finalità strategiche* NAUTILUS è un progetto nazionale per il potenziamento dell'infrastruttura di ricerca KM3NeT, il grande telescopio sottomarino europeo per la rivelazione di neutrini cosmici ad alta energia, situato a 3.500 metri di profondità nel Mar Ionio, al largo della Sicilia. KM3NeT è incluso nelle roadmap ESFRI e PNIR, ed è riconosciuto come elemento centrale per lo sviluppo della neutrino-astronomia, una disciplina fondamentale per l'apertura della nuova era di osservazione multi-messaggera dell'Universo. NAUTILUS si distingue per un approccio mirato alla qualità e resilienza infrastrutturale, più che alla sola crescita dimensionale. Il progetto non mira infatti alla moltiplicazione delle Detection Units (DU), ma introduce un salto tecnologico fondamentale, basato sulla realizzazione di un nodo elettro-ottico sottomarino avanzato per la distribuzione affidabile di potenza e dati a lungo termine, da installare in ambiente estremo (3.500 m) e progettato per una vita utile di almeno 20 anni senza manutenzione. Il progetto è fortemente allineato agli obiettivi del PN RIC 2021–2027, con un impatto previsto su scala scientifica, tecnologica, territoriale, occupazionale e ambientale.

2. *Sostenibilità economico-finanziaria* Il progetto NAUTILUS è strutturato secondo criteri di piena sostenibilità economico-finanziaria, in linea con l'art. 73, par. 2, lett. d) del Regolamento (UE) 2021/1060. Il piano finanziario prevede una copertura integrale dei costi ammissibili attraverso il contributo richiesto sul PN RIC, senza ricorso a ulteriori strumenti di indebitamento. I costi sono suddivisi in modo chiaro per tipologia di attività (personale, forniture, servizi, logistica e attività di R&S), con un dettagliato cronoprogramma che ne garantisce la tracciabilità, monitorabilità e sostenibilità lungo l'intero ciclo di vita del progetto. La fase post-progetto sarà garantita dal consolidato assetto organizzativo dell'infrastruttura KM3NeT, già operativa e dotata di sistemi di gestione consolidati, supportati da fonti di finanziamento pluriennali (nazionali e internazionali), e da un modello di governance che assicura la continuità tecnica, scientifica e operativa. Il potenziamento previsto da NAUTILUS non genera oneri non sostenibili a carico dell'ente, e contribuisce, anzi, ad aumentare l'efficienza economica dell'infrastruttura mediante soluzioni ad alta durabilità, zero manutenzione e ottimizzazione energetica, riducendo i costi di gestione a lungo termine.

3. *Obiettivi scientifici* L'obiettivo scientifico principale di NAUTILUS è l'avanzamento della fisica dei neutrini ad alta energia, contribuendo all'identificazione delle sorgenti cosmiche, alla misura delle energie e alla composizione in flavour dei flussi. Questo permetterà di affrontare questioni fondamentali sulla natura dell'universo, l'evoluzione dei buchi neri, le collisioni tra oggetti compatti e l'origine dei raggi cosmici. NAUTILUS si innesta in un contesto scientifico già consolidato: il rivelatore KM3NeT ha recentemente ottenuto un risultato epocale, con l'osservazione del neutrino KM3-230213A (220 PeV), pubblicata su Nature. Questo evento rappresenta una svolta nella neutrino-astronomia e sottolinea l'importanza di migliorare l'affidabilità e la capacità operativa del rivelatore. Il potenziamento delle infrastrutture proposto da NAUTILUS aumenterà: • la frequenza di eventi osservabili, • la precisione spazio-temporale nella ricostruzione, • la resilienza delle connessioni sottomarine, • la capacità di raccolta e interoperabilità FAIR dei dati scientifici.

4. *Innovazione tecnologica* Il cuore tecnologico del progetto è la progettazione, produzione, test e installazione di un Nodo elettro-ottico avanzato, che permetterà: • Distribuzione di potenza ad alta profondità: fino a 10 kW a 360–370 Vdc; • Trasmissione dati ad alta velocità: con elevata ridondanza e bassa latenza; • Durabilità in ambienti estremi: funzionamento garantito per 20 anni senza manutenzione; • Apertura alla multidisciplinarietà: predisposizione all'installazione di sensori ambientali e geofisici. Il progetto include anche: • nuove Detection Units (DU) integrate nel sistema; • sistemi di interconnessione elettro-ottica per la costruzione della rete sottomarina; • Operazioni di installazione affidate a nave DP2 e ROV ultra-profondo, con specifiche tecniche stringenti.

5. *Livello di maturità*

tecnologica (TRL) e prossimità al deployment NAUTILUS presenta un elevato grado di prossimità operativa, grazie alla continuità con i progetti KM3NeT4RR e IDMAR, e alla disponibilità di una rete esistente. • Le DU e i componenti standard partono da $TRL \geq 7-8$; • Il nuovo Nodo parte da TRL 5-6 e sarà portato a $TRL \geq 8$ con prove funzionali, ambientali e test sottomarini reali; • L'intero processo è basato su una roadmap ingegneristica definita e su processi consolidati di qualità (QA/QC), sicurezza (HSE) e project management. 6. Impatto sull'ecosistema scientifico e industriale NAUTILUS attiverà ricadute ad alta intensità di conoscenza su più livelli: • Crescita delle competenze ingegneristiche e scientifiche, tramite formazione, reclutamento e coinvolgimento di giovani ricercatori e tecnici specializzati; • Sviluppo di filiere industriali nazionali, in particolare nelle tecnologie per ambienti estremi (materiali, ottica, sensoristica, meccanica di precisione); • Rafforzamento del capitale infrastrutturale pubblico, con l'ampliamento e valorizzazione di laboratori già operativi come CAPACITY (INFN-NA), LNS (Catania), INFN-BO. 7. Equilibrio territoriale e valorizzazione del Mezzogiorno NAUTILUS è realizzato da unità operative situate in regioni meno sviluppate: • INFN-LNS (Catania), responsabile delle operazioni sottomarine e gestione dell'infrastruttura; • INFN-NA, con il laboratorio CAPACITY per integrazione DOM, BM e DU e logistica; • INFN-CT, centro per integrazione DOM; • INFN-BA, centro per integrazione BM. Inoltre NAUTILUS vede anche la partecipazione dell'unità operativa di Bologna ubicata in una regione più sviluppata. 8. Impatto ambientale e aderenza ai principi DNSH e Climate Proofing Tutte le azioni sono: • Compatibili con il principio Do No Significant Harm (DNSH); • Conformi al Climate Proofing; • Integrate nella strategia EUSAIR, contribuendo al monitoraggio di temperatura, salinità, bioluminescenza, correnti e biodiversità. 9. Formazione e capacity building NAUTILUS prevede: • Reclutamento di personale tecnico-scientifico altamente qualificato; • Attività di formazione avanzata su ingegneria sottomarina, sensoristica e gestione dati; • Coinvolgimento di studenti, assegnisti, dottorandi nel ciclo di vita del progetto. 10. Coerenza con le strategie nazionali ed europee NAUTILUS è coerente con: • Obiettivi del PN RIC 2021-2027; • Strategia nazionale per la transizione ecologica e digitale; • Roadmap ESFRI e politiche FAIR per la gestione dei dati; • Agenda europea per la ricerca multi-messaggera e interdisciplinare. 11. Aspetti distintivi e fattori premianti Criterio Valutazione Qualità scientifica Obiettivo chiaro, misurabile, basato su infrastruttura attiva e risultato di frontiera (Nature 2024) Avanzamento TRL Passaggio documentato da TRL 5-6 a TRL 8 Impatto ambientale Conformità DNSH e Climate Proofing, produzione dati ambientali di lungo periodo Occupazione Creazione di posti altamente qualificati nel Sud Collaborazione Coinvolgimento imprese tecnologiche, pubblico-private Equilibrio territoriale Sede operativa nelle regioni meno sviluppate Valorizzazione IR esistenti Potenziamento infrastruttura europea già inclusa in ESFRI

11C3.3 Regione di localizzazione del progetto

Nel caso di attività progettuali svolte in Regioni più sviluppate o in transizione (max 15%) descrivere le ricadute positive sulle Regioni meno sviluppate in termini occupazionali, di capacità di attrazione di investimenti e competenze, di rafforzamento della competitività delle imprese e di valorizzazione dei risultati della ricerca e di diffusione dell'innovazione.

2000 car

➤ 11C3.3.1 – Regioni di localizzazione del progetto meno sviluppate

Indicare la/le regioni di localizzazione delle attività progettuali selezionando dall'elenco delle Regioni meno sviluppate (Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia, Sardegna e Sicilia). Si ricorda che le attività progettuali dovranno essere realizzate nell'ambito di una o più delle Regioni meno sviluppate (Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia, Sardegna e Sicilia), in una misura pari ad almeno l'85% (ottantacinque per cento) del totale dei costi ammissibili esposti in domanda.

PUGLIA, SICILIA, CAMPANIA

➤ 11C3.3.2 – Regioni di localizzazione del progetto più sviluppate

Indicare la Regione/le Regioni più sviluppate o in transizione in cui può essere realizzata una parte delle attività progettuali che non superi il 15% dei costi ammissibili.

EMILIA-ROMAGNA

➤ 11C3.3.3 – Regioni di localizzazione del progetto

Nel quadro del progetto NAUTILUS, oltre il 98% del budget è allocato presso sedi situate nelle Regioni meno sviluppate, in linea con gli obiettivi di riequilibrio territoriale e rafforzamento della capacità infrastrutturale nel Mezzogiorno. In questo contesto, la partecipazione dell'Unità Operativa INFN-BO, localizzata in una Regione più sviluppata, è giustificata da un contributo tecnico e strategico imprescindibile per il conseguimento degli obiettivi progettuali. In particolare, INFN-BO svolge un ruolo cruciale nello sviluppo del sistema di acquisizione dati (DAQ) del rivelatore ARCA di KM3NeT. Tale sistema rappresenta un'infrastruttura elettronica e informatica avanzata, necessaria per il corretto funzionamento dell'apparato sperimentale installato nei siti operativi del Sud Italia, in particolare presso i Laboratori Nazionali del Sud (LNS) e il laboratorio CAPACITY. L'Unità Operativa di Bologna costituisce infatti il nodo di riferimento per la progettazione, la validazione e la realizzazione dei componenti hardware e software del sistema DAQ, grazie a una competenza consolidata e a strutture dedicate. Il contributo fornito da INFN-BO non si limita alla componente tecnica, ma assume una rilevanza metodologica e strategica: le attività sono specificamente orientate a soddisfare le esigenze infrastrutturali delle sedi meridionali, con l'obiettivo di potenziarne l'autonomia operativa, la resilienza tecnologica e il posizionamento scientifico a livello internazionale. Tale approccio è già stato consolidato nell'ambito del progetto PNRR KM3NeT4RR, attraverso il quale INFN-BO ha attivato il laboratorio BB-LAB, concepito espressamente per lo sviluppo e il collaudo, in ambiente controllato, dei sistemi DAQ destinati alle unità di rilevazione installate nel Mediterraneo profondo. L'inclusione di INFN-BO nel progetto NAUTILUS garantisce quindi una filiera tecnico-scientifica coerente e integrata, che si sviluppa dalla progettazione avanzata presso BB-LAB, passando per la validazione e l'ottimizzazione dei componenti, fino alla loro implementazione nei nodi infrastrutturali operativi del Sud. Tale modello di collaborazione interregionale, basato su competenze complementari, rappresenta un elemento strategico per il successo del progetto, in piena coerenza con le finalità del programma e i criteri di valutazione legati all'impatto territoriale e al trasferimento tecnologico.

Coordinatore Tecnico-Scientifico del progetto

Indicare i riferimenti anagrafici e le qualifiche curriculari del Coordinatore Tecnico-Scientifico del progetto.

- **11C4.1: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto - Nazionalità**
Italiana
- **11C4.2: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto – Nome**
Pasquale
- **11C4.3: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto – Cognome**
Migliozzi
- **11C4.4: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto - Codice Fiscale**
MGLPQL69H15B781L
- **11C4.5: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto - E-Mail (non PE)**
pasquale.migliozzi@na.infn.it
- **11C4.6: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto – Telefono**
3208853966
- **11C4.7: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto - CV firmato digitalmente**

CV_PM_signed.pdf

- **11C4.8: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto - Lettera di incarico come coordinatore scientifico di progetto**

LETTERA INCARICO_NAUTILUS_Migliozzi_Napoli.pdf

- **11C4.9: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto - Indicare UO di afferenza del Coordinatore Scientifico**

Sezione di Napoli

Referente amministrativo del progetto

- **11C5.1: Referente Amministrativo del Progetto - Nazionalità**

Italiana

- **11C5.2: Referente Amministrativo del Progetto – Nome**

Laura

- **11C5.3: Referente Amministrativo del Progetto - Cognome**

Ferrara

- **11C5.4: Referente Amministrativo del Progetto - Codice Fiscale**

FRRLRA64L59F839Y

- **11C5.5: Referente Amministrativo del Progetto - E-Mail (non PEC)**

laura.ferrara@na.infn.it

- **11C5.6: Referente Amministrativo del Progetto - Telefono**

081675279

- **11C5.7: Referente Amministrativo del Progetto - CV**

CV-Europass-2025-Ferrara-ITA-20giu25_Signed-1.pdf

- **11C5.8: Referente Amministrativo del Progetto - Lettera di incarico**

Nomina Responsabile Amm.vo_NAUTILUS_Signed.pdf

Manager dell'infrastruttura

- **11C6.1: Elementi Distintivi del Manager dell'IR**

Il Manager dell'Infrastruttura coordinerà amministrativamente e finanziariamente il progetto, garantendo una governance efficace e trasparente, il rispetto delle tempistiche, la rendicontazione, la conformità alle norme (inclusi DNSH e parità di genere), i rapporti con il MUR, il monitoraggio degli impatti e la gestione

della conoscenza, in linea con il D.D. 310/2025. Opererà in sinergia con tutte le Unità coinvolte.

OBIETTIVI E FINALITÀ DEL PROGETTO

Obiettivo generale del progetto

➤ 11C7: Obiettivo e finalità del progetto

Visione e finalità del progetto. 8000 car.

Il progetto NAUTILUS – Neutrino Astronomy Undersea enabled by Technology & Innovation for Long-term Universe Studies nasce nell'ambito delle attività di rafforzamento dell'infrastruttura di ricerca KM3NeT, un'IR europea inclusa nelle roadmap ESFRI (2016, 2021) e PNIR (2021), dedicata alla rivelazione di neutrini cosmici ad alta energia e allo studio multidisciplinare dell'ambiente marino profondo. L'infrastruttura è localizzata nel Mar Ionio, a 3.500 metri di profondità, al largo di Portopalo di Capo Passero, in Sicilia, e rappresenta un elemento unico nel panorama europeo per la ricerca multi-messaggera e oceanografica. NAUTILUS si inserisce in un contesto progettuale già avviato con PACK-PON, KM3NeT4RR (nazionale) e IDMAR (regionale), ma con caratteristiche peculiari e innovative. In particolare:

- È un progetto di valenza nazionale, che risponde agli obiettivi strategici del PNIR, del PNRR e della Strategia di Specializzazione Intelligente delle Regioni del Mezzogiorno;
- Introduce un salto tecnologico infrastrutturale, non incentrato sull'incremento massivo delle Detection Units (DU), ma sulla realizzazione di un nodo elettro-ottico avanzato per la trasmissione di potenza e dati sul fondale marino;
- Prevede il coinvolgimento di unità operative situate in regioni meno sviluppate (INFN-BA, INFN-CT, INFN-LNS, INFN-NA), con l'obiettivo di rafforzare l'equilibrio territoriale e l'impatto socioeconomico nel Sud Italia;
- Si fonda su collaborazioni pubblico-private e su un approccio fortemente integrato con il tessuto industriale italiano, promuovendo il trasferimento tecnologico in settori strategici come robotica sottomarina, sensoristica avanzata, ottica e materiali per ambienti estremi.

1. Obiettivo scientifico primario: la fisica dei neutrini ad alta energia NAUTILUS contribuisce in maniera determinante agli obiettivi della neutrino-astronomia, ossia allo studio delle sorgenti astrofisiche di neutrini di alta energia, tra cui buchi neri supermassicci, eventi di coalescenza di oggetti compatti, AGN e GRB. Il progetto rafforza le capacità di identificazione delle sorgenti cosmiche, ricostruzione della direzione e dell'energia, e determinazione della composizione in flavour dei flussi di neutrini, permettendo così di contribuire all'apertura di una nuova era di osservazione multi-messaggera. NAUTILUS parte da un risultato eccezionale: l'osservazione del neutrino ad altissima energia KM3-230213A (220 PeV), pubblicato su Nature. Un evento che dimostra l'efficacia scientifica dell'infrastruttura e la necessità di aumentarne precisione e capacità operativa. Il potenziamento della rete sottomarina con un nodo dedicato consentirà una raccolta dati più affidabile, ad alta disponibilità e con maggiore frequenza di eventi rilevabili.

2. Infrastruttura tecnologica avanzata: il nodo elettro-ottico Cuore tecnologico di NAUTILUS è il Nodo: un'infrastruttura elettro-ottica di nuova generazione, progettata per operare a 3.500 metri di profondità con una vita operativa di 20 anni, zero manutenzione, massima affidabilità strutturale e funzionale. Il nodo è costituito da un telaio in titanio ad alta resistenza e contenitori in pressione per l'alloggiamento di sistemi elettronici e ottici, capaci di gestire fino a 10 kW di potenza a 360–370 Vdc, trasmettere dati a banda larga, interfacciarsi con ROV e fornire alimentazione e comunicazione a DUs e Junction Boxes. La progettazione e realizzazione del nodo seguiranno standard rigorosi per materiali, controllo qualità, ingegneria meccanica ed elettronica, assicurando la massima affidabilità in un ambiente ostile e inaccessibile per interventi di manutenzione.

3. Attività di installazione sottomarina ad alta complessità ingegneristica L'installazione sarà affidata a un operatore specializzato e richiederà l'impiego di una nave con sistema DP2, gru di coperta, A-frame con argani, spazi liberi minimi in coperta di 200 m² e dotazioni di sicurezza avanzate. Le operazioni saranno supportate da un ROV work-class con profondità operativa ≥ 4.000 m, sistemi di posizionamento avanzati, doppia pinza, illuminazione e riprese HD, e da un team con comprovata esperienza in operazioni ultra-profonde. Oltre alle 5 DUs, verranno installati sistemi di interconnessione elettro-ottica per le utenze esterne, incluse le DU, a formare una rete di sensori e connessioni stabile, a lungo termine, adatta sia alla ricerca astrofisica che alla raccolta di dati ambientali.

4. Monitoraggio marino e contributo agli obiettivi EUSAIR L'infrastruttura KM3NeT, potenziata da NAUTILUS, rappresenta anche un osservatorio marino permanente, in grado di fornire dati ad alta risoluzione e lungo periodo su variabili oceanografiche come correnti, salinità, temperatura, bioluminescenza e bioacustica, in perfetta coerenza con le strategie EUSAIR (EU Strategy for the Adriatic and Ionian Region). I dati generati avranno rilevanza per studi climatici, biodiversità marina, dinamiche geofisiche e monitoraggi ambientali. L'interoperabilità secondo i principi FAIR dei dati scientifici (Findable,

Accessible, Interoperable, Reusable) è un elemento chiave, garantendo massima fruibilità per la comunità scientifica nazionale e internazionale. 5. Formazione, occupazione e innovazione nel Sud Italia NAUTILUS prevede il coinvolgimento diretto di laboratori e unità operative localizzate in regioni meno sviluppate (es. INFN-LNS, INFN-NA, INFN-CT, INFN-BA), responsabili di attività di integrazione, test e logistica per i rivelatori. Questo approccio contribuisce a ridurre i divari territoriali nel campo della ricerca scientifica e a generare opportunità occupazionali ad alta qualificazione. Come in KM3NeT4RR, il progetto include il reclutamento di personale tecnico-scientifico altamente specializzato, non solo per l'installazione e gestione delle attività ingegneristiche sottomarine, ma anche per la gestione operativa, la formazione, il supporto tecnico e il consolidamento delle infrastrutture locali. 6. Sinergia con il sistema produttivo e trasferimento tecnologico NAUTILUS rafforza il legame tra ricerca e industria, promuovendo l'adozione di soluzioni ingegneristiche d'avanguardia, coinvolgendo imprese italiane nella produzione di componenti e sistemi complessi per ambienti estremi, e stimolando il trasferimento tecnologico in ambiti come l'optoelettronica, la robotica sottomarina e la sensoristica avanzata. Il progetto agisce da catalizzatore per l'ecosistema dell'innovazione nelle regioni del Mezzogiorno, contribuendo a valorizzare le infrastrutture già esistenti, a potenziare le filiere locali e a rafforzare le competenze industriali di frontiera. 7. Coerenza con i principi ambientali e climatici europei In linea con i requisiti del PNRR e della normativa europea, NAUTILUS rispetta pienamente i principi DNSH (Do No Significant Harm) e adotta un approccio rigoroso di Climate Proofing, riducendo al minimo gli impatti ambientali diretti e indiretti. Tutti i processi di progettazione, produzione e installazione seguono criteri di sostenibilità, riduzione delle emissioni, gestione sicura dei materiali e minimizzazione dell'impronta ecologica. Con l'obiettivo di potenziare l'infrastruttura esistente di KM3NeT e garantirne l'evoluzione strategica in linea con gli obiettivi della fisica astroparticellare, dell'astronomia multimessaggera e del monitoraggio ambientale marino, il progetto NAUTILUS è articolato in cinque Work Package (WP) interconnessi. Ogni WP affronta una priorità operativa o scientifica specifica e contribuisce in modo sinergico al successo complessivo e alla sostenibilità dell'infrastruttura. Di seguito si riportano i WP e le loro principali interrelazioni: WP01 – Management del progetto Questo WP è responsabile del coordinamento generale e della governance del progetto. Include: • gestione scientifica, amministrativa e finanziaria delle attività; • monitoraggio periodico dello stato di avanzamento, analisi dei rischi e degli indicatori di performance; • interfaccia con il MUR e adempimento degli obblighi regolatori, incluso il rispetto dei principi DNSH e Climate Proofing; • supervisione legale ed etica, garanzia di qualità. Il WP01 assicura l'allineamento e la coerenza tra tutti i WP, supportando una realizzazione efficiente, conforme e ad alto impatto. WP02 – Upgrade infrastruttura di terra Il WP02 è dedicato al potenziamento delle infrastrutture a terra a supporto del rivelatore sottomarino. Gli interventi principali includono: • ammodernamento e ampliamento della stazione di terra di Capo Passero, che ospita i sistemi di controllo e acquisizione dati; • potenziamento dei laboratori di integrazione e logistica; • implementazione di sistemi ausiliari per migliorare l'affidabilità operativa. Il rafforzamento dell'infrastruttura terrestre è essenziale per ospitare e gestire le componenti sottomarine estese previste nei WP03 e WP04. WP03 – Upgrade infrastruttura sottomarina Questo WP affronta il potenziamento e l'estensione dell'infrastruttura di rete sul fondale marino. Le attività includono: • progettazione e realizzazione di un nuovo nodo di distribuzione elettro-ottico per potenza e dati, da operare a grande profondità; • sistemi di interconnessione per le utenze esterne; • progettazione e realizzazione di strutture di supporto sottomarine. Il WP03 garantisce la connettività fisica e l'affidabilità necessarie per ospitare le nuove unità di rilevazione e sensori, attraverso operazioni con ROV e mezzi navali specializzati. WP04 – Upgrade telescopio sottomarino Il WP04 è finalizzato al potenziamento scientifico del rivelatore KM3NeT/ARCA. Comprende: • integrazione, test e installazione di cinque nuove Detection Units (DU), ciascuna composta da moduli ottici ad alta sensibilità; • incremento della sensibilità del telescopio ai neutrini cosmici ad alta energia; • rafforzamento del ruolo dell'apparato nella rete globale dell'astronomia multimessaggera. Le nuove DU saranno assemblate a terra e installate in mare, utilizzando l'infrastruttura potenziata nei WP02 e WP03. WP05 – Trasferimento tecnologico e outreach Questo WP ha l'obiettivo di amplificare l'impatto sociale ed economico del progetto NAUTILUS, attraverso due linee principali: 1. Trasferimento tecnologico: supporto alle imprese coinvolte nella produzione, nel test e nella logistica, promuovendo la condivisione delle conoscenze, la qualificazione industriale e la valorizzazione delle innovazioni sviluppate nel progetto. 2. Divulgazione e formazione: progettazione e realizzazione di strumenti di comunicazione portatili (modelli, exhibit, contenuti multimediali), organizzazione di eventi pubblici e promozione delle carriere STEM, con particolare attenzione al Mezzogiorno. Il WP05 contribuisce a costruire un forte legame tra ricerca scientifica, società e sistema dell'innovazione. Nel progetto NAUTILUS, ciascun Work Package (WP) è affidato alla responsabilità di un referente scientifico, in qualità di WP Leader, individuato tra il personale delle Unità Operative coinvolte. Di seguito si riporta l'organigramma relativo alla leadership dei singoli WP: • WP1 – Gestione e Coordinamento: Paolo Piattelli (INFN - LNS) • WP2 – Potenziamento delle Infrastrutture: Daniele Vivolo (INFN - Sezione di Napoli) • WP3 – Integrazione e Validazione dei Sistemi: Rosanna

Cocimano (INFN - LNS) • WP4 – Sviluppo di Strumentazione e Tecnologie Innovative: Marco Circella (INFN - Sezione di Bari) • WP5 – Formazione, Divulgazione e Trasferimento di Conoscenze: Caarlos Maximiliano Mollo (INFN - Sezione di Napoli) Tale struttura garantisce un'articolazione funzionale e coerente delle attività, assicurando il presidio scientifico e organizzativo di ciascun ambito progettuale.

Utilità ed impatto del progetto

➤ 11C8: Contesto progettuale e impatto atteso

Sua efficacia, efficienza e valenza traslazionale, con particolare riferimento al grado di eccellenza, transdisciplinarietà ed unicità del progetto;
6000 car.

Il progetto NAUTILUS – Neutrino Astronomy Undersea enabled by Technology & Innovation for Long-term Universe Studies nasce nell'ambito delle attività di rafforzamento dell'infrastruttura di ricerca KM3NeT, un'IR europea inclusa nelle roadmap ESFRI (2016, 2021) e PNIR (2021), dedicata alla rivelazione di neutrini cosmici ad alta energia e allo studio multidisciplinare dell'ambiente marino profondo. L'infrastruttura è localizzata nel Mar Ionio, a 3500 m di profondità, al largo di Portopalo di Capo Passero, in Sicilia, e rappresenta un elemento unico nel panorama europeo per la ricerca multi-messaggera e oceanografica. NAUTILUS si inserisce in un contesto progettuale già avviato con PACK-PON e KM3NeT4RR (nazionale) e IDMAR (regionale), ma con caratteristiche peculiari e innovative. In particolare: • È un progetto di valenza nazionale, che risponde agli obiettivi strategici del PNIR, del PNRR e della Strategia di Specializzazione Intelligente delle Regioni del Mezzogiorno; • Introduce un salto tecnologico infrastrutturale, non incentrato sull'incremento massivo delle Detection Units (DU), ma sulla realizzazione di un nodo elettro-ottico avanzato per la trasmissione di potenza e dati sul fondale marino; • Prevede il coinvolgimento di unità operative situate in regioni meno sviluppate (INFN-BA, INFN-CT, INFN-LNS, INFN-NA) e non (INFN-BO), con l'obiettivo di rafforzare l'equilibrio territoriale e l'impatto socioeconomico nel Sud Italia; • Si fonda su collaborazioni pubblico-private e su un approccio fortemente integrato con il tessuto industriale italiano, promuovendo il trasferimento tecnologico in settori strategici come robotica sottomarina, sensoristica avanzata, ottica e materiali per ambienti estremi. Il contesto scientifico è rafforzato dall'importanza dei risultati già ottenuti da KM3NeT, tra cui la rivelazione del neutrino KM3-230213A (220 PeV), pubblicata su Nature, che ha evidenziato le straordinarie potenzialità dell'infrastruttura. In tale quadro, NAUTILUS mira a migliorare ulteriormente le capacità osservative, l'affidabilità delle connessioni sottomarine e la frequenza di rilevazione di eventi astrofisici rari, contribuendo a rispondere a domande fondamentali sulla natura dell'universo. Infine, NAUTILUS aderisce pienamente ai principi DNSH (Do No Significant Harm) e Climate Proofing, garantendo che tutte le attività siano svolte in modo sostenibile e compatibile con gli obiettivi climatici dell'UE. Impatto atteso NAUTILUS genererà impatti rilevanti, misurabili e duraturi sia sul piano scientifico che su quello tecnologico, economico, ambientale e occupazionale. Gli impatti previsti sono coerenti con tutti i criteri di valutazione e premialità stabiliti dal Decreto Direttoriale n. 310/2025, in particolare con riferimento alle Sezioni A (Qualità scientifica) e B (Impatto e attuazione). Impatto scientifico • Rafforzamento della posizione italiana nell'ambito della neutrino astronomy, contribuendo all'identificazione delle sorgenti cosmiche e alla comprensione dei meccanismi astrofisici estremi; • Maggiore affidabilità e densità della rete sottomarina, grazie all'introduzione del nodo elettro-ottico che migliorerà il controllo remoto, la qualità dei dati, la disponibilità del servizio e l'interconnessione tra i moduli del rivelatore; • Promozione dell'approccio FAIR per la gestione, interoperabilità e condivisione dei dati, in coerenza con gli standard europei. Impatto tecnologico e innovativo • Sviluppo, testing e validazione di soluzioni ad alta complessità tecnologica per ambienti ultra-profondi, con applicazioni potenziali in ambiti industriali, energetici, ambientali e di sicurezza; • Rafforzamento delle competenze ingegneristiche e produttive nazionali, con impiego di materiali avanzati, componentistica ad alta affidabilità e standard qualitativi rigorosi; • Trasferimento tecnologico verso imprese italiane, tramite affidamento di forniture ad alta specializzazione, con potenziale replicabilità commerciale. Impatto sul territorio e sulle imprese • Sviluppo e consolidamento di poli di eccellenza nel Sud Italia, grazie al coinvolgimento delle unità operative INFN di Napoli, Catania, Bari e Bologna, con infrastrutture già attive nell'integrazione dei moduli e nella gestione dei materiali; • Stimolo all'occupazione locale e all'indotto industriale attraverso la creazione di nuovi profili tecnici e scientifici ad alta qualificazione; • Rafforzamento della capacità logistica e organizzativa di infrastrutture distribuite nel territorio nazionale, con effetti sinergici su altri progetti e reti europee. Impatto ambientale e climatico • Fornitura di dati marini multidisciplinari a lungo termine, utili per il monitoraggio di variabili

come salinità, temperatura, correnti, bioluminescenza, in piena coerenza con la Strategia EUSAIR; • Integrazione di sensoristica per il monitoraggio degli ecosistemi profondi, supportando politiche di protezione ambientale e adattamento climatico; • Approccio progettuale conforme ai principi di sostenibilità, durabilità, riduzione degli impatti e uso efficiente delle risorse. Impatto formativo e di capacity building • Formazione e impiego di nuovo personale altamente specializzato, coerente con le priorità della Missione 4 del PNRR e con la strategia per la crescita delle competenze nei settori ad alta intensità di conoscenza; • Contributo alla retention dei talenti nelle aree del Sud e alla costruzione di filiere di competenze integrate tra enti pubblici e imprese. Coerenza con gli obiettivi strategici nazionali ed europei • Contributo diretto al rafforzamento delle Infrastrutture di Ricerca pubbliche (Azione 1.1.1 – PN RIC), incrementando la capacità di attrazione di finanziamenti competitivi e la partecipazione dell'Italia a grandi reti europee e internazionali; • Supporto al riposizionamento strategico dell'Italia nel panorama scientifico globale, grazie alla disponibilità di un'infrastruttura open access di frontiera.

➤ 11C9: Sinergie con i progetti del PNRR

Il progetto NAUTILUS si colloca in diretta continuità e piena sinergia strategica, operativa e tecnologica con il progetto KM3NeT4RR, finanziato a valere sul Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) per il rafforzamento dell'infrastruttura di ricerca KM3NeT. Entrambi i progetti condividono la visione di KM3NeT come strumento scientifico e tecnologico d'avanguardia per l'osservazione dei neutrini cosmici, nonché come piattaforma multi-disciplinare per l'osservazione integrata dell'ambiente marino profondo. Sebbene KM3NeT4RR e NAUTILUS insistano sul medesimo sito di Portopalo di Capo Passero (SR), le rispettive strategie sono tra loro complementari: KM3NeT4RR ha puntato sul dimensionamento della rete di rilevazione (50 nuove Detection Units), mentre NAUTILUS introduce un salto qualitativo attraverso lo sviluppo di un Nodo elettro-ottico sottomarino avanzato, progettato per garantire l'efficienza operativa e la resilienza a lungo termine dell'infrastruttura. La presenza simultanea dei due progetti consente dunque di affrontare in parallelo le esigenze di scalabilità e affidabilità del telescopio sottomarino. Dal punto di vista operativo, NAUTILUS potenzia l'infrastruttura predisposta da KM3NeT4RR attraverso: • la realizzazione di una nuova architettura di distribuzione elettro-ottica per potenza e dati, a lunga durata (20 anni), autonoma e a bassa manutenzione; • l'integrazione di nuove Detection Units in ambienti tecnologicamente più evoluti; • l'ottimizzazione delle attività di posizionamento, deployment, validazione e test, capitalizzando sull'esperienza KM3NeT4RR; • il consolidamento delle ROV operations, delle procedure HSE e della subsea engineering già sperimentate nel precedente progetto. A livello di governance e gestione delle risorse, i due progetti si avvalgono di un network consolidato di unità operative INFN (tra cui Bari, Catania, Napoli, Bologna), che garantisce continuità gestionale, interoperabilità tecnica e trasferibilità delle soluzioni. Gli strumenti digitali per il project management e la tracciabilità delle attività sono condivisi e potenziati, secondo una linea evolutiva che unifica entrambi i progetti. La sinergia è evidente anche sul piano scientifico. I risultati ottenuti da KM3NeT4RR hanno permesso avanzamenti fondamentali nella neutrino-astronomia, tra cui la pubblicazione su Nature dell'evento KM3-230213A (220 PeV). NAUTILUS prosegue e potenzia tale percorso, migliorando la frequenza e la qualità della rilevazione di eventi, la risoluzione spazio-temporale e l'interoperabilità FAIR dei dati. Nel settore della formazione e occupazione, NAUTILUS eredita e potenzia le buone pratiche di KM3NeT4RR, rafforzando i legami con le imprese ad alta tecnologia, attivando strumenti di open innovation e creando nuovi percorsi formativi in sinergia con università, ITS e scuole del Mezzogiorno. Dal punto di vista delle politiche pubbliche, entrambi i progetti contribuiscono alla valorizzazione delle regioni del Sud, in linea con la Strategia EUSAIR, il PNIR e l'Agenda Strategica ESFRI. NAUTILUS amplia l'impatto territoriale avviato da KM3NeT4RR, con nuove infrastrutture nei laboratori di integrazione e un rafforzamento dei servizi logistici portuali. Infine, NAUTILUS attiva nuove collaborazioni strategiche con altri progetti PNRR che condividono finalità e metodi compatibili, rafforzando ulteriormente il proprio impianto scientifico e tecnologico: • ETHICS (INFN): progetto volto allo sviluppo di sensoristica avanzata, elettronica e strumentazione per l'astrofisica delle alte energie, con cui NAUTILUS condividerà componenti tecnologici e strategie di R&S, favorendo la convergenza verso applicazioni multi-messaggere. • CTA+ (INAF): infrastruttura per la rivelazione dei raggi gamma, con la quale NAUTILUS potrà sviluppare strategie scientifiche integrate per l'astrofisica dei fenomeni transienti, condivisione dati e correlazioni evento-per-evento tra raggi gamma e neutrini. • ITINERIS (CNR): hub nazionale per le infrastrutture ambientali, di cui fanno parte anche strumenti e nodi localizzati nel sito di Portopalo. NAUTILUS e ITINERIS possono cooperare nella condivisione di sensori sottomarini, nello sviluppo di dati interoperabili FAIR, e nella promozione di ricerche interdisciplinari tra ambiente marino e fisica delle particelle. Una collaborazione in via di definizione con INAF rafforzerà ulteriormente l'integrazione nel panorama astrofisico nazionale, con azioni mirate su: • simulazioni e analisi multi-messaggere • modelli astrofisici condivisi •

interoperabilità di infrastrutture tra terra, cielo e mare In sintesi, NAUTILUS non solo rafforza l'infrastruttura fisica e scientifica sviluppata da KM3NeT4RR, ma la estende, la integra e la apre a nuove traiettorie collaborative nell'ambito del sistema PNRR. Grazie a questa visione sistemica: • si massimizza il valore dell'investimento pubblico già effettuato, • si potenzia l'attrattività internazionale del sito di Portopalo, • si aprono nuove frontiere scientifiche nella fisica fondamentale e nell'osservazione ambientale integrata, • si costruisce un ecosistema sostenibile e competitivo, in grado di attrarre ulteriori risorse da programmi come Horizon Europe, Copernicus e Mission Ocean.

➤ **11C10: Indicare il carattere integrativo rispetto agli investimenti già realizzati nel PNRR**

A) Missione 4, Componente 2 - Investimento 3.1 del PNRR a titolarità del MUR

➤ **11C11: Strumenti di Open Innovation Attivi**

Il progetto NAUTILUS si colloca in un ecosistema scientifico e tecnologico fortemente orientato all'open innovation, in cui la contaminazione tra ricerca pubblica, industria e società civile è parte integrante delle strategie di sviluppo. Il modello operativo consolidato da KM3NeT, che NAUTILUS eredita e rafforza, prevede una molteplicità di strumenti e pratiche volte a stimolare l'innovazione condivisa, l'apertura dei processi di R&S e la co-creazione di soluzioni tecnologiche in ambiti ad alta complessità. Tali strumenti si arricchiscono delle consolidate esperienze maturate dal soggetto proponente, l'INFN, nella promozione e realizzazione di attività di trasferimento tecnologico e innovazione collaborativa. In particolare: • L'INFN collabora sistematicamente con imprese, sia nazionali che internazionali, per lo sviluppo, test e validazione di tecnologie innovative ad alto potenziale applicativo. Queste collaborazioni si concretizzano in accordi di ricerca congiunti, finalizzati al co-sviluppo e alla crescita del livello di prontezza tecnologica delle soluzioni. • Le infrastrutture di ricerca e i laboratori di alta tecnologia dell'INFN sono aperti a imprese e centri di ricerca per attività di sperimentazione, verifica e validazione. Questi living labs includono siti di integrazione, camere bianche, banchi di test meccanici ed elettronici, in grado di simulare le condizioni estreme dell'ambiente operativo. • Il progetto si basa su processi di co-progettazione tecnologica, in cui le imprese non svolgono un ruolo di sola fornitura, ma partecipano attivamente allo sviluppo di moduli elettro-ottici, strutture meccaniche ad alta resistenza, sensoristica marina e sistemi elettronici per ambienti profondi. La definizione di specifiche funzionali condivise favorisce l'emersione di innovazioni radicali. • Le competenze dell'INFN sono rese disponibili anche mediante attività di servizio e consulenze tecnologiche, pensate per supportare le imprese nei propri processi di innovazione e sviluppo industriale. • Il patrimonio di brevetti, software e tecnologie proprietarie sviluppati dall'INFN è accessibile mediante accordi di licenza, incentivando la valorizzazione economica della ricerca pubblica. Non sono rari i casi in cui la collaborazione con imprese ha portato al deposito di brevetti congiunti. • L'INFN promuove anche la creazione di spin-off tecnologici nati dalla valorizzazione industriale di competenze maturate nei laboratori. Di recente è stato completato un programma di formazione e mentoring per il personale interessato a percorsi imprenditoriali, realizzato in collaborazione con Cassa Depositi e Prestiti e la Graduate School of Management del Politecnico di Milano. • Il progetto Open.INFN (Open INnovation from Fundamental Nuclear research), avviato nel 2021, ha ulteriormente strutturato e potenziato le pratiche di trasferimento tecnologico, migliorando la capacità dell'ente di mettere a disposizione della società e del sistema produttivo il proprio patrimonio di tecnologie e competenze. In modo complementare, NAUTILUS adotta specifici strumenti di open innovation anche a livello operativo, tra cui: • Procurement innovativo: le principali componenti tecnologiche dell'infrastruttura vengono realizzate attraverso gare ad alto contenuto innovativo, aperte a soluzioni originali non ancora presenti sul mercato. • Interoperabilità e apertura dei dati: NAUTILUS garantisce l'adozione dei principi FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) per i dati scientifici e ambientali, abilitando il riuso in ambiti diversi e favorendo la partecipazione di nuovi attori scientifici e industriali. • Formazione congiunta: il progetto promuove programmi di dottorato industriale, tirocini, assegni di ricerca e formazione tecnica, con il diretto coinvolgimento delle imprese, per lo sviluppo di competenze ad alta specializzazione in settori strategici. • Spillover tecnologico e settoriale: le tecnologie sviluppate in NAUTILUS, sebbene pensate per applicazioni scientifiche, sono trasferibili ad altri settori industriali (es. energia offshore, telecomunicazioni, monitoraggio ambientale, difesa), amplificando l'impatto dell'investimento pubblico. Attraverso l'integrazione di questi strumenti, NAUTILUS si configura come un progetto di riferimento per la ricerca aperta, l'innovazione intersettoriale e il trasferimento tecnologico sostenibile, in grado di contribuire concretamente all'evoluzione dell'ecosistema dell'innovazione nel Mezzogiorno e su scala europea.

➤ **11C12: Strumenti di Open Innovation da Attivare**

Il progetto NAUTILUS, oltre a valorizzare strumenti consolidati di open innovation nella comunità KM3NeT, prevede l'attivazione di nuove azioni strategiche mirate ad ampliare la partecipazione di attori industriali e territoriali, ad aumentare l'impatto socioeconomico dell'infrastruttura e ad accelerare la trasformazione dei risultati della ricerca in soluzioni scalabili e trasferibili. Programmi di incubazione e accelerazione per tecnologie deep-tech e blue economy. Sarà promosso un canale di collaborazione stabile con incubatori universitari, acceleratori d'impresa e fondi specializzati in innovazione per supportare la nascita di nuove imprese tecnologiche operanti nei settori adiacenti alle attività del progetto (sensoristica marina, robotica sottomarina, materiali avanzati, energie del mare). Tali azioni contribuiranno alla creazione di un ecosistema di innovazione integrato nel Mezzogiorno e alla valorizzazione imprenditoriale dei risultati della ricerca pubblica. Hackathon e datathon con apertura dei dati ambientali. In coerenza con i principi FAIR e con la strategia europea di open science, verranno organizzati eventi pubblici (es. datathon) per stimolare l'uso innovativo dei dati ambientali raccolti da NAUTILUS (bioluminescenza, correnti, acustica marina). L'iniziativa coinvolgerà giovani data scientist, sviluppatori, oceanografi e soggetti attivi nei settori ambientali, promuovendo riusi creativi dei dati, applicazioni educative e lo sviluppo di servizi digitali per la sostenibilità. Partnership con imprese per standardizzazione e industrializzazione. Si prevede l'attivazione di gruppi tecnici di lavoro congiunti con le imprese coinvolte, per sviluppare linee guida di standardizzazione di componenti elettro-ottici, strutture sottomarine e connettori ad alta affidabilità. Verranno inoltre avviate iniziative per favorire l'industrializzazione modulare dei prototipi realizzati, supportando il passaggio dal TRL 6-7 al TRL 8, con effetti positivi sulla competitività industriale e sull'autonomia strategica nazionale ed europea. Open Lab e accesso condiviso alle infrastrutture. Le strutture laboratoriali attivate dal progetto (in particolare nelle regioni meno sviluppate) saranno parzialmente accessibili in modalità "open lab" per finalità di testing, validazione e dimostrazione da parte di attori esterni (PMI, startup, istituti tecnici, ITS). Questa apertura selettiva stimolerà sinergie con il territorio, favorirà la creazione di filiere tecnologiche locali e potenzierà il trasferimento bidirezionale di competenze tra sistema della ricerca e sistema produttivo. Iniziative di citizen science e partecipazione civica. NAUTILUS promuoverà anche azioni di coinvolgimento attivo della cittadinanza, in particolare nell'ambito del monitoraggio acustico marino e della biodiversità sottomarina. Tali attività verranno sviluppate in collaborazione con scuole, musei scientifici e associazioni ambientaliste, allo scopo di rafforzare il legame tra scienza e società, sensibilizzare alle tematiche ambientali e promuovere la valorizzazione culturale delle infrastrutture di ricerca. Piattaforma di matchmaking pubblico-privato. A complemento delle azioni precedenti, sarà attivato un portale digitale o integrata una piattaforma già esistente per facilitare l'incontro tra domanda e offerta tecnologica, mettendo in contatto:

- le unità operative del progetto con imprese tecnologiche interessate;*
- studenti e dottorandi con opportunità di stage e collaborazione in ambito industriale;*
- soggetti pubblici e privati in vista di future progettualità co-finanziate (es. Horizon Europe, Interreg, NextGenerationEU).*

Meccanismi di creazione e trasferimento di innovazione e conoscenza alle imprese

- **11C13: Meccanismi di creazione e trasferimento di innovazione e conoscenza alle imprese**
Incluse le modalità di supporto al loro avanzamento tecnologico. 4000 car

Il progetto NAUTILUS promuove un modello avanzato di trasferimento di conoscenza e innovazione tecnologica verso il sistema produttivo, fondato su un ecosistema collaborativo già consolidato nell'ambito dei progetti KM3NeT4RR e PACK-PON, e ulteriormente ampliato grazie alle manifestazioni di interesse raccolte da dieci aziende altamente qualificate. Attraverso la procedura di manifestazione di interesse, NAUTILUS ha attivato un primo canale di coinvolgimento diretto delle imprese, predisponendo un percorso evolutivo verso la co-progettazione di soluzioni tecnologiche condivise, da realizzarsi mediante l'accesso a laboratori potenziati o di nuova realizzazione, secondo un approccio ispirato all'open innovation. I laboratori coinvolti nel progetto rappresentano veri e propri luoghi di trasferimento tecnologico, accessibili alle imprese per attività di sviluppo congiunto, test, validazione e scale-up. In particolare, si evidenziano:

- Una camera iperbarica (unica nel suo genere in ambito accademico italiano), realizzata nel progetto PACK-PON e capace di raggiungere i 450 bar, fondamentale per test su componenti elettronici e ottici destinati ad ambienti sottomarini estremi.*
- Una dark box per la misura di dark count e caratteristiche temporali dei fotorivelatori.*
- Una camera a infrarossi (FLIR T560-24) per studi termici avanzati.*
- Un sistema per la caratterizzazione dei fotorivelatori in termini di efficienza quantica e area efficace unico al mondo.*
- Una single photon camera Hamamatsu SPIS per imaging ad altissima sensibilità.*
- Una vasca di calibrazione con acqua salata e temperatura controllata, utilizzabile per validazioni in ambiente simulato.*
- Una camera climatica per test di resistenza termica dei rivelatori.*

• Un'officina meccanica e un'area sperimentale da 400 m² con carroponte da 5 tonnellate, per attività di integrazione di grandi dispositivi. • Strumentazione per la realizzazione di sistemi di trasmissione su fibra ottica, soluzioni centrali per l'innovazione nella sensoristica distribuita. Queste infrastrutture, potenziate con KM3NeT4RR, rappresentano la base per lo sviluppo di progetti congiunti di R&S. Le aziende coinvolte nel progetto, attive nei settori dell'elettronica, della sensoristica avanzata, del data management e dell'ingegneria sottomarina, potranno: • co-sviluppare componenti innovativi (moduli ottici, elettronica, strutture meccaniche), • validare i loro prodotti in condizioni operative reali, • usufruire di consulenze scientifiche e supporto sperimentale da parte dei ricercatori dell'INFN, • accedere a un sistema di licenze su brevetti e tecnologie sviluppate in ambito KM3NeT. La collaborazione pubblico-privato sarà regolata tramite accordi di ricerca congiunta, come già sperimentato con successo dall'INFN, che prevede condivisione di know-how, co-investimenti e co-proprietà di risultati brevettabili. Infine, la formazione avanzata (tirocini, assegni di ricerca, dottorati industriali) favorirà l'assorbimento diretto di competenze nel tessuto imprenditoriale, abilitando un circolo virtuoso di trasferimento tecnologico capace di rafforzare la competitività del sistema produttivo nazionale e stimolare la nascita di nuove filiere industriali legate alle tecnologie per ambienti estremi.

Modalità di coinvolgimento delle imprese

➤ 11C14: Modalità di coinvolgimento delle Imprese

Descrivere le modalità e i contenuti di tali attività, provvedendo a produrre documentazione probatoria (in allegato) secondo quanto stabilito al precedente Articolo 5, comma 8. allegati

Il progetto NAUTILUS adotta un modello di coinvolgimento attivo delle imprese ispirato ai principi dell'open innovation e della co-progettazione, con l'obiettivo di generare un impatto sistemico sull'intera filiera della ricerca e dell'industria high-tech nazionale. Il coinvolgimento delle aziende non si limita al ruolo tradizionale di fornitori, ma si configura come una partecipazione strutturata e sinergica lungo tutte le fasi del progetto, dalla definizione dei requisiti funzionali fino alle attività di test e validazione dei prototipi in ambiente operativo. Attraverso manifestazioni di interesse, 10 imprese — attive nei settori dell'ingegneria sottomarina, sensoristica avanzata, componentistica elettronica, trattamento dei dati e ICT — hanno formalmente espresso la volontà di collaborare al progetto. Le aziende saranno coinvolte tramite accordi di collaborazione tecnico-scientifica, affidamenti pubblici con specifiche funzionali aperte, e iniziative comuni di R&S, finalizzate allo sviluppo di soluzioni innovative per ambienti estremi e infrastrutture distribuite. Le unità operative del progetto metteranno a disposizione delle imprese le proprie infrastrutture (laboratori, camere bianche, banchi di prova) per attività di co-sviluppo, sperimentazione e qualificazione tecnologica. Inoltre, saranno promossi percorsi di formazione avanzata e trasferimento tecnologico, anche attraverso tirocini, assegni di ricerca e programmi di dottorato industriale, per favorire l'inserimento di nuove competenze nel sistema produttivo. Queste modalità consentono di stimolare l'innovazione industriale, rafforzare la competitività delle imprese coinvolte e massimizzare l'impatto socio-economico del progetto NAUTILUS, in coerenza con i criteri di valutazione e premialità del Decreto Direttoriale n. 310/2025.

AMBITO TECNOLOGICO DEL PROGETTO

SNSI

➤ 11C15: Aree e tematiche SNSI interessate dal Progetto e contributo innovativo atteso.

- 1. Industria intelligente e sostenibile, energia e ambiente

Coerenza del progetto con gli ambiti di specializzazione SNSI e sinergia tra ambiti SNSI e area ESFRI in cui la IR è ricadente, contestualizzazione dell'iniziativa nell'ambito del PNR 2021-2027 e PNIR 2021-2027;2000 car

Principi trasversali

Rispetto dei principi trasversali: sostenibilità e durabilità del progetto proposto, grado di ecosostenibilità degli

interventi proposti. 6000 car.

➤ **11C16: Validità della tempistica di progetto.**

La tempistica del progetto NAUTILUS è fondata su un piano di lavoro solido, realistico e già testato in esperienze progettuali precedenti, che garantisce l'attuabilità entro i limiti temporali previsti dal bando. Le attività sono articolate in fasi sequenziali e parzialmente sovrapposte, secondo una logica di avanzamento progressivo con milestone chiare e verificabili. Ogni fase è supportata da un'adeguata preparazione tecnica, logistica e amministrativa, già collaudata in ambito KM3NeT. Il progetto beneficia infatti delle competenze maturate nell'ambito di iniziative precedenti come KM3NeT4RR, IDMAR e PACK-PON, che hanno consentito di:

- realizzare e installare una parte consistente del telescopio di neutrini sottomarino;*
- mettere in opera un'infrastruttura marina e terrestre già operativa e collaudata;*
- validare in condizioni reali le principali procedure tecniche di assemblaggio, collaudo, deployment e messa in funzione.*

Grazie a questa esperienza, NAUTILUS può fare affidamento su un modello operativo consolidato: i fornitori critici sono già noti e pre-qualificati, le procedure di procurement sono standardizzate, i laboratori di integrazione sono attivi e funzionanti (tutti i laboratori di integrazione sono già operativi in tutte le UO partecipanti al progetto), e le unità operative sono pienamente operative con personale formato. Il cronoprogramma è stato costruito su una base concreta, tenendo conto delle durate effettive delle attività analoghe svolte nei progetti precedenti. Le campagne di installazione marina sono pianificate sulla base delle finestre meteorologiche ottimali e già prenotate con i fornitori logistici. Inoltre, le fasi di test e validazione sono state dimensionate tenendo conto dei margini di sicurezza necessari per gestire imprevisti senza compromettere la tempistica generale. La gestione del rischio temporale è assicurata da un sistema di project management già adottato in ambito KM3NeT, che include strumenti di monitoraggio digitale, tracciamento degli avanzamenti, gestione documentale condivisa e reportistica periodica, garantendo trasparenza e reattività nel governo del progetto. Infine, l'assenza di interventi edilizi complessi e la natura prevalentemente tecnico-ingegneristica del progetto (acquisto, integrazione e installazione di sistemi tecnologici) riducono significativamente i rischi legati a iter autorizzativi o a ritardi di cantiere. In sintesi, la tempistica di NAUTILUS è pienamente compatibile con la durata prevista dal bando e si fonda su elementi fattuali, risorse già disponibili e processi ampiamente sperimentati. Ciò assicura un'elevata probabilità di completamento nei tempi stabiliti, con il rispetto di tutte le milestone tecniche, scientifiche e amministrative.

➤ **11C17: Qualità economico-finanziaria del progetto in termini di economicità della proposta e sostenibilità finanziaria**

Il progetto NAUTILUS è stato concepito secondo un approccio di massima razionalità ed efficienza nella gestione delle risorse pubbliche, ponendo particolare attenzione all'equilibrio tra costi e benefici attesi, in piena coerenza con i criteri di valutazione previsti dal Decreto Direttoriale n. 310/2025. La proposta si distingue per un'elevata economicità, grazie all'impiego di infrastrutture esistenti, al consolidamento di esperienze precedenti (KM3NeT4RR, PACK-PON, IDMAR) e alla valorizzazione di risorse tecniche, logistiche e umane già operative presso le Unità dell'INFN coinvolte. Il piano finanziario è articolato in modo dettagliato e coerente, con una suddivisione delle spese per tipologia (personale, attrezzature, forniture, logistica, supporto tecnico-ingegneristico), garantendo la tracciabilità e verificabilità di ogni voce. La distribuzione temporale dei costi è allineata con le milestone tecniche del progetto, assicurando un cash flow sostenibile lungo tutto il ciclo di vita dell'iniziativa. Le economie di scala derivate dalla continuità infrastrutturale con il progetto KM3NeT consentono di contenere significativamente i costi di installazione e validazione dei sistemi, riducendo gli oneri a carico del programma. In termini di sostenibilità finanziaria, l'INFN – in qualità di soggetto proponente – possiede una solida capacità economico-gestionale, riconosciuta a livello nazionale e comunitario. La gestione di grandi progetti infrastrutturali negli ultimi anni (inclusi quelli finanziati con fondi PON, PNRR e FESR) ha dimostrato l'affidabilità dell'ente nella pianificazione, realizzazione e rendicontazione di progetti complessi ad alta intensità tecnologica. L'INFN dispone di un bilancio stabile, approvato annualmente dal MUR e dalla Corte dei Conti, e di strutture amministrative dedicate al project management e al controllo di gestione, con competenze consolidate in ambito europeo. La fase post-progetto è anch'essa garantita da un assetto istituzionale consolidato: NAUTILUS si inserisce infatti in un'infrastruttura di ricerca già operativa, che beneficia di finanziamenti strutturali a lungo termine da parte dello Stato italiano e attraverso programmi internazionali (es. Horizon Europe, Europa Digital, ERC). Le soluzioni tecnologiche previste sono progettate per una durabilità ventennale senza necessità di manutenzione ordinaria, e con un impatto positivo sull'efficienza energetica e sui costi di gestione futuri. L'adozione di tecnologie a basso consumo, sistemi ad alta resilienza e architetture modulari consente una significativa ottimizzazione dei costi lungo l'intero ciclo di vita del

progetto, minimizzando gli interventi correttivi o di sostituzione. Inoltre, le attività di co-progettazione con le imprese e di validazione in ambiente reale riducono i margini di rischio tecnologico e garantiscono un più rapido ritorno sull'investimento in termini di valore scientifico e applicazioni collaterali. Infine, il progetto prevede meccanismi di monitoraggio continuo attraverso strumenti digitali (contabilità analitica, report periodici, controllo milestone) che assicurano trasparenza nella spesa e capacità di intervento tempestivo in caso di criticità, elementi fondamentali per garantire la robustezza finanziaria e gestionale dell'intervento.

➤ **11C18: Ricavi previsti per la IR a valle delle implementazioni previste nel progetto**

A seguito dell'implementazione del progetto NAUTILUS, si prevede un incremento significativo nella capacità attrattiva e competitiva dell'infrastruttura di ricerca KM3NeT, con impatti positivi in termini di ricavi indiretti e sostenibilità di lungo periodo. Coerentemente con le strategie delineate nei precedenti progetti di rafforzamento, il modello economico non si basa sulla generazione di ricavi commerciali diretti, bensì su un sistema articolato di ritorni economici basati su accesso competitivo, progettualità internazionale, valorizzazione delle competenze e dei dati, e apertura verso l'ecosistema industriale e formativo. In particolare, l'infrastruttura potenziata grazie a NAUTILUS sarà in grado di:

- Attrarre nuovi finanziamenti attraverso la partecipazione a progetti europei e internazionali, con particolare riferimento a programmi come Horizon Europe, Digital Europe, il Fondo per l'Innovazione, e iniziative congiunte legate al Green Deal e alle missioni europee in ambito clima, oceani e digitalizzazione.
- Ospitare attività di ricerca terze mediante modalità di accesso competitivo, garantendo l'uso dell'infrastruttura da parte di ricercatori esterni italiani e stranieri, in linea con le pratiche già consolidate nel panorama ESFRI e con i principi di accesso aperto e trasparente. Tali accessi potranno generare ritorni economici diretti sotto forma di contributi in-kind, fee di utilizzo o cofinanziamenti progettuali.
- Rafforzare il ruolo dell'IR come partner di riferimento per le imprese nel testing e validazione di tecnologie per ambienti estremi (deep sea electronics, sensori marini, materiali high performance), aprendo la strada a forme di collaborazione pubblico-private che includano contratti di servizio, accordi di trasferimento tecnologico e licenze d'uso di know-how o software.
- Valorizzare i dati generati dall'infrastruttura (neutrini, geofisica, oceanografia, acustica subacquea, cambiamento climatico) attraverso la loro disponibilità interoperabile secondo i principi FAIR. Ciò renderà KM3NeT un nodo scientifico strategico in reti internazionali (GEO, Copernicus, EOSC), potenzialmente destinatario di fondi legati alla gestione e valorizzazione di big data scientifici.
- Potenziare le attività di formazione e alta specializzazione, anche in collaborazione con enti terzi e industrie, mediante percorsi finanziati (dottorati industriali, assegni di ricerca cofinanziati, programmi Erasmus+ e Marie Curie), che garantiscono un flusso costante di risorse economiche e capitali umani verso la gestione e lo sviluppo dell'IR.
- Favorire il consolidamento di startup e spinoff nate dall'infrastruttura, capaci di intercettare fondi privati o pubblici (venture capital, fondi per l'innovazione, bandi regionali S3), che potranno generare ritorni economici anche in termini di licenze, royalties e nuove opportunità industriali collegate alla filiera tecnologica dell'infrastruttura. Nel complesso, l'infrastruttura potenziata da NAUTILUS potrà contare su una diversificazione delle fonti di ricavo basata su elementi strutturali già in essere (partecipazione a collaborazioni internazionali, capacità progettuale, accesso competitivo) e su nuovi strumenti di innovazione, trasferimento tecnologico e apertura industriale introdotti dal progetto stesso. Questi fattori concorreranno a garantire la sostenibilità economica dell'infrastruttura a lungo termine, in linea con gli obiettivi del PN RIC 2021–2027 e con le priorità della programmazione europea in ambito ricerca, innovazione e sviluppo territoriale.

➤ **11C19: Costi annui previsti per la gestione delle IR**

L'infrastruttura di ricerca su cui si basa il progetto NAUTILUS è il telescopio sottomarino KM3NeT, localizzato a 3.500 metri di profondità nel Mar Ionio e gestito operativamente dal Laboratorio Nazionale del Sud (INFN-LNS). Si tratta di un'infrastruttura già esistente, attiva e pienamente funzionante, dotata di una governance consolidata, con strumenti organizzativi e finanziari idonei a garantirne il funzionamento ordinario e l'evoluzione scientifica e tecnologica. I costi annui di gestione dell'infrastruttura ammontano complessivamente a circa 2,5 milioni di euro, come già discusso nel precedente progetto nazionale di potenziamento (KM3NeT4RR). Tali costi includono:

- la manutenzione ordinaria delle Detection Units e dei moduli sottomarini;
- il funzionamento del laboratorio di terra (power, monitoraggio, telecomunicazioni);
- la gestione dei sistemi di acquisizione, archiviazione e trasmissione dati;
- le operazioni di supporto marino (logistica, tecnologie di imbarco e ROV);
- le attività di controllo qualità, calibrazione e manutenzione predittiva;
- il personale tecnico e amministrativo dedicato alla gestione operativa.

Il piano di sostenibilità pluriennale dell'INFN prevede la copertura di tali costi tramite finanziamenti istituzionali nazionali, fondi strutturali europei e partecipazione a programmi internazionali competitivi (es. Horizon Europe, Digital

Europe, ecc.). Inoltre, l'infrastruttura beneficia della partecipazione a consorzi europei, come il consorzio KM3NeT, che contribuiscono sia con risorse umane sia con capacità di cofinanziamento operativo. L'incremento infrastrutturale previsto da NAUTILUS — basato su soluzioni ad alta efficienza energetica e con lunghissimo ciclo di vita (oltre 20 anni senza necessità di manutenzione) — non comporterà un aumento significativo dei costi di gestione ordinaria, ma al contrario contribuirà a migliorarne la sostenibilità nel medio-lungo periodo. In particolare, l'installazione del nuovo nodo elettro-ottico avanzato consentirà un monitoraggio più efficiente, una maggiore disponibilità operativa e una significativa riduzione dei guasti e delle operazioni di intervento straordinario. In conclusione, la struttura organizzativa e finanziaria su cui si poggia NAUTILUS è già ampiamente rodada, sostenibile, e compatibile con i requisiti richiesti per le Infrastrutture di Ricerca del PN RIC 2021–2027.

RISPETTO DEL PRINCIPIO DNSH (ARTICOLO 17 DEL REGOLAMENTO (UE) 2020/852)

➤ 11C20: Verifica del rispetto del principio DNSH.

Il progetto di ricerca riguarda il potenziamento dell'infrastruttura scientifica sottomarina per l'osservazione di neutrini cosmici ad alta energia, tramite l'installazione di un nodo elettro-ottico avanzato e di nuove unità di rilevazione, nonché il rafforzamento delle infrastrutture di supporto a terra. L'intervento è finalizzato a garantire la piena operatività a lungo termine del telescopio sottomarino e a potenziare le capacità di ricerca nel campo dell'astrofisica multi-messaggera e del monitoraggio ambientale marino. Il progetto non prevede attività rientranti tra i settori esclusi legati alla cosiddetta "brown R&I", nonché in nessuna delle attività richiamate dal Regolamento (UE) 2021/1058 all'Articolo 7 "Attività escluse dal finanziamento FESR rilevanti per il rispetto del Principio DNSH". Il progetto prevede prevalentemente interventi immateriali e materiali quali acquisti di apparecchiature scientifiche ed ITC (TI02 "Acquisto e utilizzo di macchinari, attrezzature, apparecchiature elettriche ed elettroniche") e non sono ad oggi previsti interventi riconducibili alla categoria TI03 "Cantieri e opere murarie (realizzazione, riqualificazione, potenziamento di edifici)". Pertanto, gli acquisti avverranno in linea con la Guida Operativa DNSH, i CAM e i GPP UE e sarà prestata la massima attenzione all'efficienza energetica, nonché al rispetto della normativa ambientale, quale a titolo esemplificativo Regolamento (CE) n.1907/2006 (REACH), Direttiva 2011/65/EU e ss.m.i. (RoHS), Direttiva 2014/30/UE e ss.m.i. (Compatibilità elettromagnetica), Direttiva 2009/125/CE (Ecodesign), Decreto Legislativo 14 marzo 2014, n. 49 (RAEE). Qualora si dovessero rendere necessari interventi infrastrutturali o su opere murarie, gli stessi non comporteranno la realizzazione di nuove costruzioni e le lavorazioni saranno svolte nel rispetto dei CAM e, ove applicabile, volte all'efficientamento energetico. Saranno inoltre perseguiti gli obiettivi dell'immunizzazione degli effetti del clima, coerentemente con quanto stabilito dal Regolamento (UE) 2021/1060 e in coerenza con la Comunicazione della Commissione Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027 (2021/C 373/01). A tal fine, saranno adottate tutte le misure necessarie per garantire la resa a prova di clima, integrando misure di mitigazione dei cambiamenti climatici e di adattamento ad essi nello sviluppo di eventuali progetti infrastrutturali.

➤ 11C21: Rappresentazione dei fattori di rischio e azioni di mitigazione previste

Il progetto NAUTILUS, pur partendo da basi tecnologiche consolidate e da esperienze pregresse di successo (PACK-PON, IDMAR, KM3NeT4RR), riconosce l'importanza di un'accurata gestione dei rischi, sia tecnici che economico-finanziari, per garantire il raggiungimento degli obiettivi nei tempi e nei costi previsti. Tra i principali rischi tecnici, si evidenziano: • possibili criticità nella produzione e validazione di componenti ad alta complessità per ambienti sottomarini; • rischi legati alle operazioni di installazione e collaudo in mare profondo; • problematiche di integrazione tra nuovi moduli e infrastruttura esistente. Le azioni di mitigazione prevedono: l'impiego di fornitori già qualificati, test di pre-validazione in ambienti simulati, pianificazione dettagliata delle campagne marine con supporto ROV e nave attrezzata, utilizzo di architetture modulari e interoperabili. Dal punto di vista economico-finanziario, i rischi includono eventuali sovraccosti, slittamenti temporali o tensioni nei flussi di cassa. A ciò si risponde con una struttura di budget flessibile, riserve tecniche per coprire imprevisti, contrattualistica a prezzo fisso ove possibile, e l'eventuale attivazione di risorse INFN a garanzia. Il monitoraggio continuo dei rischi sarà garantito da strumenti digitali di project management, milestone intermedi e revisioni tecniche periodiche. La governance del progetto assicura un presidio costante e un sistema di escalation efficace per l'attivazione tempestiva delle azioni correttive.

Descrivere

- i fattori di rischio legati alle attività progettuali e le misure di mitigazione finalizzate al rispetto del principio DNSH nell'attuazione del progetto
- le prescrizioni del Rapporto Ambientale del PN RIC che saranno adottate;
- gli standard di settore e la normativa ambientale che saranno applicati

2000 car.

OBIETTIVI E FINALITÀ DEL PROGETTO

➤ 11C22: Obiettivo e finalità del progetto in coerenza con gli interventi proposti

NAUTILUS (Neutrino Astronomy Undersea enabled by Technology & Innovation for Long-term Universe Studies) è un progetto strategico di potenziamento e innovazione dell'infrastruttura di ricerca KM3NeT, con l'obiettivo di rafforzare il ruolo dell'Italia nel campo dell'astrofisica dei neutrini e della ricerca interdisciplinare in ambiente marino profondo. Il progetto si colloca pienamente nell'ambito delle priorità della SNSI (Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente), in particolare nel dominio "Aerospazio" e nelle traiettorie tecnologiche relative a "Spazio profondo e osservazione dell'Universo", oltre che nel dominio "Blue Economy", grazie all'interazione con il sistema marino e al trasferimento tecnologico. 1. Obiettivi generali Il progetto mira a:

- Rafforzare le infrastrutture di ricerca italiane dedicate allo studio dei neutrini di origine cosmica, contribuendo al completamento e potenziamento della rete sottomarina KM3NeT.
- Promuovere l'eccellenza scientifica mediante l'installazione di avanzati strumenti di rilevazione in ambiente estremo, con tecnologie di frontiera e architetture modulari interoperabili.
- Integrare e valorizzare la dimensione transdisciplinare dell'infrastruttura, che abilita ricerche congiunte nei campi dell'astrofisica, oceanografia, climatologia, geofisica e tecnologie sottomarine.
- Sostenere la transizione ecologica e la sostenibilità ambientale, con pieno rispetto dei criteri DNSH e Climate Proofing, sviluppando soluzioni a basso impatto, ad alta efficienza energetica e compatibili con gli ecosistemi marini.
- Favorire l'impatto sul territorio e sul sistema imprenditoriale, attraverso la collaborazione con imprese tecnologiche, attività di trasferimento tecnologico, e iniziative di formazione e reclutamento di personale altamente specializzato.

2. Finalità specifiche e coerenza con gli interventi

2.1 Realizzazione e potenziamento dell'infrastruttura sottomarina Il cuore tecnologico del progetto consiste nella realizzazione e messa in opera di un nodo elettro-ottico sottomarino avanzato, in grado di distribuire potenza e dati a più di 3.500 metri di profondità. Questo nodo rappresenta un salto qualitativo nell'infrastruttura KM3NeT, sia in termini di capacità di espansione futura che di affidabilità, flessibilità e resilienza. Contemporaneamente, il progetto prevede l'installazione di cinque nuove Detection Units (DU), strutture flessibili ancorate al fondale e dotate di fotorivelatori (PMT) ad alta sensibilità, in grado di registrare segnali di neutrini con precisione temporale e spaziale estremamente elevata. L'attività implica una filiera ingegneristica completa: dalla progettazione alla validazione, dall'integrazione in laboratorio all'installazione in mare, con il supporto di veicoli ROV e navi specializzate.

2.2 Sviluppo di tecnologie innovative e sensoristica avanzata Un asse fondamentale del progetto riguarda l'implementazione di sistemi di monitoraggio ambientale marino che integrano tecnologie per la misura della temperatura, salinità, velocità del suono e altri parametri oceanografici. Questi sistemi saranno co-localizzati con i moduli di rilevazione dei neutrini, garantendo un'osservazione sinergica multimodale, a beneficio della fisica e delle scienze marine. Tra gli sviluppi previsti rientrano:

- sensori ad alta precisione e lunga durata,
- ottimizzazione dei sistemi di trasmissione dati su lunga distanza,
- gestione energetica intelligente tramite interfacce programmabili,
- soluzioni di ingegneria meccanica e ottica adattate all'ambiente sottomarino.

2.3 Valorizzazione del capitale umano e formazione NAUTILUS prevede attività di reclutamento e formazione rivolte a personale tecnico-scientifico altamente qualificato, con percorsi specifici su tecnologie sottomarine, data analysis, elettronica avanzata, e project management in ambienti complessi. Queste azioni includono:

- coinvolgimento di dottorandi e post-doc,
- creazione di moduli didattici ad hoc in collaborazione con università e ITS,
- training-on-the-job presso i laboratori LNS, CAPACITY e altri nodi KM3NeT,
- partecipazione a campagne di installazione e test in mare.

L'investimento sul capitale umano mira a generare un effetto sistemico di lungo termine, potenziando le competenze nel Mezzogiorno e favorendo la nascita di nuove professionalità richieste dalla blue economy e dal settore spaziale.

2.4 Collaborazione con le imprese e trasferimento tecnologico Uno degli obiettivi chiave è rafforzare la cooperazione con il sistema produttivo, promuovendo l'interazione con imprese ad alta tecnologia nella realizzazione di componenti critici, nello sviluppo di soluzioni custom e nella fornitura di servizi specialistici per le operazioni offshore. Il progetto prevede:

- gare pubbliche con criteri di qualità tecnologica e innovazione,
- co-sviluppo di prototipi con PMI e start-up innovative,
- apertura dell'infrastruttura a utilizzi condivisi (Open Science & Open Technology),
- mappatura e attivazione di potenziali ricadute brevettuali o spin-off.

Queste azioni generano un impatto diretto sul tessuto industriale,

con particolare attenzione al Sud Italia, favorendo l'innesto di una filiera tecnologica avanzata. 2.5 Comunicazione, divulgazione e impatto sul territorio NAUTILUS integra una forte componente di comunicazione scientifica e outreach, finalizzata a coinvolgere scuole, cittadinanza e attori locali. Verranno realizzati modelli in scala ridotta dell'apparato, pannelli esplicativi, e strumenti multimediali portatili che permettano di raccontare la fisica dei neutrini, l'ambiente marino profondo, le tecnologie impiegate e le opportunità di formazione. Le attività sono concepite per: • valorizzare il ruolo del Sud Italia nella ricerca scientifica internazionale, • rafforzare l'awareness pubblica sui temi della sostenibilità, dell'innovazione e dell'esplorazione dell'universo, • favorire l'orientamento scientifico delle nuove generazioni, in particolare nei territori coinvolti (Campania, Emilia-Romagna, Puglia e Sicilia. 3. Coerenza con priorità nazionali ed europee NAUTILUS risponde pienamente alle priorità individuate dalla SNSI, al Programma Nazionale per la Ricerca, alla strategia EUSAIR per l'area Adriatico-Ionica e agli obiettivi del Piano Nazionale Complementare al PNRR. In particolare: • contribuisce al rafforzamento dell'autonomia strategica europea nell'accesso allo spazio e nell'osservazione dell'universo, • sostiene le infrastrutture di ricerca come pilastri dell'Ecosistema Europeo della Ricerca (ERA), • è conforme agli obiettivi del Green Deal e della Digital Transition, integrando sostenibilità ambientale e innovazione digitale, • promuove la coesione territoriale e il riequilibrio Nord-Sud. 4. Originalità, unicità e rilevanza scientifica Il progetto presenta elementi di unicità sia per le tecnologie sviluppate che per l'ambiente operativo (mare profondo oltre i 3.500 m). La combinazione di astrofisica, ingegneria sottomarina, sensoristica, sostenibilità e data science, rende NAUTILUS un progetto transdisciplinare e di riferimento nel panorama europeo. La sinergia tra ricerca fondamentale e applicazioni concrete, tra scienza e impresa, tra formazione e valorizzazione del capitale umano, ne fa un'iniziativa di eccellenza.

Descrivere l'obiettivo e le finalità del progetto in coerenza con gli interventi proposti in coerenza con quanto previsto all'art. 6 dell'Avviso:

- » **a.1** interventi per la realizzazione o ampliamento di facilities e risorse per la ricerca, intese come l'insieme integrato di spazi, strutture e dotazioni materiali e immateriali dedicati all'attività scientifica, comprensivi di:
 - unità operative e nodi distribuiti, fisicamente localizzati o virtuali;
 - infrastrutture fisiche e laboratoriali;
 - attrezzature scientifiche e tecnologiche;
 - strumentazioni specialistiche;
 - sistemi e piattaforme digitali e/o protocolli per la sicurezza e la cybersecurity;
 - apparecchiature per la ricerca;
 - sistemi informatici e software specialistici;
 - impianti, inclusa edilizia ed opere edili rispondenti alle linee guida DNSH.

Tali facilities e risorse per la ricerca devono essere ulteriori e aggiuntive rispetto a quelle già esistenti presso l'Infrastruttura di Ricerca, strettamente funzionali al progetto di potenziamento e finalizzate a supportare l'attività di ricerca, l'innovazione e il trasferimento tecnologico.

- » **a.2** interventi per la realizzazione di interventi di adeguamento strutturale e impiantistico delle suddette Facilities e risorse per la ricerca;
- » **a.3** interventi per il reclutamento di personale;
- » **a.4** interventi per lo sviluppo di procedure gestionali e amministrative per l'efficientamento dei servizi;
- » **a.5** interventi per l'implementazione di sistemi di monitoraggio e valutazione delle performance da intendersi secondo almeno uno dei seguenti esempi applicativi, qui riportati a titolo esemplificativo:
 - Performance dell'infrastruttura (es. Efficienza operativa delle apparecchiature; Disponibilità e tempi di utilizzo; Affidabilità dei sistemi; Capacità di elaborazione dati.);
 - Performance scientifica (es. Output di ricerca prodotti; Numero di esperimenti/analisi condotti; Qualità dei dati generati; Impatto scientifico delle ricerche svolte);

- *Performance organizzativa: (es. Efficienza nella gestione delle risorse; Capacità di servizio agli utenti; Tempi di risposta alle richieste; Gestione delle prenotazioni e dell'accesso);*
 - *Performance economica: (es. Sostenibilità finanziaria, Avanzamento della spesa e della rendicontazione; Efficienza nell'uso delle risorse).*
 - » **a.6** *interventi per la creazione di reti tematiche o multidisciplinari tra IR e/o Organismi di Ricerca mirate: (e/o):*
 - *allo sviluppo di piattaforme comuni per la condivisione e gestione dei dati secondo i principi FAIR;*
 - *all'implementazione di protocolli e standard comuni per l'interoperabilità dei dati;*
 - *alla condivisione e standardizzazione di metodologie e procedure operative;*
 - *allo sviluppo di servizi integrati di accesso alle facilities;*
 - *alla realizzazione di iniziative per l'internazionalizzazione delle reti;*
 - *allo sviluppo di strumenti comuni per la disseminazione e il public engagement.*
- 16000 car.

D - ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO; WORKPACKAGE, ATTIVITÀ, OBIETTIVI REALIZZATIVI, OBIETTIVI INTERMEDI, UNITÀ OPERATIVE COINVOLTE, ELEMENTI PER IL MONITORAGGIO

11D1 ARTICOLAZIONE DI DETTAGLIO DEL PROGETTO

Descrivere:

- *gli obiettivi realizzativi*
- *gli obiettivi intermedi (titolo, descrizione, elenco dei prodotti e dei deliverables)*
- *individuazione degli indicatori misurabili e del metodo di quantificazione per il monitoraggio dello stato di avanzamento e la verifica dell'effettivo raggiungimento dell'obiettivo/WP*
- *le attività di ricerca industriale e di sviluppo sperimentale (titolo, descrizione, mese di avvio, durata)*
- *i soggetti che svolgono le attività e che conseguono gli obiettivi (Unità Operative)*
- *la tempistica di realizzazione associata a ciascuna attività (mese di avvio, durata)*
- *sintesi delle attività,*

16000 car.

Per ogni WP:

➤ **11D1.1: ID Numerico WP**

WP01

➤ **11D1.2: Titolo del WP.**

Management del progetto

➤ **11D1.3: Acronimo del WP**

WP01

➤ **11D1.4: Mese di avvio del WP**

1

➤ **11D1.5: Durata del WP (mesi)**

30

➤ **11D1.6: Referente Scientifico del WP Leader - Nazionalità**

Italiana

➤ **11D1.7: Referente Scientifico del WP Leader – Nome**

Pasquale

➤ **11D1.8: Referente Scientifico del WP Leader - Cognome**

Migliozzi

➤ **11D1.9: Referente Scientifico del WP Leader - Codice Fiscale**

MGLPQL69H15B781L

➤ **11D1.10: Referente Scientifico del WP Leader - E-Mail (non PEC)**

pasquale.migliozzi@na.infn.it

➤ **11D1.11: Referente Scientifico del WP Leader - Telefono**

3208853966

➤ **11D1.12: Sintesi delle attività del WP**

Il WP01 ha la responsabilità della gestione complessiva del progetto, garantendo il coordinamento tecnico, amministrativo, finanziario e scientifico delle attività e assicurando la piena conformità con le disposizioni normative e regolamentari, incluso il rispetto dei principi etici, legali e ambientali previsti dal Decreto Direttoriale n. 310 del 18-03-2025 nell'ambito del PN-RIC 2021/27. L'attività del WP01 si articola in quattro macro-aree operative: 1. Pianificazione, gestione operativa e gestione del rischio Nella fase iniziale del progetto verrà elaborato il Project Management Plan, che definirà ruoli, responsabilità, scadenze e strumenti di monitoraggio, al fine di assicurare un'attuazione efficace e coordinata di tutte le Work Package. Verranno predisposti modelli e strumenti operativi per la gestione quotidiana del progetto e per la tracciabilità delle attività. A supporto della pianificazione verranno sviluppate metodologie per la gestione dei rischi, con identificazione dei fattori critici, valutazione dell'impatto potenziale e definizione delle misure di mitigazione, da applicare sia su scala scientifica che gestionale. 2. Monitoraggio amministrativo e rendicontazione finanziaria Il WP01 fornirà supporto strutturato alle attività di rendicontazione, attraverso la predisposizione di: • un modello standard per la rendicontazione finanziaria, da utilizzare per le richieste di rimborso e per la documentazione da inviare al MUR; • report periodici di monitoraggio, incentrati sull'avanzamento fisico e finanziario del progetto; • analisi dettagliate degli indicatori strategici e operativi; • report di verifica sullo stato di conseguimento degli obiettivi intermedi. Tutti i dati raccolti saranno utilizzati per verificare la coerenza tra avanzamento tecnico-scientifico, quadro finanziario e tempistiche progettuali. 3. Conformità legale, etica e ambientale In coerenza con le prescrizioni del Decreto Direttoriale, il WP01 curerà l'analisi dei riferimenti giuridici ed etici rilevanti per il progetto. Particolare attenzione sarà dedicata al rispetto del principio DNSH (Do No Significant Harm), alla parità di genere, alla tutela della disabilità, alla trasparenza e alla prevenzione dei conflitti di interesse. Verranno prodotti documenti di analisi della conformità normativa, anche in vista delle verifiche di audit e dei controlli di primo e secondo livello da parte delle autorità competenti. 4. Valutazione degli impatti scientifici, economici e sociali Il WP01 avrà il compito di monitorare e valutare gli impatti generati dal progetto, in termini di: • produzione scientifica; • ricadute economiche e tecnologiche sul territorio e sul sistema produttivo; • benefici per la società e per gli stakeholder. Saranno inoltre predisposti report periodici sugli output e gli impatti, integrati con dati quantitativi e qualitativi. Struttura di governance e organi di coordinamento Per garantire una gestione efficace e snella del progetto, il WP01 prevede l'istituzione di due organi specifici: • Comitato dei Referenti Amministrativi delle UO Presieduto dal Responsabile Amministrativo del progetto, dai Referenti Amministrativi delle UO, dal Coordinatore Scientifico e dal Manager dell'Infrastruttura. Il responsabile del WP01 partecipa come uditor. Il Comitato ha il compito di monitorare l'avanzamento finanziario del progetto, la congruenza delle procedure amministrative con i vincoli temporali e di budget, e

l'allineamento tra le attività scientifiche e quelle contabili. Le riunioni si svolgeranno con cadenza almeno bimestrale e il Comitato resterà in carica fino alla conclusione della rendicontazione. • Comitato dei Coordinatori Scientifici Presieduto dal Coordinatore Scientifico del progetto, il Manager dell'Infrastruttura e i Responsabili Scientifici delle UO. Anche in questo caso, il leader del WP01 partecipa come uditor. Il Comitato avrà il compito di verificare l'attuazione scientifica e tecnologica del progetto, con attenzione all'uso efficiente delle risorse, all'identificazione dei rischi e alle azioni correttive da adottare. Le riunioni si svolgeranno almeno ogni tre mesi e il Comitato rimarrà in carica fino al termine del progetto. Il WP01 rappresenta dunque l'asse portante dell'organizzazione progettuale, responsabile del coordinamento trasversale tra le diverse componenti, della coerenza tra scelte strategiche e attuazione operativa, nonché del rispetto delle condizioni normative e finanziarie poste dal finanziamento.

➤ **11D1.13: Obiettivi realizzativi attesi dal WP**

Gli obiettivi realizzativi attesi di WP01 sono: 1. Predisposizione e aggiornamento del Project Management Plan • Elaborare il documento di pianificazione generale del progetto, comprensivo di cronoprogramma, struttura organizzativa, ruoli e responsabilità, flussi decisionali e strumenti di controllo. 2. Sviluppo e diffusione degli strumenti operativi per la gestione del progetto • Fornire modelli condivisi per la gestione quotidiana delle attività (modelli di pianificazione, reportistica, tracciamento attività, strumenti collaborativi). 3. Implementazione di un sistema di gestione dei rischi • Definire una metodologia per l'identificazione, valutazione e mitigazione dei rischi, con aggiornamenti periodici e integrazione nei processi decisionali. 4. Creazione e gestione dei modelli di rendicontazione amministrativa e finanziaria • Elaborare template uniformi per la rendicontazione, coerenti con le richieste del MUR, e supportare le Unità Operative nella loro corretta applicazione. 5. Monitoraggio dell'avanzamento fisico e finanziario del progetto • Produrre report periodici su stato di avanzamento, indicatori di realizzazione, coerenza temporale ed economica, con segnalazione di eventuali scostamenti. 6. Controllo del rispetto dei principi etici, normativi e DNSH • Elaborare analisi specifiche sulla conformità legale, etica e ambientale del progetto e monitorare il rispetto dei principi trasversali (parità, inclusione, sostenibilità). 7. Valutazione degli impatti scientifici, economici e sociali • Produrre report periodici sugli output del progetto (pubblicazioni, brevetti, tecnologie, formazione, ricadute territoriali), basati su indicatori condivisi. 8. Elaborazione e aggiornamento del modello di rete del progetto • Mappare e rappresentare le relazioni funzionali tra partner, flussi di attività e collaborazioni, con aggiornamenti a ogni fase significativa del progetto. 9. Coordinamento delle attività di governance attraverso i comitati preposti • Costituire e gestire il Comitato dei Referenti Amministrativi e il Comitato dei Coordinatori Scientifici, garantendo regolare convocazione, verbali e follow-up delle decisioni. 10. Supporto alla comunicazione interna e al flusso informativo tra i partner • Favorire una comunicazione efficiente tra Unità Operative, anche mediante strumenti digitali e riunioni periodiche di avanzamento.

➤ **11D1.14: Finalità del WP**

Il WP01 garantisce la gestione integrata e trasparente del progetto, coordinando le Unità Operative, monitorando l'avanzamento fisico, finanziario e temporale, e assicurando la conformità alle norme e ai principi del PNRR, inclusi DNSH e parità di genere. Gestisce i rischi, supporta le decisioni strategiche, valuta gli impatti scientifici, economici e sociali, coordina i comitati di governance e promuove la condivisione delle conoscenze.

➤ **11D1.15: UO partecipanti al WP**

LABORATORI NAZIONALI Del SUD

➤ **11D1.16: Criteri di scelta delle Unità Operative**

Le unità operative del WP01 sono state selezionate per la comprovata esperienza nella gestione di progetti finanziati con fondi nazionali (es. PACK-PON, KM3NeT4RR), regionali (IDMAR) ed europei (INFRADEV). Le UO INFN-NA e INFN-LNS hanno dimostrato competenze consolidate sia nella fase di procurement sia nella rendicontazione, garantendo affidabilità amministrativa e operativa nell'attuazione del progetto.

➤ **11D1.17: Elementi per la Valutazione dell'idoneità complessiva del budget previsto per il WP al fine di confermarne la congruità**

Per garantire un supporto tecnico-amministrativo di elevata qualità al progetto NAUTILUS, si prevede il reclutamento di un Infrastructure Manager secondo il profilo descritto in questo progetto. La figura dell'Infrastructure Manager è stata concepita come una posizione di alto profilo. Tale scelta risponde alla necessità di assicurare un livello di competenze adeguato alla complessità del progetto e di mantenere una competitività attrattiva rispetto al settore privato. In tal senso, il relativo inquadramento economico è stato definito in coerenza con le Tabelle Standard di Costi Unitari (TSCU) per la rendicontazione delle spese del personale nei progetti di ricerca, sviluppo e innovazione (D.I. n. 116 del 24/01/2018 – Nota metodologica di aggiornamento).

➤ **11D1.18: Indicatori per la valutazione dello stato di avanzamento del WP per il monitoraggio e la valutazione finale ultimo campo all'ultima posizione**

I-1.1 – Disponibilità e aggiornamento del Project Management Plan

➤ **11D1.1: ID Numerico WP**

WP02

➤ **11D1.2: Titolo del WP.**

Upgrade infrastruttura di terra

➤ **11D1.3: Acronimo del WP**

WP02-OnShore

➤ **11D1.4: Mese di avvio del WP**

1

➤ **11D1.5: Durata del WP (mesi)**

30

➤ **11D1.6: Referente Scientifico del WP Leader - Nazionalità**

Italiana

➤ **11D1.7: Referente Scientifico del WP Leader – Nome**

Pasquale

➤ **11D1.8: Referente Scientifico del WP Leader - Cognome**

Migliozzi

➤ **11D1.9: Referente Scientifico del WP Leader - Codice Fiscale**

MGLPQL69H15B781L

➤ **11D1.10: Referente Scientifico del WP Leader - E-Mail (non PEC)**

pasquale.migliozzi@na.infn.it

➤ **11D1.11: Referente Scientifico del WP Leader - Telefono**

3208853966

➤ **11D1.12: Sintesi delle attività del WP**

Il WP02 prevede una serie di interventi coordinati volti al rafforzamento delle infrastrutture tecniche e logistiche fondamentali per l'esperimento KM3NeT, distribuiti tra le sedi INFN di Napoli e dei Laboratori Nazionali del Sud, con la collaborazione di INFN-BO. Presso INFN-NA, che ha la responsabilità del laboratorio CAPACITY, saranno realizzati importanti lavori di adeguamento per garantire condizioni ottimali durante le attività di calibrazione e integrazione dei rivelatori. In particolare, saranno effettuati interventi di isolamento acustico e climatico nelle aree che ospitano la camera iperbarica e la camera climatica, così da assicurare stabilità ambientale durante i test di precisione. Verranno inoltre installati pannelli oscuranti per ridurre l'inquinamento luminoso durante le misure ottiche e applicata una resina anti-polvere ai pavimenti per limitare la presenza di particolato, elemento critico nella gestione di dispositivi sensibili come i fotorivelatori. È previsto anche l'adeguamento della sala riunioni del laboratorio, che sarà dotata di un moderno impianto audio-video e di un sistema di trattamento acustico per facilitare il coordinamento con i partner di progetto. A supporto dell'integrazione dei rivelatori, INFN-NA curerà anche l'ampliamento delle dotazioni strumentali. Saranno acquistati gruppi di continuità (UPS) per proteggere le apparecchiature da interruzioni di corrente, nuovi channel checker per garantire la continuità del processo di test sui canali PMT, e un cobot collaborativo in grado di eseguire la mappatura tridimensionale delle superfici fotocatodiche, migliorando significativamente la ripetibilità e l'efficienza delle attività di caratterizzazione. Sempre sotto la responsabilità di INFN-NA, lo European Central Storage (ECS), centro logistico della collaborazione KM3NeT in Europa, sarà oggetto di un potenziamento strutturale. Gli interventi comprenderanno l'installazione di scaffalature professionali per il deposito sicuro dei componenti, l'acquisizione di attrezzature per la movimentazione dei materiali e l'introduzione di sistemi digitali per l'inventario basati su codici a barre e RFID. Saranno inoltre predisposte postazioni ergonomiche per la validazione e la preparazione dei kit di integrazione, al fine di ottimizzare i flussi di lavoro, ridurre i tempi e minimizzare il rischio di errori. Per quanto riguarda INFN-LNS, il WP02 prevede un importante intervento di potenziamento della stazione a terra di Portopalo di Capo Passero, punto nevralgico per le operazioni sottomarine e la raccolta dei dati scientifici. Sarà rafforzato il centro di calcolo mediante l'installazione di nuovi server, dispositivi di storage, switch di rete e un firewall di ultima generazione per garantire la sicurezza delle comunicazioni. Verranno inoltre sostituiti i PC obsoleti della sala controllo e installati gruppi di continuità per assicurare la protezione delle apparecchiature durante eventuali blackout. Un nuovo sistema di videoconferenza permetterà una gestione più efficace delle operazioni a distanza, in particolare durante le campagne in mare. Infine, il WP02 prevede attività specifiche a INFN-BO, dove il laboratorio BB-LAB sarà il punto di partenza per lo sviluppo, la validazione e l'ottimizzazione del sistema di acquisizione dati (DAQ) per il rivelatore ARCA. I lavori comprenderanno la scrittura e verifica del firmware per l'elettronica di lettura, l'ottimizzazione del sistema di temporizzazione White Rabbit, l'integrazione del software di controllo e l'implementazione di sistemi per il monitoraggio ambientale marino, con particolare attenzione alla misura della velocità del suono, della temperatura e della salinità in profondità. Dopo questa fase, il sistema sarà trasferito e implementato presso i siti di integrazione e infine installato nella stazione di Portopalo. Nel complesso, il WP02 rappresenta un intervento strategico per garantire qualità, efficienza e affidabilità nelle attività di test, integrazione, acquisizione e gestione logistica all'interno della collaborazione KM3NeT.

➤ **11D1.13: Obiettivi realizzativi attesi dal WP**

Il WP02 ha come obiettivo principale il rafforzamento e l'adeguamento delle infrastrutture tecniche e logistiche che costituiscono l'ossatura operativa della collaborazione KM3NeT. La sua missione è duplice: da un lato, garantire condizioni ottimali per l'esecuzione di attività sperimentali complesse come l'integrazione e la calibrazione dei rivelatori; dall'altro, assicurare la piena funzionalità delle strutture di supporto alla logistica e all'acquisizione dati, sia a terra che nei laboratori specializzati. Uno degli obiettivi chiave del WP02 è l'ammodernamento del laboratorio CAPACITY, afferente a INFN-NA, per renderlo un ambiente pienamente controllato e idoneo a ospitare test di alta precisione su componenti sensibili come i fotorivelatori. Gli interventi mirano a garantire la stabilità ambientale, la protezione da interferenze luminose e acustiche, e la riduzione della contaminazione da polveri sottili, tutti elementi essenziali per salvaguardare l'affidabilità delle misure ottiche e la qualità dei processi di integrazione. A questo si affianca il potenziamento delle dotazioni strumentali, con l'introduzione di sistemi automatizzati e ridondanti per aumentare la produttività, ridurre il margine d'errore e assicurare la continuità operativa anche in caso di guasti o interruzioni di corrente. Un ulteriore obiettivo riguarda l'efficientamento dello European Central Storage, anch'esso sotto la responsabilità di INFN-NA. Qui, l'attenzione è rivolta alla tracciabilità, alla sicurezza e alla gestione efficiente dei componenti destinati all'integrazione. L'adeguamento delle strutture logistiche e l'introduzione di strumenti digitali avanzati permetteranno di ridurre i tempi di preparazione, migliorare il controllo qualità e sostenere in maniera più efficace la catena di approvvigionamento, che è

cruciale per il rispetto delle tempistiche di dispiegamento in mare. Sul versante operativo, il WP02 si pone l'obiettivo di consolidare e potenziare la stazione a terra di Portopalo di Capo Passero, gestita dai Laboratori Nazionali del Sud (INFN-LNS). L'intervento punta a rendere la stazione più resiliente, sicura ed efficiente nel trattamento e nell'archiviazione dei dati provenienti dal rivelatore sottomarino. In particolare, il rinnovo del centro di calcolo e delle postazioni di controllo, unito all'adozione di sistemi di protezione e di comunicazione all'avanguardia, consentirà di sostenere volumi di dati sempre maggiori e garantire continuità nelle operazioni di monitoraggio e controllo remoto. Infine, il WP02 mira a garantire l'evoluzione e la robustezza del sistema di acquisizione dati (DAQ), attraverso attività iniziate presso INFN-BO e successivamente estese ai siti di integrazione. Lo sviluppo di firmware avanzati, l'ottimizzazione delle infrastrutture di temporizzazione e l'implementazione di strumenti per il monitoraggio ambientale permetteranno di raggiungere standard elevati in termini di sincronizzazione, precisione e affidabilità dei dati acquisiti in condizioni estreme, come quelle dei fondali marini. Questa attività prevede il reclutamento di personale altamente specializzato. In sintesi, gli obiettivi realizzativi del WP02 rispondono all'esigenza di disporre di un'infrastruttura solida, moderna e coordinata, capace di sostenere tutte le fasi operative di KM3NeT, dalla preparazione in laboratorio fino alla gestione delle operazioni in mare, contribuendo in maniera determinante alla qualità scientifica e alla sostenibilità a lungo termine del progetto.

➤ **11D1.14: Finalità del WP**

Il WP02 mira a potenziare le infrastrutture tecniche e logistiche a supporto di KM3NeT, migliorando i laboratori di integrazione e calibrazione (INFN-NA), la capacità logistica dello European Central Storage-ECS (INFN-NA), la stazione a terra di Portopalo (INFN-LNS) e l'architettura del sistema di acquisizione dati (INFN-BO), garantendo affidabilità, tracciabilità e qualità nelle attività sperimentali.

➤ **11D1.15: UO partecipanti al WP**

Sezione di Napoli, LABORATORI NAZIONALI Del SUD, Sezione di Bologna

➤ **11D1.16: Criteri di scelta delle Unità Operative**

Le tre UO sono state selezionate per le loro competenze strategiche: INFN-LNS gestisce la stazione a terra di Portopalo, cuore operativo di KM3NeT; INFN-NA coordina il laboratorio CAPACITY, principale sito di integrazione, e lo European Central Storage; INFN-BO sviluppa i sistemi di monitoraggio ambientale marino, che verranno installati nei siti di integrazione e nella stazione a terra.

➤ **11D1.17: Elementi per la Valutazione dell'idoneità complessiva del budget previsto per il WP al fine di confermarne la congruità**

Il costo delle attività comprese in questo WP è stato stimato sulla base di ricerche di mercato, che ha consentito di acquisire offerte budgetarie per i componenti non presenti a catalogo, mentre per i componenti standard è stato utilizzato il prezzo di listino disponibile. La congruità dei costi è stata valutata sulla base dei risultati delle procedure di gara espletate nell'ambito dei precedenti progetti, da ultimo KM3NeT4RR. Il costo del personale per questo WP è stato valutato secondo le tabelle standard di costi unitari (TSCU) per la rendicontazione delle spese del personale nei progetti di ricerca, sviluppo e innovazione – D.I. n. 116 del 24/01/2018 adeguate con LCI 2016 - 2022

➤ **11D1.18: Indicatori per la valutazione dello stato di avanzamento del WP per il monitoraggio e la valutazione finale ultimo campo all'ultima posizione**

I-2.1: Percentuale di contratti aggiudicati relativamente alle Attività dalla 2 alla 5. I-2.2: Completamento upgrade CAPACITY e strumentazione con report, misure e foto - Attività 2 e 3 I-2.3: Completamento upgrade ECS con report, misure e foto. - Attività 4 I-2.4: Completamento stazione a terra (Portopalo) con report, misure e foto - Attività 5

➤ **11D1.1: ID Numerico WP**

WP03

➤ **11D1.2: Titolo del WP.**

Upgrade infrastruttura sottomarina

➤ **11D1.3: Acronimo del WP**

WP03-IpIS

➤ **11D1.4: Mese di avvio del WP**

1

➤ **11D1.5: Durata del WP (mesi)**

30

➤ **11D1.6: Referente Scientifico del WP Leader - Nazionalità**

Italiana

➤ **11D1.7: Referente Scientifico del WP Leader – Nome**

Rosanna

➤ **11D1.8: Referente Scientifico del WP Leader - Cognome**

Cocimano

➤ **11D1.9: Referente Scientifico del WP Leader - Codice Fiscale**

CCMRNN75B53C351T

➤ **11D1.10: Referente Scientifico del WP Leader - E-Mail (non PEC)**

cocimano@Ins.infn.it

➤ **11D1.11: Referente Scientifico del WP Leader - Telefono**

3283318004

➤ **11D1.12: Sintesi delle attività del WP**

L'attività del WP03 si può riassumere come segue. Al fine di garantire il corretto funzionamento operativo e soddisfare gli elevati standard richiesti dall'infrastruttura per applicazioni sottomarine nei settori della fisica astroparticellare e della ricerca marina multidisciplinare, si rende necessario un intervento di potenziamento dell'infrastruttura esistente mediante la realizzazione di un Nodo per la trasmissione di potenza elettrica e la comunicazione dati ad alta velocità. Questa infrastruttura unica nel suo genere è situata nel Mar Mediterraneo, a una profondità di 3.500 metri, a circa 100 km dalla costa di Portopalo di Capo Passero (Siracusa). La vita operativa prevista del Nodo è pari a 20 anni e, considerando l'ambiente ostile in cui sarà collocato, non è previsto alcun accesso per manutenzione. Pertanto, è essenziale garantire livelli elevatissimi di qualità e affidabilità per il successo della missione. Il Nodo rappresenta un sistema all'avanguardia. Il progetto prevede la progettazione, ingegnerizzazione, produzione, realizzazione e validazione di un Nodo di distribuzione elettro-ottico, che sarà composto da: • una struttura meccanica in titanio di alta qualità, • contenitori a tenuta stagna per ospitare schede elettroniche, apparati ottici e un numero adeguato di cavi elettro-ottici di interconnessione, • connessioni per ROV (Remotely Operated Vehicle) per la trasmissione di potenza e segnale ottico verso utenti esterni. Il Nodo sarà in grado di erogare fino a 10 kW di potenza elettrica a 360–370 Vdc. L'architettura e la progettazione della struttura dovranno garantire un'installazione sicura e affidabile sul fondale marino. Il Nodo dovrà rispettare i seguenti requisiti operativi: • Durata operativa di 20 anni • Profondità di esercizio di 3.500 metri • Assenza totale di manutenzione per l'intera vita utile • Temperatura operativa di +13°C sul fondale. Sarà obbligatorio l'utilizzo di materiali di alta qualità e processi produttivi altamente controllati. Questa attività è fondamentale per assicurare una

distribuzione affidabile e ad alte prestazioni di energia elettrica, una comunicazione dati efficiente e un controllo operativo stabile dei sistemi di rivelazione sottomarini.

➤ **11D1.13: Obiettivi realizzativi attesi dal WP**

Obiettivi del WP03: Progettazione e realizzazione del Nodo di distribuzione elettro-ottico per applicazioni sottomarine 1. Sviluppare un'infrastruttura sottomarina avanzata per la distribuzione di potenza elettrica e la trasmissione dati ad alta velocità, destinata al supporto delle attività di ricerca in fisica astroparticellare e monitoraggio ambientale marino. 2. Progettare e ingegnerizzare un Nodo elettro-ottico ad alte prestazioni in grado di operare a una profondità di 3.500 metri per almeno 20 anni, senza necessità di manutenzione, garantendo massima affidabilità e sicurezza operativa. 3. Realizzare una struttura meccanica in titanio di elevata qualità, dotata di contenitori a pressione per l'alloggiamento sicuro di componenti elettronici e ottici, e predisposta per l'interconnessione tramite ROV con utenti esterni. 4. Garantire l'erogazione di potenza fino a 10 kW a 360–370 Vdc in ambiente sottomarino, attraverso un sistema robusto, efficiente e sicuro. 5. Assicurare la compatibilità del Nodo con le condizioni operative ambientali del sito di installazione (temperatura di +13°C, pressione a 3.500 m di profondità), attraverso l'impiego di materiali certificati e processi di produzione e validazione rigorosi. 6. Validare in laboratorio e in condizioni simulate tutte le funzionalità meccaniche, elettriche e ottiche del sistema, al fine di minimizzare i rischi tecnici associati all'installazione permanente sul fondale marino. Questi obiettivi sono in linea con la missione del progetto e mirano a garantire una solida infrastruttura di supporto per esperimenti scientifici in ambienti estremi, contribuendo alla sostenibilità e operatività a lungo termine del telescopio sottomarino KM3NeT e delle sue applicazioni multidisciplinari.

➤ **11D1.14: Finalità del WP**

La finalità del WP03 è quella di realizzare un nodo elettro-ottico sottomarino ad alta affidabilità per garantire, senza manutenzione, la distribuzione di potenza e comunicazione dati tra il fondo marino e la stazione di terra, a supporto delle attività scientifiche di KM3NeT e della ricerca ambientale, assicurando sostenibilità operativa e integrazione con l'infrastruttura esistente.

➤ **11D1.15: UO partecipanti al WP**

LABORATORI NAZIONALI Del SUD

➤ **11D1.16: Criteri di scelta delle Unità Operative**

INFN-LNS vanta 20 anni di esperienza in astronomia dei neutrini e rivelatori sottomarini, con ruolo chiave in progetti internazionali (ANTARES, KM3NeT, ASTERICS, ESCAPE) e finanziamenti EU e nazionali. Ha competenze in Junction Box, DWDM, elettronica di potenza, meccanica subacquea e operazioni offshore. È partner qualificato per progettare, integrare e testare un Nodo sottomarino per trasmissione elettrica e dati ad alta velocità.

➤ **11D1.17: Elementi per la Valutazione dell'idoneità complessiva del budget previsto per il WP al fine di confermarne la congruità**

Il costo di questa attività è stato stimato sulla base di una ricerca di mercato, che ha consentito di acquisire un'offerta budgetaria per i componenti non presenti a catalogo, mentre per i componenti standard è stato utilizzato il prezzo di listino disponibile. La congruità dei costi, poi, è stata valutata sulla base dei risultati di procedure di gara espletate nell'ambito dei progetti precedenti, da ultimo KM3NeT4RR.

➤ **11D1.18: Indicatori per la valutazione dello stato di avanzamento del WP per il monitoraggio e la valutazione finale ultimo campo all'ultima posizione**

I-3.1 Assegnazione commessa per la realizzazione del nodo sottomarino I-3.2 Disponibilità strutture meccaniche e sistemi di connessione I-3.3 Disponibilità schede elettronica e componenti ottici I-3.4 Disponibilità del nodo e test di accettazione finale

➤ **11D1.1: ID Numerico WP**

WP04

➤ **11D1.2: Titolo del WP.**

Upgrade telescopio sottomarino

➤ **11D1.3: Acronimo del WP**

WP04-NeuTel

➤ **11D1.4: Mese di avvio del WP**

1

➤ **11D1.5: Durata del WP (mesi)**

30

➤ **11D1.6: Referente Scientifico del WP Leader - Nazionalità**

Italiana

➤ **11D1.7: Referente Scientifico del WP Leader – Nome**

Irene

➤ **11D1.8: Referente Scientifico del WP Leader - Cognome**

Sgura

➤ **11D1.9: Referente Scientifico del WP Leader - Codice Fiscale**

SGRRNI76B46D761J

➤ **11D1.10: Referente Scientifico del WP Leader - E-Mail (non PEC)**

irene.sgura@ba.infn.it

➤ **11D1.11: Referente Scientifico del WP Leader - Telefono**

3208708855

➤ **11D1.12: Sintesi delle attività del WP**

Il Work Package 04 (WP04) ha come obiettivo la realizzazione, integrazione e installazione delle Detection Unit (DU) del telescopio sottomarino KM3NeT-ARCA, un'infrastruttura di ricerca di punta per lo studio dei neutrini astrofisici di altissima energia. Le attività previste includono: 1. Approvvigionamento e test dei componenti • Acquisto dei principali componenti necessari alla realizzazione delle DU: Photomultiplier (PMT), sfere di vetro, sistemi di galleggiamento e ancoraggio, meccanica del Base Module (BM), schede elettroniche, componenti elettro-ottici. • Test a campione sui componenti per verificarne la conformità tecnica. 2. Integrazione dei Digital Optical Module (DOM) • Coinvolgimento delle UO INFN-CT, INFN-NA. • Le attività verranno eseguite in laboratori già operativi e potenziati con WP2 e il precedente progetto KM3NeT4RR. • Richieste competenze specifiche in meccanica, elettronica e ottica, con personale opportunamente formato. 3. Integrazione dei Base Module (BM) • Attività svolta da INFN-BA, INFN-BO, INFN-LNS, INFN-NA. • Le UO dispongono di laboratori di integrazione già attivi e anch'essi potenziati con il precedente progetto KM3NeT4RR. • Anche qui sono necessarie competenze meccaniche, elettroniche e ottiche, e personale addestrato. 4. Integrazione delle Detection Unit (DU) • Coinvolgimento di INFN-BA, INFN-LNS, INFN-NA. • L'integrazione della DU è un processo articolato in 5 fasi parallele: 1. Connessione dei DOM al Vertical Electro Optical Cable (VEOC); 2. Collegamento dell'insieme DOM+VEOC al Base Module; 3. Calibrazione temporale, elettrica e acustica della DU in camera oscura; 4. Avvolgimento della

DU sul Launcher of Optical Module (LOM); 5. Preparazione della DU per l'ancoraggio e il galleggiamento, in vista del dispiegamento sottomarino. • Anche qui sono necessarie competenze meccaniche, elettroniche e ottiche, e personale addestrato. 5. Installazione delle DU nella rete sottomarina • Le DUs integrate vengono trasportate in mare e connesse alla rete infrastrutturale sottomarina tramite ROV, che collegano le DU alle "prese sottomarine" della dorsale. Il WP04 è quindi centrale per l'espansione del telescopio KM3NeT-ARCA, e mira ad aumentare la sensibilità dell'apparato scientifico, contribuendo a raggiungere i futuri obiettivi astrofisici del progetto.

➤ **11D1.13: Obiettivi realizzativi attesi dal WP**

Obiettivi realizzativi del WP04 – Realizzazione e installazione delle Detection Unit (DU) di KM3NeT-ARCA
1. Acquisire e testare i principali componenti per la realizzazione delle Detection Unit (DU), tra cui PMT, sfere di vetro, meccaniche dei Base Module, cavi elettro-ottici, galleggianti e ancore. 2. Realizzare e integrare i Digital Optical Module (DOM) presso le Unità Operative coinvolte, garantendo il rispetto degli standard tecnici e l'addestramento del personale dedicato. 3. Effettuare l'integrazione dei Base Module (BM), assicurando la piena funzionalità dei sistemi elettro-ottici, meccanici e di interfaccia verso la rete sottomarina. 4. Integrare le Detection Unit (DU) secondo le 5 fasi previste: collegamento dei DOM ai VEOC, connessione ai BM, calibrazione in camera oscura, avvolgimento sul LOM e preparazione al dispiegamento. 5. Installare le DU sul fondale marino presso il sito KM3NeT-ARCA, tramite nave e ROV, completando la connessione alle prese sottomarine della dorsale infrastrutturale. 6. Raddoppiare la capacità operativa dei laboratori di integrazione, grazie anche agli interventi infrastrutturali previsti in WP2, al fine di rispettare il piano di espansione del rivelatore. 7. Assicurare la qualità, la tracciabilità e la funzionalità delle DU attraverso test e procedure di validazione in tutte le fasi di produzione e assemblaggio. Questi obiettivi concorrono direttamente all'espansione del telescopio KM3NeT-ARCA e all'aumento della sua sensibilità scientifica, ponendo le basi per nuove scoperte nel campo della fisica dei neutrini di altissima energia.

➤ **11D1.14: Finalità del WP**

Realizzare, integrare e installare nuove Detection Unit (DU) per potenziare la sensibilità del telescopio sottomarino KM3NeT-ARCA, contribuendo all'espansione dell'infrastruttura e al raggiungimento degli obiettivi scientifici nel campo della fisica dei neutrini ad altissima energia.

➤ **11D1.15: UO partecipanti al WP**

Sezione di Napoli, Sezione di Catania, Sezione di Bari, Sezione di Bologna, LABORATORI NAZIONALI Del SUD

➤ **11D1.16: Criteri di scelta delle Unità Operative**

Le UO partecipanti a questo WP hanno una tradizione ultra decennale nella progettazione, sviluppo, integrazione, calibrazione e installazione di strumentazione sottomarina. Sono dotate di attrezzatura e laboratori dedicati a queste attività. Inoltre, hanno già collaborato in passati progetti di successo come IDMAR, PACK-PON e KM3NeT4RR.

➤ **11D1.17: Elementi per la Valutazione dell'idoneità complessiva del budget previsto per il WP al fine di confermarne la congruità**

Il costo delle attività comprese in questo WP è stato stimato sulla base di ricerche di mercato, che ha consentito di acquisire offerte budgetarie per i componenti non presenti a catalogo, mentre per i componenti standard è stato utilizzato il prezzo di listino disponibile. La congruità dei costi è stata valutata sulla base dei risultati delle procedure di gara espletate nell'ambito dei precedenti progetti, da ultimo KM3NeT4RR. Il costo del personale è stato determinato utilizzando le tabelle standard di costi unitari (TSCU) per la rendicontazione delle spese del personale nei progetti di ricerca, sviluppo e innovazione – D.I. n. 116 del 24/01/2018 adeguate con LCI 2016 - 2022

➤ **11D1.18: Indicatori per la valutazione dello stato di avanzamento del WP per il monitoraggio e la valutazione finale ultimo campo all'ultima posizione**

I-4.1 Percentuale di sensori consegnati e testati - Attività 8 I-4.2 Percentuale di schede elettroniche consegnate e testate - Attività 9 I-4.3 Percentuale di sfere di vetro consegnate - Attività 10 I-4.4 Percentuale di parti meccaniche consegnate - Attività 11 I-4.5 Percentuale di penetratori consegnati - Attività 12 I-4.6 Percentuale di VEOC consegnati - Attività 13 I-4.7 Percentuale di componenti ottici consegnati - Attività 14 I-4.8 Completamento della prima operazione di installazione - Attività 19 I-4.9 Completamento della seconda operazione di installazione - Attività 19

➤ **11D1.1: ID Numerico WP**

WP05

➤ **11D1.2: Titolo del WP.**

Trasferimento tecnologico e outreach

➤ **11D1.3: Acronimo del WP**

WP05-TTOUT

➤ **11D1.4: Mese di avvio del WP**

1

➤ **11D1.5: Durata del WP (mesi)**

30

➤ **11D1.6: Referente Scientifico del WP Leader - Nazionalità**

Italiana

➤ **11D1.7: Referente Scientifico del WP Leader – Nome**

Pasquale

➤ **11D1.8: Referente Scientifico del WP Leader - Cognome**

Migliozzi

➤ **11D1.9: Referente Scientifico del WP Leader - Codice Fiscale**

MGLPQL69H15B781L

➤ **11D1.10: Referente Scientifico del WP Leader - E-Mail (non PEC)**

pasquale.migliozzi@na.infn.it

➤ **11D1.11: Referente Scientifico del WP Leader - Telefono**

3208853966

➤ **11D1.12: Sintesi delle attività del WP**

Il presente Work Package (WP05) è dedicato alle attività di trasferimento tecnologico, valorizzazione dei risultati della ricerca e outreach per il progetto KM3NeT, con l'obiettivo di massimizzare l'impatto scientifico, industriale, educativo e sociale dell'infrastruttura. 1. Trasferimento Tecnologico • KM3NeT, grazie alle sue avanzate tecnologie di rivelazione ottica sottomarina, genera soluzioni ad alto contenuto innovativo con potenziali applicazioni in diversi ambiti industriali e scientifici. Le attività previste in questo WP includono: • Monitoraggio e identificazione dei risultati brevettabili o suscettibili di valorizzazione economica sviluppati nell'ambito del progetto (es. sensori ottici, sistemi di sincronizzazione temporale,

robotica sottomarina, tecnologie di comunicazione dati a lunga distanza). • Collaborazioni con industrie nei settori dell'oceanografia, delle telecomunicazioni, della sensoristica e della difesa, per la co-sviluppo o l'adozione di tecnologie KM3NeT. • Valutazioni di mercato e analisi del potenziale commerciale delle soluzioni tecnologiche sviluppate. • Supporto alla protezione della proprietà intellettuale (brevetti, modelli di utilità) in collaborazione con gli uffici di trasferimento tecnologico degli enti partecipanti. • Creazione di spin-off o start-up laddove possibile, e promozione di percorsi imprenditoriali per i giovani ricercatori coinvolti nel progetto. • Partecipazione a fiere industriali e tecnologiche, nonché a piattaforme europee per l'innovazione e il trasferimento tecnologico. 2. Attività di Outreach e Disseminazione Il progetto dedica particolare attenzione al coinvolgimento del pubblico, delle scuole e dei media, al fine di accrescere la consapevolezza sull'importanza della ricerca scientifica e sull'impatto di KM3NeT: • Produzione e diffusione di materiali divulgativi (video, infografiche, brochure, podcast) rivolti a un pubblico non specialistico. • Organizzazione di eventi pubblici (open day, visite virtuali al sito di installazione, festival della scienza) e partecipazione a manifestazioni scientifiche a livello nazionale ed europeo. • Iniziative nelle scuole: incontri con studenti, laboratori didattici, programmi di alternanza scuola-lavoro, formazione per docenti. • Comunicazione sui social media e web: gestione dei canali ufficiali del progetto, aggiornamento del sito web con contenuti accessibili, produzione di contenuti interattivi. • Collaborazione con media locali e internazionali per la diffusione delle scoperte scientifiche e delle novità tecnologiche del progetto. • Engagement con le comunità locali interessate dal progetto (siti di installazione nei fondali marini), per promuovere la trasparenza, la sostenibilità e la coesistenza tra scienza e attività economiche locali (pesca, turismo, ecc.). 3. Impatto atteso Le attività del WP contribuiranno a: • Incrementare il numero di applicazioni delle tecnologie sviluppate da KM3NeT in contesti extra-scientifici. • Rafforzare le relazioni tra il mondo della ricerca e quello industriale, in particolare nel settore delle tecnologie marine. • Favorire la crescita di una cultura scientifica diffusa e ispirare le nuove generazioni allo studio delle discipline STEM. • Rafforzare la visibilità internazionale di KM3NeT come infrastruttura europea di riferimento per la fisica delle alte energie e le scienze marine.

➤ **11D1.13: Obiettivi realizzativi attesi dal WP**

Il WP05 mira a valorizzare le ricadute tecnologiche, economiche e sociali del progetto KM3NeT attraverso un insieme integrato di attività di trasferimento tecnologico e divulgazione scientifica. Gli obiettivi realizzativi attesi sono: 1. Valorizzazione tecnologica e trasferimento all'industria • Identificazione e mappatura sistematica dei risultati tecnologici generati nell'ambito del progetto, con potenziale impatto industriale o applicativo. • Produzione di almeno 2 dossier tecnologici completi (technology brief) da proporre a partner industriali o a piattaforme di innovazione. • Deposito di almeno 1 brevetto o altra forma di protezione della proprietà intellettuale su componenti, dispositivi o sistemi sviluppati per KM3NeT. • Avvio di almeno 1 collaborazione formale con imprese (es. accordi di co-sviluppo, licenze, proof-of-concept) in ambiti rilevanti (sensoristica, comunicazione, robotica marina). • Promozione dell'imprenditorialità tramite la formazione di giovani ricercatori su innovazione, IP e spin-off, con l'obiettivo di generare almeno una proposta di start-up. 2. Attività di comunicazione e disseminazione scientifica Produzione e distribuzione di materiali divulgativi multimediali, tra cui almeno: • 3 video divulgativi (formato breve per social media); • 1 podcast o intervista scientifica; • 2 infografiche o poster interattivi per eventi pubblici. • Aggiornamento costante del sito web di KM3NeT con contenuti accessibili e sezioni dedicate a ricadute applicative e news. • Partecipazione a eventi pubblici o fieristici con almeno 4 presenze durante il periodo di progetto, in ambito scientifico, educativo o industriale. • Pubblicazione di almeno 5 articoli di divulgazione (riviste, media online, blog scientifici). 3. Outreach e coinvolgimento della società • Organizzazione di almeno 3 eventi pubblici o open day, anche in formato digitale, destinati a studenti, cittadini e stakeholder locali. • Sviluppo e somministrazione di moduli didattici per scuole secondarie (almeno 5 incontri) e formazione per docenti su temi legati alla fisica delle particelle, tecnologia sottomarina e metodo scientifico. • Coinvolgimento di almeno 100 studenti in attività educative promosse dal progetto. • Collaborazione con enti territoriali, musei scientifici o associazioni culturali, per promuovere la visibilità e l'impatto sociale del progetto nelle aree interessate.

➤ **11D1.14: Finalità del WP**

Il WP05 ha l'obiettivo di valorizzare le tecnologie sviluppate da KM3NeT attraverso il trasferimento verso l'industria e la società, promuovendo al contempo la diffusione della cultura scientifica. Mira a massimizzare l'impatto economico, educativo e sociale del progetto, favorendo l'innovazione, la comunicazione pubblica e il coinvolgimento delle comunità locali.

➤ **11D1.15: UO partecipanti al WP**

Sezione di Bari, Sezione di Napoli

➤ **11D1.16: Criteri di scelta delle Unità Operative**

Le UO partecipanti a questo WP hanno una consolidata tradizione nell'ambito del trasferimento tecnologico e dell'outreach. Il WP leader è da anni il referente per il trasferimento tecnologico della Sezione INFN di Napoli. Alla UO INFN-BA afferisce il Chairperson dell'Outreach Committee di KM3NeT che è anche il referente per le attività di Terza Missione della Sezione INFN di Bari.

➤ **11D1.17: Elementi per la Valutazione dell'idoneità complessiva del budget previsto per il WP al fine di confermarne la congruità**

Il budget delle attività di WP05 è stato stimato sulla base di ricerche di mercato, che ha consentito di acquisire offerte budgetarie per i componenti non presenti a catalogo, mentre per i componenti standard è stato utilizzato il prezzo di listino disponibile.

➤ **11D1.18: Indicatori per la valutazione dello stato di avanzamento del WP per il monitoraggio e la valutazione finale ultimo campo all'ultima posizione**

I-5.1 Organizzazione eventi con aziende - Attività 20 I-5.2 Organizzazione eventi di outreach con scuole e cittadinanza - Attività 21 I-5.3 Completamento forniture strumentazione per outreach - Attività 22

Per ogni Obiettivo Intermedio appartenente al WP:

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI01

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

OI-3.1 Sistemi di interconnessione elettro-ottici per utenze esterne

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Trattasi dei sistemi di interconnessione elettro-ottici attraverso i quali le utenze, incluse le DU, vengono connesse alla rete di fondo

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP03

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· LABORATORI NAZIONALI Del SUD

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

24

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

Report con i risultati dei test e le certificazioni dei sistemi di interconnessione per le utenze esterne

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI02

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

OI-4.1 Fornitura 50% fotomoltiplicatori

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Fornitura dei fotomoltiplicatori necessari per la realizzazione dei Digital Optical Module

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP04

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Sezione di Napoli

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

18

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

Report con i risultati delle misure di accettazione dei fotomoltiplicatori

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI03

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

OI-4.2 Completamento della fornitura dei fotomoltiplicatori

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Fornitura dei fotomoltiplicatori necessari per la realizzazione dei Digital Optical Module

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP04

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Sezione di Napoli

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

24

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

Report con i risultati delle misure di accettazione dei fotomoltiplicatori

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI04

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

OI-4.3 Forniture schede elettroniche per alimentazione dei DOM

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Questa acquisizione riguarda le schede necessarie per convertire l'alimentazione da 375 V a 12 V

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP04

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Sezione di Napoli

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

24

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

Report sui test delle schede elettroniche per l'alimentazione e il read-out dei fotomoltiplicatori

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI05

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

OI-4.4 Fornitura parti meccaniche in titanio e alluminio

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

La fornitura comprende le parti meccaniche in titanio e alluminio necessarie per l'integrazione dei Digital Optical Module e delle Detection Unit. In particolare: sistema raffreddamento DOM, struttura in titanio per la realizzazione della boa, blocchi di galleggiamento, sistemi ancoraggio in titanio della DU all'ancora.

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP04

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· Sezione di Napoli

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

15

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento**

dell'OI

Report con le misure di accettazione dei componenti meccanici oggetto delle forniture

➤ 11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)

OI06

➤ 11D1.19b: Titolo OI

OI-4.5 Fornitura penetratori elettro-ottici

➤ 11D1.19c: Descrizione OI

Trattasi dei penetratori elettro-ottici attraverso i quali i Digital Optical Module e i Base Module vengono interconnessi al Vertical Electro-Optical Cable

➤ 11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI

WP04

➤ 11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI

· Sezione di Napoli

➤ 11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI

20

➤ 11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI

Report sui test di accettazione dei penetratori elettro-ottici

➤ 11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)

OI07

➤ 11D1.19b: Titolo OI

OI-4.6 Fornitura Vertical Electro-Optical Cable

➤ 11D1.19c: Descrizione OI

Il VEOC è il cavo elettro-ottico necessario per l'interconnessione dei Digital Optical Module con il Base Module a sua volta connesso con la rete di fondo attraverso i cavi di interlink

➤ 11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI

WP04

➤ 11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI

· Sezione di Bari

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

24

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

Report sulle misure di accettazione dei Vertical Electro-Optical Cable

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI08

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

OI-4.7 Fornitura dei componenti ottici

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

Trattasi dei componenti ottici da integrare nei Digital Optical Module e Base Module

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP04

➤ **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

· LABORATORI NAZIONALI Del SUD

➤ **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

18

➤ **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

Report sui test di accettazione dei componenti ottici

➤ **11D1.19a: ID sequenziale dell'OI (in ordine di raggiungimento)**

OI09

➤ **11D1.19b: Titolo OI**

OI-4.8 Installazione Strumentazione Sottomarina

➤ **11D1.19c: Descrizione OI**

L'installazione delle Detection Unit e della strumentazione che costituisce la rete di fondo viene effettuata per mezzo di una nave opportunamente equipaggiata. L'obiettivo intermedio si riferisce a una prima campagna di installazione

➤ **11D1.19d: WP di appartenenza dell'OI**

WP04

- **11D1.19e: UO di WP partecipanti al perseguimento dell'OI**

Sezione di Napoli

- **11D1.19f: Mese in cui è previsto l'OI**

18

- **11D1.19g: Elenco dei prodotti (deliverables) che saranno disponibili al raggiungimento dell'OI**

Report sulla campagna di installazione della strumentazione

Per ogni Activity inclusa nel WP:

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Project Management

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

WP1-PM

- **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

Sezione di Napoli

- **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

7

- **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

24

- **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

L'attività di Project Management comprende tutte le azioni necessarie a garantire il coordinamento complessivo del progetto, sia dal punto di vista tecnico-scientifico sia sotto il profilo amministrativo e finanziario. Essa rappresenta un asse strategico fondamentale per assicurare il corretto funzionamento dell'iniziativa progettuale e il raggiungimento dei risultati attesi nei tempi e nei modi previsti. L'attività è articolata in diversi ambiti funzionali, ciascuno dei quali contribuisce alla gestione efficace, trasparente e conforme del progetto: 1. Piano di Gestione della Qualità e dei Rischi Uno dei principali strumenti previsti è il Piano di Gestione della Qualità e dei Rischi (Quality and Risk Management Plan). Questo documento definisce i meccanismi, i criteri e le responsabilità che guideranno l'implementazione del progetto, assicurando un elevato livello di qualità in tutte le fasi e una piena aderenza ai principi etici e giuridici applicabili. Il piano non si limita alla definizione degli standard qualitativi, ma svolge anche una funzione operativa, fornendo una guida concreta ai partner per l'esecuzione delle attività, la produzione di report di qualità e la gestione delle criticità potenziali. In tale contesto, sono previste specifiche sezioni dedicate alla pianificazione strutturata del progetto, attraverso la redazione di: • Gantt chart, per visualizzare la

distribuzione temporale delle attività; • *Work Breakdown Structure (WBS)*, per scomporre il progetto in attività e sotto-attività, associando a ciascuna responsabilità chiare, risultati attesi e milestone di riferimento. Il piano sarà costantemente aggiornato e rivisto, anche sulla base dei riscontri periodici raccolti durante l'attuazione. 2. *Reporting periodico e finale* Un'altra componente fondamentale dell'attività di Project Management riguarda la produzione dei report periodici e finali. Questi documenti consentono di descrivere nel dettaglio lo sviluppo di ciascuna Work Package, fornendo un quadro chiaro e aggiornato delle attività svolte, dei risultati ottenuti, delle spese sostenute e delle eventuali problematiche incontrate, insieme alle soluzioni adottate. I report includeranno anche una sezione dedicata al monitoraggio della strategia di comunicazione e disseminazione, per valutare l'efficacia delle azioni di diffusione intraprese e proporre eventuali miglioramenti. I report saranno presentati al termine di ciascun periodo di rendicontazione e conterranno: • Relazioni descrittive sulle attività svolte; • Stato di avanzamento dei risultati attesi; • Situazione economico-finanziaria aggiornata; • Programmazione degli interventi futuri. Tutti i documenti seguiranno uno standard uniforme, in linea con le richieste del finanziatore e delle autorità competenti. 3. *Valutazione normativa e giuridica periodica* È prevista una valutazione periodica della conformità normativa e giuridica delle attività progettuali. Tale analisi servirà a verificare che tutte le azioni in corso siano coerenti con la normativa europea e nazionale vigente, oltre che con i principi e obblighi specifici di questo bando. L'attività ha una doppia funzione: da un lato, ridurre i rischi di condotte non conformi che potrebbero compromettere il progetto; dall'altro, aumentare la consapevolezza del personale coinvolto su tematiche normative ed etiche rilevanti. A tal fine, saranno previste anche azioni formative e strumenti pratici (es. check-list, note operative). 4. *Modello di Rete del Progetto (Project Network Model)* Per rafforzare la coerenza e l'efficacia dell'attuazione, sarà sviluppato e mantenuto aggiornato un modello di rete del progetto, finalizzato a rappresentare in modo strutturato tutte le connessioni tra attori, attività e obiettivi. Il Project Network Model consente di: • Mappare le interazioni tra partner, Unità Operative e stakeholder; • Visualizzare le dipendenze funzionali tra attività; • Orientare le risorse e le azioni verso i risultati attesi; • Allineare l'impatto scientifico e quello economico del progetto. Questo strumento si rivela particolarmente utile in progetti complessi e multi-attore, in cui la chiarezza delle relazioni operative è essenziale per evitare sovrapposizioni o inefficienze. 5. *Report periodici su output e impatti* Nell'ambito della misurazione delle performance progettuali, è prevista l'elaborazione di report periodici sugli output e sugli impatti, con l'obiettivo di monitorare i risultati scientifici, economici e sociali prodotti dal progetto. In particolare, verranno analizzati: • Output scientifici (es. pubblicazioni, brevetti, tecnologie sviluppate); • Impatti economici (es. ricadute industriali, innovazione, occupazione); • Benefici sociali (es. trasferimento di conoscenza, formazione, inclusione). I report serviranno anche come base per le attività di rendicontazione verso il finanziatore e per il dialogo con i principali portatori di interesse del progetto. 6. *Presentazione e condivisione con i Comitati di Progetto* Tutti i documenti prodotti nell'ambito del Project Management – inclusi piani, report e valutazioni – saranno presentati ai Comitati di Progetto durante le riunioni periodiche previste. Almeno una volta all'anno verrà effettuata una revisione completa dello stato di avanzamento del progetto, con presentazione ufficiale dello stato dei lavori, aggiornamenti pianificati e proposte di azione correttiva, laddove necessario. Questo momento di confronto sarà centrale per assicurare l'allineamento tra le dimensioni scientifica, amministrativa e gestionale del progetto e per garantire il coinvolgimento attivo dei referenti chiave. *Conclusione* L'attività di Project Management rappresenta quindi l'infrastruttura gestionale del progetto, capace di garantire: • la qualità e la trasparenza dell'attuazione; • la piena conformità normativa ed etica; • il monitoraggio continuo dei risultati; • l'allineamento tra risorse, attività e impatti. Attraverso una pianificazione accurata, strumenti operativi chiari e una governance strutturata, il WP1 assicura che l'intero progetto proceda in modo coerente, efficiente e orientato al raggiungimento degli obiettivi condivisi.

Per ogni Activity inclusa nel WP:

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Upgrade CAPACITY

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

WP02-UpCap

➤ 11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)

Sezione di Napoli

➤ 11D1.20e: Mese di avvio della attività

1

➤ 11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)

18

➤ 11D1.20g: Descrizione dell'Attività

Per garantire condizioni di lavoro ottimali e soddisfare gli elevati standard richiesti per la calibrazione e l'integrazione di rivelatori in ambiente sottomarino, verrà realizzata una serie di interventi mirati di potenziamento in aree specifiche del laboratorio CAPACITY. Questi interventi includono l'isolamento acustico e climatico degli spazi che ospitano la camera iperbarica e la camera climatica, due infrastrutture fondamentali per effettuare stress-test sulle apparecchiature e misure di precisione in ambienti controllati. Un adeguato isolamento permetterà di ridurre il rumore ambientale e garantire la stabilità termica, condizioni essenziali per assicurare le prestazioni dei dispositivi in prova—soprattutto durante le misure ottiche attive, dove anche minime fluttuazioni ambientali possono influenzare i risultati. Oltre al controllo ambientale, il laboratorio sarà dotato di pannelli oscuranti alle pareti, necessari per effettuare test ottici accurati che richiedono la minima interferenza luminosa. Per migliorare ulteriormente la qualità e l'affidabilità delle attività di integrazione e calibrazione, sarà inoltre applicata una resina anti-polvere sui pavimenti del laboratorio. Questo intervento migliorerà significativamente la pulizia complessiva dell'ambiente di lavoro e ridurrà la contaminazione da particolato, aspetto cruciale nelle procedure che coinvolgono fotorivelatori sensibili e sistemi ottici. Il progetto prevede anche la ristrutturazione della sala riunioni principale del laboratorio, che sarà dotata di un moderno sistema di audio/video conferenza e di un sistema per il miglioramento delle condizioni acustiche. Questo aggiornamento faciliterà la collaborazione a distanza e il coordinamento efficace tra i partner di progetto, in particolare per gli incontri internazionali e le revisioni delle attività di integrazione. Per realizzare questi interventi, verrà condotta un'analisi di mercato volta a individuare aziende qualificate con le competenze tecniche necessarie per attuare le soluzioni proposte. Sulla base dei risultati dell'analisi, saranno avviate procedure di gara pubblica per garantire trasparenza, concorrenza e conformità alle normative nazionali ed europee. Una volta selezionati gli esecutori, il team di progetto monitorerà da vicino la fase di realizzazione, assicurando che tutte le attività vengano eseguite secondo le specifiche, nei tempi previsti e nel rispetto del budget. Questi interventi miglioreranno la funzionalità del laboratorio CAPACITY, favoriranno l'esecuzione di test ad alta precisione in condizioni controllate e rafforzeranno il suo ruolo di infrastruttura all'avanguardia al servizio della Collaborazione KM3NeT e dei suoi partner industriali.

Per ogni Activity inclusa nel WP:

➤ 11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)

01

➤ 11D1.20b: Titolo dell'Attività

Strumentazione Scientifica per il Laboratorio CAPACITY

➤ 11D1.20c: Acronimo Attività

WP02-StSc

➤ 11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)

Sezione di Napoli

➤ 11D1.20e: Mese di avvio della attività

1

➤ 11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)

12

➤ 11D1.20g: Descrizione dell'Attività

Il laboratorio CAPACITY si è rapidamente affermato come centro di riferimento a livello europeo nel campo della ricerca e del collaudo di fotorivelatori, in particolare per applicazioni legate ai telescopi sottomarini per neutrini. Tra le sue capacità più avanzate e riconosciute a livello internazionale figura il laboratorio dedicato ai fotosensori, che oggi può essere considerato comparabile solo a pochi altri impianti nel mondo. Questa eccellenza è supportata non solo dall'elevata qualità e sofisticazione delle apparecchiature, ma anche dalle collaborazioni consolidate con importanti partner industriali, in particolare Hamamatsu Photonics, leader globale nella produzione di tubi fotomoltiplicatori (PMT). Hamamatsu ha affidato al laboratorio CAPACITY studi specializzati sui PMT da 20 pollici, componenti fondamentali per esperimenti su larga scala per la rivelazione di neutrini come KM3NeT e i rivelatori di prossima generazione. Questi tubi fotomoltiplicatori si distinguono per l'ampia superficie fotocatodica, l'elevata efficienza quantica e l'eccezionale sensibilità al singolo fotone, caratteristiche indispensabili in esperimenti che richiedono un rilevamento ottico estremamente preciso in ambienti estremi. Per garantire la continuità e l'affidabilità delle attività sperimentali, il laboratorio CAPACITY prevede anche l'acquisto di gruppi di continuità (UPS). Questi dispositivi sono essenziali per proteggere le strumentazioni in caso di interruzione dell'alimentazione elettrica, consentendo l'arresto sicuro dei sistemi e prevenendo la perdita di dati o danni all'hardware. Data la sensibilità e complessità dei sistemi coinvolti, anche brevi blackout potrebbero compromettere i test in corso o danneggiare componenti critici. Parallelamente, il laboratorio potenzierà la propria capacità di collaudo attraverso l'approvvigionamento di ulteriori channel checker, strumenti attualmente impiegati nel flusso di integrazione per verificare il corretto funzionamento dei canali dei PMT prima dell'assemblaggio finale. Tuttavia, il processo di integrazione dipende fortemente dalla disponibilità di tali dispositivi: eventuali malfunzionamenti o guasti degli strumenti esistenti comporterebbero l'interruzione totale delle attività. Per questo motivo, l'acquisizione di unità ridondanti risulta indispensabile per garantire la continuità operativa e preservare la resilienza complessiva della struttura. Infine, per aumentare l'efficienza e la riproducibilità delle caratterizzazioni dei fotorivelatori, il laboratorio introdurrà un robot collaborativo (cobot). Questo dispositivo, progettato per operare in sicurezza accanto al personale umano, permetterà di automatizzare la mappatura 3D delle superfici fotocatodiche con precisione micrometrica. Sostituendo operazioni manuali lente e ripetitive con movimenti programmabili e costanti, il cobot migliorerà in modo significativo la qualità e la produttività degli studi di uniformità sui PMT di grande area. Inoltre, si integrerà perfettamente con i sistemi ottici già presenti nel laboratorio e supporterà un'ampia gamma di protocolli di misura personalizzabili.

Per ogni Activity inclusa nel WP:

➤ 11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)

01

➤ 11D1.20b: Titolo dell'Attività

Upgrade European Central Storage

➤ 11D1.20c: Acronimo Attività

WP02-ECS

➤ 11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)

Sezione di Napoli

➤ 11D1.20e: Mese di avvio della attività

1

➤ 11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)

12

➤ 11D1.20g: Descrizione dell'Attività

Il laboratorio CAPACITY, creato nell'ambito dell'iniziativa KM3NeT4RR e potenziato da progetti come PON PACK, rappresenta non solo un sito chiave per il test e l'integrazione, ma anche il cuore logistico della Collaborazione KM3NeT in Europa. Al centro di questa funzione si trova lo European Central Storage (ECS), il principale punto di ricezione, stoccaggio e validazione dei componenti prima della loro integrazione nel telescopio sottomarino per neutrini. Con l'espansione di KM3NeT—e in particolare l'avvio del secondo blocco di rivelazione—l'ECS deve evolversi per rispondere a esigenze sempre maggiori. Il potenziamento si concentrerà su scaffalature professionali, strumenti per la movimentazione dei materiali e sistemi digitali di inventario, al fine di garantire operazioni sicure, efficienti e completamente tracciabili. Perché il potenziamento è cruciale. Le prestazioni di KM3NeT dipendono dalla coordinazione precisa di migliaia di componenti su misura e di alto valore. Questi devono essere verificati, tracciati e raggruppati in kit di integrazione prima del loro impiego in mare. Un ECS professionale consentirà di:

- *Garantire la sicurezza e tracciabilità dei componenti;*
- *Ridurre i tempi di movimentazione e il rischio di danneggiamento;*
- *Offrire visibilità in tempo reale dell'inventario;*
- *Supportare la validazione e l'impacchettamento dei componenti in kit standardizzati.*

Senza un'infrastruttura adeguata, la logistica può diventare un collo di bottiglia, rallentando le operazioni marine e ritardando l'installazione del rivelatore. Interventi principali

- 1. Sistemi di scaffalature: scaffali industriali modulari adattati a diverse dimensioni dei componenti, inclusi modelli antistatici e antiurto per dispositivi sensibili.*
- 2. Attrezzature per la movimentazione: carrelli elettrici, sollevatori e transpallet per ridurre lo sforzo manuale, aumentare la sicurezza e proteggere gli strumenti delicati durante il trasporto.*
- 3. Strumenti digitali per l'inventario: sistemi basati su codici a barre o RFID per la tracciabilità, la gestione in tempo reale delle scorte e l'integrazione con i database di KM3NeT, per assicurare trasparenza e precisione.*
- 4. Aree di assemblaggio e validazione: postazioni dedicate per ispezione, preparazione dei kit e controlli finali, dotate di strumenti e layout ergonomici per ottimizzare i flussi di lavoro. Impatto strategico*

Questo potenziamento non è solo un miglioramento logistico, ma un investimento strategico. Un ECS moderno permetterà di:

- *Accelerare la distribuzione e l'installazione dei componenti;*
- *Migliorare il controllo qualità;*
- *Ridurre ritardi ed errori;*
- *Rafforzare il ruolo di CAPACITY come infrastruttura affidabile nel panorama della ricerca europea.*

Combinando interventi fisici con soluzioni digitali innovative, lo European Central Storage diventerà un modello di riferimento per la logistica scientifica, capace di rispondere alle esigenze complesse di KM3NeT e dei futuri esperimenti su larga scala.

Per ogni Activity inclusa nel WP:

➤ 11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)

01

➤ 11D1.20b: Titolo dell'Attività

Upgrade della Shore Station di Portopalo di Capo Passero

➤ 11D1.20c: Acronimo Attività

WP02-SSCP

➤ 11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)

LABORATORI NAZIONALI Del SUD

➤ 11D1.20e: Mese di avvio della attività

1

➤ 11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)

24

➤ 11D1.20g: Descrizione dell'Attività

Nell'ambito delle infrastrutture di terra necessarie a supportare le operazioni in mare profondo e l'acquisizione dati per l'esperimento KM3NeT, verrà realizzato un importante intervento di potenziamento e consolidamento della stazione di terra situata a Portopalo di Capo Passero. Questa attività è fondamentale per garantire un'acquisizione dati affidabile e ad alte prestazioni, nonché per il controllo operativo dei sistemi del rivelatore sottomarino. L'intervento prevede in particolare il potenziamento del Centro di Calcolo, mediante l'installazione di nuove apparecchiature finalizzate ad aumentare la robustezza, la ridondanza e le prestazioni dell'infrastruttura di acquisizione e archiviazione dati. I seguenti componenti saranno acquisiti e installati: — Un dispositivo perimetrale di sicurezza ad alte prestazioni (firewall), per proteggere l'infrastruttura di rete della stazione di terra e garantire accessi remoti sicuri e il controllo delle operazioni; — Uno switch di backup per l'acquisizione dati, volto a incrementare la ridondanza di rete e la tolleranza ai guasti durante le operazioni; — Quattro server di acquisizione dati, in grado di gestire gli elevati flussi di dati provenienti dal rivelatore sottomarino; — Due unità di storage ad alta capacità, per il buffering temporaneo e l'archiviazione a lungo termine dei dati scientifici; — Due switch di distribuzione dati aggiuntivi, per garantire una connessione affidabile tra i sistemi di acquisizione, archiviazione ed elaborazione. Oltre all'infrastruttura di calcolo, saranno realizzati ulteriori interventi per migliorare l'efficienza operativa e garantire la continuità delle attività: — Sostituzione dei PC obsoleti nella sala di controllo, per garantire il corretto funzionamento dei software di acquisizione e monitoraggio; — Installazione di un nuovo gruppo di continuità (UPS) per il centro di calcolo, al fine di migliorare la stabilità dell'alimentazione e proteggere da interruzioni elettriche; — Acquisto e configurazione di un sistema di videoconferenza, per rafforzare la collaborazione con i team remoti e supportare il monitoraggio condiviso durante le operazioni in mare. Questi potenziamenti sono cruciali per mantenere gli elevati standard di qualità dei dati e affidabilità operativa richiesti dall'infrastruttura KM3NeT, e per garantire la sostenibilità a lungo termine delle operazioni di terra.

Per ogni Activity inclusa nel WP:

➤ 11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)

01

➤ 11D1.20b: Titolo dell'Attività

DAQ optimisation and implementation

➤ 11D1.20c: Acronimo Attività

WP02-BODAQ

➤ 11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)

Sezione di Bologna

➤ 11D1.20e: Mese di avvio della attività

7

➤ **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

24

➤ **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

La Sezione INFN di Bologna (INFN-BO) vanta una consolidata esperienza nella fisica astroparticellare sperimentale, ricoprendo ruoli chiave nella progettazione, sviluppo e gestione di grandi infrastrutture di ricerca, come il telescopio per neutrini KM3NeT, con un focus specifico sul sistema di acquisizione dati (DAQ). Il Tecnologo di III livello sarà impegnato nel miglioramento dell'architettura DAQ per il rivelatore ARCA di KM3NeT. Le attività avranno inizio presso il BB-LAB, un laboratorio dedicato all'interno dell'INFN Bologna, dove verranno sviluppate, testate e validate le strategie di acquisizione dati. In seguito, il sistema sarà distribuito nei siti di integrazione KM3NeT (CAPACITY, INFN-Catania, INFN-Bari) e infine installato presso la stazione di terra operativa di Portopalo di Capo Passero. Il tecnologo si occuperà delle seguenti attività: • Sviluppo, validazione e rilascio del firmware per l'elettronica di acquisizione dati; • Ottimizzazione dell'infrastruttura di temporizzazione White Rabbit e dei relativi metodi di calibrazione, sia per i componenti a terra che per quelli sottomarini; • Integrazione del software di controllo e monitoraggio del rivelatore con i sistemi di elaborazione dati in tempo reale. Particolare attenzione sarà dedicata alla strumentazione per il monitoraggio dell'ambiente marino, con l'obiettivo di misurare e caratterizzare parametri fondamentali come la velocità del suono, la temperatura e la salinità in condizioni di profondità. Il tecnologo prenderà parte a tutte le fasi essenziali dello sviluppo del rivelatore: dalla prototipazione presso il BB-LAB, alla validazione nei siti di integrazione, fino alla messa in opera finale presso la stazione di terra. Si tratta di un ruolo cruciale per garantire le prestazioni elevate e l'affidabilità a lungo termine del sistema di acquisizione dati di KM3NeT-ARCA, in un contesto operativo particolarmente sfidante come quello dell'ambiente marino profondo.

Per ogni Activity inclusa nel WP:

➤ **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

➤ **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Upgrade infrastruttura sottomarina

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

WP03-UpIS

➤ **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

LABORATORI NAZIONALI Del SUD

➤ **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

1

➤ **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

30

➤ **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

Al fine di garantire il corretto funzionamento operativo e soddisfare gli elevati standard richiesti dall'infrastruttura per applicazioni sottomarine nei settori della fisica astroparticellare e della ricerca marina multidisciplinare, si rende necessario un intervento di potenziamento dell'infrastruttura esistente mediante la realizzazione di un Nodo per la trasmissione di potenza elettrica e la comunicazione dati ad alta

velocità. Questa infrastruttura unica nel suo genere è situata nel Mar Mediterraneo, a una profondità di 3.500 metri, a circa 100 km dalla costa di Portopalo di Capo Passero (Sicilia). La vita operativa prevista del Nodo è pari a 20 anni e, considerando l'ambiente ostile in cui sarà collocato, non è previsto alcun accesso per manutenzione. Pertanto, è essenziale garantire livelli elevatissimi di qualità e affidabilità per il successo della missione. Il Nodo rappresenta un sistema all'avanguardia. Il progetto prevede la progettazione, ingegnerizzazione, produzione, realizzazione e validazione di un Nodo di distribuzione elettro-ottico, che sarà composto da: • una struttura meccanica in titanio di alta qualità, • contenitori a tenuta stagna per ospitare schede elettroniche, apparati ottici e un numero adeguato di cavi elettro-ottici di interconnessione, • connessioni per ROV (Remotely Operated Vehicle) per la trasmissione di potenza e segnale ottico verso utenti esterni. Il Nodo sarà in grado di erogare fino a 10 kW di potenza elettrica a 360–370 Vdc. L'architettura e la progettazione della struttura dovranno garantire un'installazione sicura e affidabile sul fondale marino. Una volta installato sul fondale, il Nodo dovrà rispettare i seguenti requisiti operativi: • Durata operativa di 20 anni • Profondità di esercizio di 3.500 metri • Assenza totale di manutenzione per l'intera vita utile • Temperatura operativa di +13°C sul fondale Sarà obbligatorio l'utilizzo di materiali di alta qualità e processi produttivi altamente controllati. Questa attività è fondamentale per assicurare una distribuzione affidabile e ad alte prestazioni di energia elettrica, una comunicazione dati efficiente e un controllo operativo stabile dei sistemi di rivelazione sottomarini.

Per ogni Activity inclusa nel WP:

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Approvvigionamento di sensori per DOM e DU

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

WP04-SensDOMDU

- **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

Sezione di Napoli

- **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

1

- **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

30

- **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

Approvvigionamento di sensori per DOM e DU: questa attività consiste nell'acquisizione di sensori per integrare i Digital Optical Module (DOM) e la Detection Unit (DU). I componenti acquistati includeranno: fotosensori per la rivelazione della luce Cerenkov, basi elettroniche per la lettura dei PMT, rivestimento isolante per i PMT e sua applicazione, rilevatori acustici (piezo) per il monitoraggio della posizione del DOM, dispositivi acustici per il sistema di posizionamento globale del telescopio per neutrini, connettori da flangia per i dispositivi acustici, nanobeacon

Per ogni Activity inclusa nel WP:

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

➤ **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Approvvigionamento di componenti elettronici per DOM e BM

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

WP04-ElettDOMBM

➤ **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

Sezione di Napoli

➤ **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

1

➤ **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

30

➤ **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

Questa attività consiste nell'acquisizione di componenti elettronici e ottici per l'integrazione dei DOM, del Base Module (BM) e delle DU. I componenti acquistati includeranno: Central Logic Board (CLB), Power Board, Schede di raccolta del segnale, FMC, BPC, BPD, DUL, PS_12V, Transceiver elettro- ottici per DOM, TSFP per BM, Scheda elettronica SCB, Scheda elettronica GBP, Componenti per l'assemblaggio del sistema

Per ogni Activity inclusa nel WP:

➤ **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

➤ **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Approvvigionamento di sfere di vetro per DOM

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

WP04-Sfere

➤ **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

Sezione di Napoli

➤ **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

1

➤ **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

18

➤ **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

Questa attività consiste nell'acquisizione di sfere di vetro necessarie per l'integrazione del Digital Optical Module (DOM).

Per ogni Activity inclusa nel WP:

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Approvvigionamento di meccanica per DOM e DU

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

WP04-MeccDOMDU

- **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

Sezione di Napoli

- **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

1

- **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

24

- **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

Questa attività riguarda l'acquisizione dei componenti meccanici necessari per l'integrazione dei DOM e delle DU: meccanica interna, anelli riflettenti per la luce, strutture di supporto per i PMT, collari in titanio, piccoli componenti necessari per l'integrazione dei DOM, funi, strutture in titanio per la realizzazione delle boe, strutture in titanio per la connessione tra ancora e funi, blocchi per le boe, ancore, cilindri e flange in titanio per realizzare il contenitore a tenuta stagna del base module, frame interni in alluminio del modulo di base, connettori cavi di IL.

Per ogni Activity inclusa nel WP:

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Approvvigionamento penetratori DOM e BM

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

WP04-PEN

- **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

Sezione di Napoli

- **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

1

- **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

24

➤ **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

Questa attività riguarda l'acquisizione dei penetratori necessari per l'integrazione dei DOM e dei Base Module (BM).

Per ogni Activity inclusa nel WP:

➤ **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

➤ **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Approvvigionamento VEOC

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

WP04-VEOC

➤ **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

Sezione di Bari

➤ **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

1

➤ **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

30

➤ **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

Questa attività riguarda l'acquisizione dei cavi di dorsale (VEOC) necessari per l'integrazione delle linee di rivelazione.

Per ogni Activity inclusa nel WP:

➤ **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

➤ **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Approvvigionamento del sistema ottico per le DU, le JB e la shore station

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

WP04-OTT

➤ **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

LABORATORI NAZIONALI Del SUD

➤ **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

1

- **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

30

- **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

Questa attività riguarda l'acquisizione del sistema ottico per le linee di rivelazione, per le junction box sottomarine e per la shore station.

Per ogni Activity inclusa nel WP:

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Attività integrazione al laboratorio CAPACITY

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

WP04-INTNA

- **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

Sezione di Napoli

- **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

7

- **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

24

- **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

L'attività riguarda la prosecuzione del supporto tecnico per il funzionamento del laboratorio CAPACITY, un'infrastruttura strategica per la ricerca scientifica avanzata recentemente potenziata grazie a finanziamenti PNRR. L'obiettivo è garantire la disponibilità continuativa di personale qualificato—in particolare tecnici meccanici ed elettronici e un tecnologo—attualmente responsabili della gestione quotidiana, della manutenzione e dell'esecuzione delle procedure sperimentali all'interno del laboratorio.

Per ogni Activity inclusa nel WP:

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Attività integrazione INFN-CT

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

WP04-INTCT

➤ 11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)

Sezione di Catania

➤ 11D1.20e: Mese di avvio della attività

7

➤ 11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)

18

➤ 11D1.20g: Descrizione dell'Attività

L'attività riguarda la prosecuzione del supporto tecnico per il funzionamento dei laboratori dedicati a KM3NeT presso l'INFN-CT, recentemente potenziati grazie ai finanziamenti del PNRR. L'obiettivo è garantire la continuità operativa di personale qualificato, in particolare tecnici specializzati attualmente responsabili della gestione quotidiana, manutenzione ed esecuzione delle procedure sperimentali all'interno della struttura. L'Unità Operativa della Sezione INFN di Catania è coinvolta, sin dalla fine degli anni '90, in attività legate allo studio e alla realizzazione di telescopi per neutrini sottomarini. Ha maturato una solida esperienza e ha fornito contributi significativi nello sviluppo di fotosensori, elettronica per l'acquisizione dati, moduli ottici, integrazione di sistema e computing. Ha inoltre svolto un ruolo centrale nello sviluppo della rete sul fondale marino, in particolare nella gestione progettuale, nella progettazione e realizzazione dei nodi di distribuzione sottomarini, relativi all'alimentazione elettrica e alla trasmissione dati tramite fibra ottica. Durante l'implementazione della rete di fondo, sono state sviluppate competenze anche nella gestione delle campagne marine per l'installazione delle apparecchiature sul fondale, mediante l'uso di strumenti e tecnologie dedicate. Negli ultimi anni, si sono consolidate anche competenze in ambito computing, con particolare attenzione alla gestione dei dati scientifici. Negli ultimi dieci anni sono stati realizzati due laboratori per oltre 200 m², dedicati allo sviluppo e alla produzione dei moduli ottici del telescopio (DOM – Digital Optical Module). Questo ha permesso di incrementare la capacità produttiva e, allo stesso tempo, di formare ulteriore personale tecnico qualificato, figura essenziale per mantenere l'operatività delle infrastrutture.

Per ogni Activity inclusa nel WP:

➤ 11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)

01

➤ 11D1.20b: Titolo dell'Attività

Attività integrazione a INFN-BA

➤ 11D1.20c: Acronimo Attività

WP04-INTBA

➤ 11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)

Sezione di Bari

➤ 11D1.20e: Mese di avvio della attività

7

➤ 11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)

18

➤ **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

L'obiettivo di questa attività è garantire la continuità operativa del personale qualificato, in particolare tecnici meccanici ed elettronici, responsabili della gestione quotidiana, manutenzione ed esecuzione delle procedure sperimentali presso le strutture KM3NeT dei LNS. Le risorse umane sono fondamentali per portare avanti attività critiche legate alla preparazione, collaudo e integrazione dei componenti per rivelatori su larga scala, inclusi il supporto alla strumentazione di laboratorio, il controllo qualità e i sistemi di acquisizione dati. Le strutture di Bari, potenziate grazie al precedente finanziamento PNRR, sono dedicate alla costruzione e integrazione dei Base Module (BM) e delle Detection Unit (DU) complete. Inoltre, è disponibile un laboratorio all'avanguardia per misure meccaniche di precisione. Questo flusso di lavoro complesso richiede un impegno altamente coordinato e la presenza costante di personale tecnico specializzato. Pertanto, l'attività mira a preservare il know-how tecnico sviluppato nella fase iniziale del finanziamento PNRR e a garantire la sostenibilità a lungo termine dell'infrastruttura, assicurandone la capacità di supportare l'intera catena di integrazione e contribuendo in modo decisivo al successo di KM3NeT e di altre grandi iniziative di ricerca internazionali.

Per ogni Activity inclusa nel WP:

➤ **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

➤ **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Attività integrazione INFN-LNS

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

WP04-INTLNS

➤ **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

LABORATORI NAZIONALI Del SUD

➤ **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

7

➤ **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

24

➤ **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

La richiesta è motivata dalla necessità di preservare e valorizzare il patrimonio di competenze tecniche sviluppato presso le strutture KM3NeT dei LNS, attraverso il mantenimento in servizio di personale altamente qualificato, in particolare tecnici meccanici ed elettronici. Queste figure sono essenziali per la gestione operativa quotidiana, la manutenzione delle infrastrutture, il collaudo e l'integrazione di componenti critici per rivelatori su larga scala. In stretta sinergia con il sito di Bari, dove si realizzano i Base Module (BM) e le Detection Unit (DU) complete, i tecnici dei LNS forniscono supporto diretto alle attività di laboratorio, contribuendo a garantire l'affidabilità della strumentazione, l'applicazione di protocolli di controllo qualità e il corretto funzionamento dei sistemi di acquisizione dati. Questa attività è dunque cruciale per assicurare la sostenibilità operativa dell'infrastruttura, mantenere la capacità di integrazione su scala industriale e supportare la piena riuscita di KM3NeT e di future iniziative scientifiche internazionali. Investire nella continuità del personale tecnico rappresenta una scelta strategica per massimizzare l'impatto e il ritorno degli investimenti già effettuati con i fondi PNRR.

Per ogni Activity inclusa nel WP:

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Installazione Strumentazione Sottomarina

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

WP04-ISS

- **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

Sezione di Napoli

- **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

1

- **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

30

- **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

L'obiettivo principale di questa attività è il dispiegamento e l'installazione di strumentazione scientifica sul fondale marino. Inoltre, verrà installata una rete sottomarina, che prevede il posizionamento e la connessione dei cavi di interconnessione elettro-ottica per le utenze della rete di fondo. Tale processo sarà eseguito da un operatore specializzato. La nave impiegata per le operazioni in mare dovrà possedere almeno le seguenti caratteristiche minime: • Sistema di posizionamento DP2 • Gru di coperta da almeno 5 tonnellate, idonea alla movimentazione dell'attrezzatura a bordo • Gru a portale (A-frame) dotata di verricello HLL adeguato per il varo e il recupero degli apparati • Spazio di coperta libero minimo di 200 m² • Sistema di salvataggio e sicurezza all'avanguardia a bordo • Documentazione che attesti un profilo di sicurezza comprovato Il ROV (Remotely Operated Vehicle) a bordo dell'unità navale dovrà soddisfare almeno i seguenti requisiti minimi: • ROV da lavoro integrato e certificato per profondità minime di 4000 metri • Sistema LARS sofisticato (es. moon pool) per migliorare l'operatività • Due manipolatori a sette funzioni • Sistema completo di illuminazione e videocamere (preferibilmente in alta definizione) • Sistema di posizionamento integrato ad alta precisione • Equipaggio ROV con ampia esperienza in operazioni ultra-profonde (oltre 3000 m) e comprovata competenza in diverse attività sottomarine

Per ogni Activity inclusa nel WP:

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Giornate di Incontro Ricerca-Impresa e Produzione di Materiale Divulgativo Tecnologico

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

WP05-TT

- **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

Sezione di Napoli

➤ 11D1.20e: Mese di avvio della attività

1

➤ 11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)

30

➤ 11D1.20g: Descrizione dell'Attività

Organizzazione di almeno 3 giornate evento presso il laboratorio CAPACITY (e/o in collaborazione con fiere o cluster tecnologici), rivolte a imprese operanti nei settori: • sensoristica e robotica sottomarina; • telecomunicazioni e tecnologie marine; • difesa, energia, monitoraggio ambientale. Durante gli eventi si terranno: • presentazioni tecniche delle tecnologie sviluppate; • sessioni di matching tra ricercatori e imprese; • dimostrazioni live di prototipi; • distribuzione di materiale divulgativo professionale (schede prodotto, brochure multilingua, video dimostrativi).

Per ogni Activity inclusa nel WP:

➤ 11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)

01

➤ 11D1.20b: Titolo dell'Attività

Eventi di Outreach per Scuole e Cittadinanza (Totem, Open Day, Scienza per Tutti)

➤ 11D1.20c: Acronimo Attività

WP05-OUT

➤ 11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)

Sezione di Napoli

➤ 11D1.20e: Mese di avvio della attività

1

➤ 11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)

30

➤ 11D1.20g: Descrizione dell'Attività

Realizzazione e attivazione di un programma continuativo di eventi pubblici, che includa: • Open Days presso CAPACITY con tour guidati, laboratori interattivi e dimostrazioni; • partecipazione a eventi di rilievo, come la European Researchers' Night; • seminari e laboratori in scuole superiori, con materiali didattici dedicati; • installazione permanente di 2 totem multimediali interattivi, aggiornabili e multilingua, per la divulgazione di contenuti su KM3NeT, neutrini e tecnologie marine; • produzione di materiali grafici (poster, brochure, pannelli, schede didattiche in italiano e inglese) in linea con i programmi scolastici. Per la realizzazione delle attività di divulgazione e coinvolgimento del pubblico, in particolare rivolte alle scuole e alla cittadinanza, è prevista una serie di acquisti e servizi mirati, descritti di seguito: 1. Acquisto di due totem multimediali interattivi Saranno acquistati due totem digitali dotati di hardware interattivo, personalizzati graficamente in linea con l'identità del progetto e configurati con software multilingua per la visualizzazione di contenuti divulgativi su neutrini, tecnologie sottomarine e attività del laboratorio CAPACITY. I totem

saranno installati in modo permanente nello spazio espositivo, contribuendo a rendere l'esperienza di visita coinvolgente, dinamica e accessibile a tutti. 2. Produzione di materiale infografico e didattico Verranno realizzati materiali grafici e informativi (poster, pannelli, brochure e schede didattiche) destinati a studenti, insegnanti e visitatori generici. Tutti i contenuti saranno progettati in doppia lingua (italiano e inglese), in collaborazione con professionisti della comunicazione scientifica, e distribuiti in occasione di eventi e visite scolastiche, oppure utilizzati come supporto pre- e post-visita. 3. Logistica per eventi pubblici e scolastici Per garantire un'organizzazione efficiente e professionale degli eventi – tra cui open day, seminari didattici, la partecipazione alla European Researchers' Night e altri appuntamenti divulgativi – sono previste spese relative alla logistica (noleggio attrezzature, allestimenti, trasporto materiali, accoglienza dei visitatori, gestione degli spazi espositivi). 4. Comunicazione e promozione delle attività Infine, saranno attivate campagne di comunicazione su stampa locale, social media e portali scolastici per promuovere gli eventi e sensibilizzare il territorio. La gestione dei canali digitali e delle relazioni con le scuole sarà fondamentale per assicurare un'ampia partecipazione e rafforzare la visibilità delle iniziative di outreach.

Per ogni Activity inclusa nel WP:

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Strumentazione per attività di Outreach

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

WP05-STROUT

- **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

Sezione di Bari

- **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

1

- **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

30

- **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

Questa attività comprende lo sviluppo di modelli in scala ridotta dell'apparato e strutture multimediali per promuovere attività di outreach e di formazione. La ricerca in ambiente marino profondo resa possibile dal progetto consente di condurre una grande varietà di attività di comunicazione, comprendendo la ricerca in astrofisica e nel campo delle particelle elementari, l'approccio multimessaggero alla fisica astroparticellare, la ricerca in ambiente marino profondo, e inoltre diverse applicazioni di tecnologia di punta, quali le installazioni in mare profondo, la meccanica di precisione, la sensoristica, i sistemi di trasmissione dei dati a larga banda e su lunghe distanze. Tutta la strumentazione verrà realizzata in un formato facilmente trasportabile in modo da poter essere utilizzata in tutte le unità operative che partecipano al progetto, secondo esigenze.

ARTICOLAZIONE DI DETTAGLIO DEI COSTI DI PROGETTO

Per Ciascuna Activity indicare i costi associati, distinti per Tipologia e per Soggetto:

WP01 - Attività 1

- **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

209840.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

Tabelle standard di costi unitari (TSCU) per la rendicontazione delle spese del personale nei progetti di ricerca, sviluppo e innovazione – D.I. n. 116 del 24/01/2018 adeguate con LCI 2016 - 2022

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

0.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

0.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP02 - Attività 1

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

0.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

0.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

190000.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

Il costo di questa attività è stato stimato sulla base di una ricerca di mercato, che ha consentito di acquisire un'offerta budgetaria per i componenti non presenti a catalogo, mentre per i componenti standard è stato utilizzato il prezzo di listino disponibile.

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

13300.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

Stimato come il 7% dei costi diretti ammissibili

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP02 - Attività 2

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

0.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

33000.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

Il costo di questa attività è stato stimato sulla base di una ricerca di mercato, che ha consentito di acquisire un'offerta budgetaria per i componenti non presenti a catalogo, mentre per i componenti standard è stato utilizzato il prezzo di listino disponibile.

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

2310.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

Stimato come il 7% dei costi diretti ammissibili

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP02 - Attività 3

➤ 11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura

0.00

➤ 11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura

➤ 11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature

22000.00

➤ 11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature

Il costo di questa attività è stato stimato sulla base di una ricerca di mercato, che ha consentito di acquisire un'offerta budgetaria per i componenti non presenti a catalogo, mentre per i componenti standard è stato utilizzato il prezzo di listino disponibile.

➤ 11D1.21c1 Costi esposti per Open Access

0.00

➤ 11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access

➤ 11D1.21d1 Costi di Impianti

0.00

➤ 11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti

➤ 11D1.21e1 Costi di Progettazione

0.00

➤ 11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione

➤ 11D1.21f1 Costi di Spese Generali

1540.00

➤ 11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali

Stimato come il 7% dei costi diretti ammissibili

➤ 11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione

0.00

➤ 11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione

WP02 - Attività 4

➤ 11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura

0.00

➤ 11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura

➤ 11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature

200000.00

➤ 11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature

Il costo di questa attività è stato stimato sulla base di una ricerca di mercato, che ha consentito di acquisire un'offerta budgetaria per i componenti non presenti a catalogo, mentre per i componenti standard è stato utilizzato il prezzo di listino disponibile.

➤ 11D1.21c1 Costi esposti per Open Access

0.00

➤ 11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access

➤ 11D1.21d1 Costi di Impianti

0.00

➤ 11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti

➤ 11D1.21e1 Costi di Progettazione

0.00

➤ 11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione

➤ 11D1.21f1 Costi di Spese Generali

14000.00

➤ 11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali

Stimato come il 7% dei costi diretti ammissibili

➤ 11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP02 - Attività 5

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

123840.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

Tabelle standard di costi unitari (TSCU) per la rendicontazione delle spese del personale nei progetti di ricerca, sviluppo e innovazione – D.I. n. 116 del 24/01/2018 adeguate con LCI 2016 - 2022

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

0.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

0.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP03 - Attività 1

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

0.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

3500000.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

Il costo di questa attività è stato stimato sulla base di una ricerca di mercato che ha consentito di acquisire un'offerta budgetaria

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

245000.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

Stimato come il 7% dei costi diretti ammissibili

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP04 - Attività 1

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

0.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

860000.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

Il costo di questa attività è stato stimato sulla base di una ricerca di mercato, che ha consentito di acquisire un'offerta budgetaria per i componenti non presenti a catalogo, mentre per i componenti standard è stato utilizzato il prezzo di listino disponibile.

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

60200.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

Stimato come il 7% dei costi diretti ammissibili

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP04 - Attività 2

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

0.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

300000.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

Il costo di questa attività è stato stimato sulla base di una ricerca di mercato, che ha consentito di acquisire un'offerta budgetaria per i componenti non presenti a catalogo, mentre per i componenti standard è stato utilizzato il prezzo di listino disponibile.

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

21000.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

Stimato come il 7% dei costi diretti ammissibili

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP04 - Attività 3

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

0.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

105000.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

Il costo di questa attività è stato stimato sulla richiesta di un'offerta budgetaria al fornitore unico produttore delle sfere.

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

7350.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

Stimato come il 7% dei costi diretti ammissibili

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP04 - Attività 4

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

0.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

520000.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

Il costo di questa attività è stato stimato sulla base di una ricerca di mercato, che ha consentito di acquisire un'offerta budgetaria per i componenti non presenti a catalogo, mentre per i componenti standard è stato utilizzato il prezzo di listino disponibile.

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

36400.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

Stimato come il 7% dei costi diretti ammissibili

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP04 - Attività 5

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

0.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

88000.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

Il costo di questa attività è stato stimato sulla base di una ricerca di mercato, che ha consentito di acquisire un'offerta budgetaria per i componenti non presenti a catalogo

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

6160.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

Stimato come il 7% dei costi diretti ammissibili

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP04 - Attività 6

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

0.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

160000.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

Il costo di questa attività è stato stimato sulla base di una ricerca di mercato, che ha consentito di acquisire un'offerta budgetaria per i componenti non presenti a catalogo

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

11200.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

Stimato come il 7% dei costi diretti ammissibili

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP04 - Attività 7

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

0.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

380000.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

Il costo di questa attività è stato stimato sulla base di una ricerca di mercato, che ha consentito di acquisire un'offerta budgetaria per i componenti non presenti a catalogo, mentre per i componenti standard è stato utilizzato il prezzo di listino disponibile.

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

26600.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

Stimato come il 7% dei costi diretti ammissibili

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP04 - Attività 8

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

619200.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

Tabelle standard di costi unitari (TSCU) per la rendicontazione delle spese del personale nei progetti di ricerca, sviluppo e innovazione – D.I. n. 116 del 24/01/2018 adeguate con LCI 2016 - 2022

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

0.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

0.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP04 - Attività 9

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

247680.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

Tabelle standard di costi unitari (TSCU) per la rendicontazione delle spese del personale nei progetti di ricerca, sviluppo e innovazione – D.I. n. 116 del 24/01/2018 adeguate con LCI 2016 - 2022

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

0.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

0.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP04 - Attività 10

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

247680.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

Tabelle standard di costi unitari (TSCU) per la rendicontazione delle spese del personale nei progetti di ricerca, sviluppo e innovazione – D.I. n. 116 del 24/01/2018 adeguate con LCI 2016 - 2022

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

0.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

0.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP04 - Attività 11

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

784320.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

Tabelle standard di costi unitari (TSCU) per la rendicontazione delle spese del personale nei progetti di ricerca, sviluppo e innovazione – D.I. n. 116 del 24/01/2018 adeguate con LCI 2016 - 2022

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

0.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

0.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP04 - Attività 12

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

0.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

5800000.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

Il costo di questa attività è stato stimato sulla base di una ricerca di mercato, che ha consentito di acquisire un'offerta budgetaria

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

406000.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

Stimato come il 7% dei costi diretti ammissibili

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

0.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

WP05 - Attività 1

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

0.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

0.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

0.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

90000.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

Il costo di questa attività è stato stimato sulla base di una ricerca di mercato, che ha consentito di confrontare offerte budgetarie per l'organizzazione degli eventi programmati.

WP05 - Attività 2

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

0.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

0.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

0.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

60000.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

Il costo di questa attività è stato stimato sulla base di una ricerca di mercato, che ha consentito di acquisire un'offerta budgetaria per i componenti non presenti a catalogo, mentre per i componenti standard è stato utilizzato il prezzo di listino disponibile.

WP05 - Attività 3

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

0.00

➤ **11D1.21a2 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

0.00

➤ **11D1.21b2 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

0.00

➤ **11D1.21c2 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

0.00

➤ **11D1.21d2 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

0.00

➤ **11D1.21e2 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

0.00

➤ **11D1.21f2 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

50000.00

➤ **11D1.21g2 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

Il costo di questa attività è stato stimato sulla base di una ricerca di mercato, che ha consentito di acquisire un'offerta budgetaria per i componenti non presenti a catalogo, mentre per i componenti standard è stato utilizzato il prezzo di listino disponibile.

Inserire i costi associati a ciascuna attività per ciascuna categoria di spesa comprensivi di una descrizione che motivi la loro quantificazione in coerenza con quanto disposto all'art.7 dell'Avviso.

Si ricordano i criteri principali:

A) costi di personale dedicato all'infrastruttura nella misura massima forfettaria del 20% dei costi diretti ammissibili a finanziamento in base a quanto stabilito dall'art. 55, comma 1, del Regolamento (UE) 2021/1060. L'importo destinato ai costi di personale è da intendersi riferito all'intera durata del progetto, così come stabilito al precedente art.5 comma 6. Tali costi dovranno riguardare prioritariamente le spese di personale afferenti alle collaborazioni e i contratti di lavoro (quali ad esempio: ricercatori e collaboratori che hanno un contratto di lavoro a tempo determinato, titolari di borse di ricerca, assegni di ricerca o altre forme di impiego a termine) già avviati mediante gli investimenti realizzati con il PNRR. Tale quota forfettaria è calcolata sul totale dei costi diretti ammissibili di cui alle successive voci B; C; D

B) Strumentazione scientifica e impianti tecnologici strettamente correlati o indispensabili per il corretto funzionamento della IR, rispondenti alle linee guida DNSH, licenze software e brevetti, nonché agli interventi relativi alla sicurezza e/o all'interoperabilità dei dati.

C) Open access virtuale o meno, Trans National Access, implementazione di metodologie per la gestione dei dati della IR secondo i principi FAIR.

D) Impianti inclusa edilizia ed opere edili rispondenti alle linee guida DNSH, Costi DNSH /Climate Proofing (n.b. nella voce di spesa D rientrano i costi relativi alle spese tecniche necessarie per garantire la conformità del progetto ai principi di 'Do No Significant Harm' -DNSH- e di 'Climate Proofing' durante le fasi di progettazione, realizzazione o ammodernamento della IR). Costi per la progettazione, la direzione dei lavori e della sicurezza di cantiere, laddove coerente con l'intervento proposto (n.b. Tali costi sono calcolati nella misura massima del 10%. Tale percentuale viene applicata all'importo complessivo dei costi di cui alla lettera D.)

E) Costi generali nella misura massima forfettaria del 7% dei costi diretti ammissibili a finanziamento in base a quanto stabilito dall'art. 54, comma 1, lettera a del Regolamento (UE) 2021/1060 (tale quota forfettaria è calcolata sul totale dei costi diretti ammissibili di cui alle precedenti voci B; C; D).

F) Spese per attività di comunicazione e disseminazione delle attività della IR per la realizzazione di eventi quali ad esempio: organizzazione eventi e workshop; produzione materiali divulgativi; attività di public engagement (tale voce di spesa è ammissibile nella misura massima del 5% calcolato sul totale dei costi ammissibili di cui alle precedenti voci A; B; C; D)

4000 car.

PIANO DEI COSTI COMPLESSIVI RIPARTITO PER TIPOLOGIE DI SPESA

Costi Complessivi	VALORE
A2 - Personale Infrastruttura	€ 2.232.560,00
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 11.968.000,00

C1 – Open Access	€ 0,00
D1 – Impianti	€ 190.000,00
D2 – Progettazione	€ 0,00
E1 - Spese Generali	€ 851.060,00
F1 – Comunicazione	€ 200.000,00

PIANO DEI COSTI PER CIASCUNA WP RIPARTITO PER TIPOLOGIE DI SPESA

WP: WP01

WP / Tipologia di Spesa	<u>IMPORTO</u>
A2 - Personale Infrastruttura	€ 209.840,00
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 0,00
C1 – Open Access	€ 0,00
D1 – Impianti	€ 0,00
D2 – Progettazione	€ 0,00
E1 - Spese Generali	€ 0,00
F1 – Comunicazione	€ 0,00

WP: WP02

WP / Tipologia di Spesa	<u>IMPORTO</u>
A2 - Personale Infrastruttura	€ 123.840,00
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 255.000,00
C1 – Open Access	€ 0,00

D1 – Impianti	€ 190.000,00
D2 – Progettazione	€ 0,00
E1 - Spese Generali	€ 31.150,00
F1 – Comunicazione	€ 0,00

WP: WP03

WP / Tipologia di Spesa	<u>IMPORTO</u>
A2 - Personale Infrastruttura	€ 0,00
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 3.500.000,00
C1 – Open Access	€ 0,00
D1 – Impianti	€ 0,00
D2 – Progettazione	€ 0,00
E1 - Spese Generali	€ 245.000,00
F1 – Comunicazione	€ 0,00

WP: WP04

WP / Tipologia di Spesa	<u>IMPORTO</u>
A2 - Personale Infrastruttura	€ 1.898.880,00
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 8.213.000,00
C1 – Open Access	€ 0,00
D1 – Impianti	€ 0,00
D2 – Progettazione	€ 0,00

E1 - Spese Generali	€ 574.910,00
F1 – Comunicazione	€ 0,00

WP: WP05

WP / Tipologia di Spesa	<u>IMPORTO</u>
A2 - Personale Infrastruttura	€ 0,00
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 0,00
C1 – Open Access	€ 0,00
D1 – Impianti	€ 0,00
D2 – Progettazione	€ 0,00
E1 - Spese Generali	€ 0,00
F1 – Comunicazione	€ 200.000,00

PIANO DEI COSTI PER CIASCUN PARTECIPANTE RIPARTITO PER TIPOLOGIE DI SPESA

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE (I.N.F.N.)

Partecipante/ Tipologia di Spesa	<i>Importo</i>
A2 - Personale Infrastruttura	2.232.560,00 €
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	11.968.000,00 €
C1 – Open Access	0,00 €
D1 – Impianti	190.000,00 €
D2 – Progettazione	0,00 €
E1 - Spese Generali	851.060,00 €
F1 – Comunicazione	200.000,00 €

E - ELEMENTI VALUTATIVI

Criterio A – Caratteristiche del soggetto proponente

➤ **11EA1: Qualità tecnica e completezza del progetto**

Descrivere la qualità tecnica e completezza del progetto proposto in termini di: o definizione degli obiettivi e grado di coerenza con le priorità individuate dalla SNSI o qualità della metodologia e delle procedure di attuazione o grado di eccellenza, transdisciplinarietà ed unicità del progetto proposto o capacità di generare ricadute sul sistema imprenditoriale (8000 car)

Il progetto NAUTILUS (Neutrino Astronomy Undersea enabled by Technology & Innovation for Long-term Universe Studies) si configura come un intervento altamente strategico per il potenziamento dell'infrastruttura sottomarina KM3NeT, finalizzato al rafforzamento della capacità scientifica nazionale nel campo dell'astrofisica dei neutrini, della ricerca ambientale marina profonda e dell'innovazione tecnologica interdisciplinare. Proseguendo e ampliando l'esperienza maturata con i progetti KM3NeT4RR e IDMAR, NAUTILUS propone un salto qualitativo nell'evoluzione dell'infrastruttura e nelle modalità di accesso e valorizzazione della ricerca, attraverso un insieme integrato di azioni orientate all'eccellenza, alla sostenibilità e all'impatto territoriale.

1. Definizione degli obiettivi e coerenza con le priorità SNSI
NAUTILUS individua con chiarezza obiettivi sfidanti ma raggiungibili, pienamente coerenti con le priorità della Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente (SNSI), in particolare nelle aree Aerospazio, Blue Growth, Smart Communities e Tecnologie per l'ambiente. In tale contesto, il progetto intende:

- Potenziare l'infrastruttura KM3NeT nel sito italiano di Capo Passero attraverso l'installazione di 5 nuove Detection Units (DU) e la realizzazione di un nodo sottomarino elettro-ottico avanzato, capace di distribuire potenza e dati in profondità e abilitare nuove funzionalità multiutente;*
- Rafforzare la capacità nazionale nella rilevazione di neutrini astrofisici e nello studio di fenomeni cosmici ad alta energia, contribuendo alla leadership europea nel settore della fisica fondamentale e multimessaggera;*
- Favorire l'osservazione e il monitoraggio continuo dell'ambiente marino profondo, integrando sensori per la misura di parametri chimico-fisici e acustici, in coerenza con gli obiettivi EUSAIR e con i principi DNSH e Climate Proofing;*
- Estendere l'uso dell'infrastruttura a domini applicativi interdisciplinari, abilitando esperimenti di terze parti, test tecnologici e attività dimostrative aperte alla comunità scientifica e industriale;*
- Rafforzare il capitale umano nelle regioni del Mezzogiorno, attraverso il reclutamento di giovani ricercatori, tecnologi e personale tecnico specializzato.*

L'iniziativa, pienamente in linea con le finalità del PN RIC e del PNRR, contribuisce alla costruzione di infrastrutture resilienti, digitali e sostenibili, valorizzando le risorse territoriali e promuovendo l'equità sociale e di genere.

2. Qualità della metodologia, eccellenza, transdisciplinarietà e unicità
Il progetto si distingue per l'adozione di una metodologia avanzata e sperimentata, fondata su competenze già acquisite nei progetti precedenti ma con significative innovazioni. Il piano operativo prevede:

- L'integrazione di pratiche ingegneristiche all'avanguardia per la progettazione, validazione e installazione di sistemi sottomarini complessi, inclusi test in camera iperbarica, modellazione strutturale e verifica EMC;*
- Il supporto alle operazioni offshore mediante ROV e navi specializzate, nel rispetto di protocolli di sicurezza, sostenibilità e tracciabilità;*
- L'adozione di architetture modulari e scalabili, che consentono manutenzione remota, riconfigurabilità funzionale e interoperabilità con altri sistemi marini;*
- La messa a punto di strumenti per la gestione integrata dei dati, con sincronizzazione White Rabbit, elaborazione distribuita, tecniche di AI e Big Data Analysis per la correlazione tra segnali astrofisici e fenomeni ambientali.*

NAUTILUS è intrinsecamente transdisciplinare: fonde competenze in fisica delle particelle, ingegneria elettronica e meccanica, oceanografia, geofisica, intelligenza artificiale e scienze ambientali. Le Unità Operative coinvolte (INFN-BA, INFN-CT, INFN-LNS, INFN-NA, INFN-BO) coprono l'intera catena di sviluppo, dalla produzione dei componenti alla gestione dell'infrastruttura, alla validazione dei dati. L'unicità del progetto si manifesta nella capacità di offrire un'infrastruttura integrata per la scienza dei neutrini e il monitoraggio ambientale profondo, unica nel Mediterraneo e complementare a IceCube e Baikal.

NAUTILUS, oltre a proseguire la missione scientifica di KM3NeT, trasforma l'infrastruttura in un laboratorio aperto, con accesso competitivo per esperimenti esterni, dimostrazioni industriali e utilizzi cross-settoriali.

3. Ricadute sul sistema imprenditoriale
NAUTILUS genera ricadute significative e misurabili sul tessuto produttivo, in particolare in settori ad alta intensità tecnologica e nelle regioni del Mezzogiorno. I principali canali d'impatto sono:

- Coinvolgimento diretto di imprese nazionali, incluse PMI e startup, per la fornitura di sistemi elettro-ottici, cavi umbilicali, connettori sottomarini, housing in titanio, elettronica*

embedded, software e sensoristica. La presenza di requisiti tecnici stringenti stimola l'innovazione di processo e di prodotto; • Attivazione di partnership pubblico-private orientate alla co-progettazione, testing e validazione di tecnologie destinate a usi civili e duali, aprendo mercati nel settore energetico, ambientale e marittimo; • Promozione di trasferimento tecnologico attraverso l'utilizzo congiunto di laboratori, programmi di open innovation, contratti di ricerca conto terzi e licensing di know-how; • Rafforzamento della filiera industriale meridionale, con effetti diretti su produzione, logistica e integrazione. Le attività offshore a Portopalo e quelle di assemblaggio nei siti del Sud (INFN-BA, INFN-CT, INFN-LNS e INFN-NA attiveranno commesse locali, trasporti specializzati e manutenzione avanzata; • Crescita dell'occupazione qualificata: il progetto prevede l'assunzione di personale tecnico e scientifico, l'erogazione di contratti a giovani laureati e dottorandi, e la formazione continua del personale coinvolto. NAUTILUS contribuisce quindi alla modernizzazione del sistema industriale, potenziando la resilienza, la competitività e la capacità di penetrazione in mercati tecnologici globali, in linea con le finalità della SNSI e i criteri di premialità del bando. Criteri premiali: attenzione a parità di genere, giovani e Sud Il progetto adotta una politica attiva per la parità di genere, garantendo criteri trasparenti nella selezione del personale, attenzione alla rappresentanza femminile in ambito STEM e ambienti inclusivi. Inoltre, prevede il reclutamento di giovani ricercatori tramite contratti a TD e assegni di ricerca, con un focus specifico sul rafforzamento del capitale umano nel Mezzogiorno. Le attività di formazione, mentoring e knowledge management contribuiranno al ricambio generazionale e alla crescita di nuove competenze tecniche e manageriali.

➤ **11EA2: Fattibilità tecnica (8000 car.)**

Il progetto NAUTILUS si fonda su una comprovata fattibilità tecnica, ereditata da oltre un decennio di investimenti e risultati concreti nella realizzazione dell'infrastruttura di ricerca sottomarina KM3NeT. A supporto del progetto vi è un ampio insieme di esperienze maturate con i progetti PACK-PON, IDMAR e soprattutto KM3NeT4RR, che hanno già portato alla realizzazione operativa del telescopio di neutrini nel Mar Ionio, al largo di Portopalo di Capo Passero, a 3.500 metri di profondità. Tale infrastruttura è oggi attiva e funzionante, raccoglie dati regolarmente e ha già prodotto risultati scientifici di rilievo internazionale, tra cui l'osservazione del neutrino KM3-230213A (220 PeV), pubblicata su Nature. A differenza di altri progetti ancora in fase di avviamento, NAUTILUS si innesta su una base tecnologica già collaudata e operativa, di cui rappresenta un salto evolutivo mirato. L'obiettivo è potenziare l'infrastruttura esistente con la realizzazione di un Nodo elettro-ottico avanzato per la distribuzione di potenza (fino a 10 kW) e dati ad alta velocità, progettato per un funzionamento affidabile, autonomo e senza manutenzione per almeno 20 anni in condizioni estreme. La fattibilità tecnica è garantita da: • la disponibilità di componenti già sviluppati e testati (es. cavi elettro-ottici, pressure vessels, moduli elettronici); • l'esistenza di laboratori specializzati già attivi nell'integrazione e validazione delle Detection Units in tutte le sedi delle UO partecipanti a NAUTILUS; • procedure ingegneristiche e logistiche già formalizzate e ottimizzate nei progetti precedenti. Il cronoprogramma di NAUTILUS è costruito sulla base di sequenze già sperimentate, e si articola in: 1. progettazione tecnica e ingegnerizzazione del Nodo; 2. qualificazione e produzione dei sottosistemi; 3. integrazione e validazione presso i laboratori dedicati; 4. collaudo funzionale e messa in esercizio del sistema. Sono già stati identificati i principali rischi tecnologici (tenuta meccanica a 3500 m, affidabilità optoelettronica, integrità delle connessioni), per i quali si prevede: • uso di materiali certificati (es. titanio, connettori subsea ad alta resistenza); • test in condizioni simulate (camere iperbariche, test di shock e vibrazione); • ridondanze funzionali e soluzioni di monitoraggio continuo dello stato di salute del sistema. NAUTILUS si basa su soluzioni tecnologiche già consolidate in ambito scientifico e ingegneristico, che saranno ulteriormente sviluppate, integrate e validate in ambiente operativo reale. Il progetto prevede un'evoluzione controllata delle tecnologie, con un avanzamento concreto e misurabile verso l'affidabilità e la piena funzionalità dell'infrastruttura. Questo percorso è pienamente coerente con i criteri del PN RIC 2021–2027 e risponde ai requisiti di maturità, sostenibilità tecnica e gestione del rischio stabiliti dal Decreto Direttoriale n. 310/2025. In sintesi, la fattibilità tecnica del progetto è garantita da: • un'infrastruttura sottomarina già funzionante; • una filiera di laboratori e competenze pienamente operativa; • risultati scientifici già prodotti e riconosciuti a livello internazionale; • un'architettura progettuale che consolida e migliora le esperienze precedenti; • un ecosistema tecnologico pronto per la transizione a scala industriale. NAUTILUS non rappresenta un salto nel vuoto, ma un'evoluzione naturale e razionale di un'infrastruttura già dimostrata sul campo.

Criterio B - Soggetto proponente e Co-Proponenti (laddove presenti)

➤ **11EB1.1 - Capacità di supportare l'avanzamento tecnologico delle imprese e l'introduzione di tecnologie avanzate (4000 car.)**

Il progetto NAUTILUS rappresenta un'opportunità concreta per il rafforzamento del sistema nazionale dell'innovazione, grazie alla sua capacità strutturale di attivare percorsi di trasferimento tecnologico verso le imprese, in particolare nei settori ad alta intensità di conoscenza. L'infrastruttura, grazie alla sua natura multidisciplinare e alla disponibilità di componenti tecnologiche avanzate, costituisce un banco di prova reale per tecnologie che vanno dalla microelettronica sottomarina alla fotonica, dalla robotica marina alla sensoristica ambientale, fino alle soluzioni di edge computing e data management in ambienti ostili. NAUTILUS prevede il coinvolgimento diretto di aziende che operano in ambiti strategici come l'ingegneria sottomarina, la produzione di componenti in titanio, la realizzazione di nodi elettro-ottici, la logistica navale e le operazioni ROV. La collaborazione con queste imprese non è limitata all'approvvigionamento di forniture, ma assume la forma di co-sviluppo di soluzioni ad alta complessità tecnica, validazione congiunta di sistemi e industrializzazione di prototipi. Tali attività stimolano l'introduzione e l'adozione di tecnologie abilitanti da parte delle imprese coinvolte, rafforzando la loro capacità di competere sui mercati internazionali. Attraverso il modello organizzativo adottato, l'infrastruttura offre alle imprese l'accesso a competenze scientifiche, strumenti di test avanzati e ambienti operativi unici al mondo, come i fondali a 3.500 metri del Mar Ionio. Questo consente alle imprese di testare prodotti e processi in condizioni estreme, accelerando la maturazione tecnologica di soluzioni che potranno successivamente essere impiegate in settori affini, quali l'oceanografia, l'oil&gas offshore, la difesa marittima e le telecomunicazioni sottomarine. L'impatto potenziale sulle imprese è rafforzato da un approccio aperto all'innovazione (open innovation), già sperimentato positivamente nell'ambito KM3NeT e ora potenziato con NAUTILUS. Sono previsti meccanismi strutturati di collaborazione pubblico-privata, inclusi workshop tecnici, codifica congiunta di specifiche, utilizzo condiviso di laboratori e accesso a infrastrutture per attività di test e collaudo. In questo quadro, NAUTILUS agisce come catalizzatore per la diffusione di tecnologie avanzate, in coerenza con le politiche nazionali per la competitività e con gli obiettivi della Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente (SNSI). Infine, particolare attenzione è rivolta al tessuto imprenditoriale del Mezzogiorno. Il progetto privilegia il coinvolgimento di imprese localizzate in regioni meno sviluppate, promuovendone la crescita tecnologica e l'integrazione in filiere ad alto valore aggiunto. Questo approccio è pienamente in linea con i criteri di valutazione e premialità stabiliti dal Decreto Direttoriale n. 310/2025 e contribuisce al rafforzamento dell'ecosistema dell'innovazione territoriale in una prospettiva di lungo periodo.

➤ **11EB1.2 - Capacità economico finanziaria del Soggetto Proponente per la sostenibilità del progetto (4000 car.)**

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), soggetto proponente del progetto NAUTILUS, dispone di una comprovata solidità economico-finanziaria e di un'esperienza pluriennale nella gestione di grandi infrastrutture di ricerca a livello nazionale e internazionale. Il bilancio dell'ente è articolato, trasparente e sottoposto a controllo da parte degli organi vigilanti del Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR), nonché della Corte dei Conti. L'INFN è inoltre sottoposto a certificazioni e audit periodici, inclusi quelli legati alla gestione dei fondi strutturali europei e dei finanziamenti del PNRR. Nell'ambito di precedenti progetti di rafforzamento infrastrutturale come KM3NeT4RR, PACK-PON e IDMAR, l'INFN ha già dimostrato la capacità di garantire la sostenibilità economico-finanziaria lungo tutto il ciclo di vita progettuale, sia in fase esecutiva che post-operativa. Tali progetti, realizzati in stretta collaborazione con le unità operative territoriali (LNS, Napoli, Bologna, Bari, Catania), sono stati gestiti con criteri di elevata efficienza, raggiungendo gli obiettivi previsti nei tempi stabiliti e nel rispetto dei vincoli finanziari. Il progetto NAUTILUS non prevede oneri aggiuntivi non sostenibili per l'ente, ma si inserisce armonicamente nella pianificazione tecnico-finanziaria dell'INFN. Le risorse richieste saranno interamente coperte dal contributo sul PN RIC 2021–2027 e gestite secondo criteri di tracciabilità, monitoraggio e controllo, grazie a sistemi di project management già in uso presso l'ente (tra cui software di gestione budget, cronoprogrammi triennali e rendicontazione digitale). L'INFN ha attualmente in essere numerosi progetti con finanziamenti europei competitivi (Horizon Europe, ERC, Marie Curie), progetti bilaterali con enti internazionali (es. CERN, DOE-USA, CNRS-Francia), oltre a infrastrutture presenti nelle roadmap ESFRI (tra cui KM3NeT). Questa articolazione di finanziamenti e la sua capacità di attrarre risorse esterne costituiscono una garanzia di affidabilità nella gestione di fondi pubblici su larga scala. Infine, la sostenibilità di NAUTILUS è rafforzata dalla presenza di un'infrastruttura operativa già attiva sul sito di Portopalo di Capo Passero, con personale qualificato, mezzi tecnici e strutture esistenti. Tali elementi

riducono il fabbisogno di nuove risorse a vantaggio della stabilità gestionale e finanziaria del progetto.

➤ **11EB1.3 - Collaborazioni tra i soggetti Coinvolti e Capacità di Networking**

Il progetto NAUTILUS si fonda su una struttura di collaborazione consolidata, efficiente e multidisciplinare, che coinvolge unità operative complementari per competenze, missione istituzionale e collocazione territoriale. L'assetto consente di garantire il massimo grado di coerenza rispetto agli obiettivi progettuali e, al contempo, di massimizzare l'impatto sistemico attraverso un approccio a rete. La collaborazione avviene all'interno di un'infrastruttura già esistente, KM3NeT, operativa da anni e riconosciuta come research infrastructure paneuropea di interesse strategico (ESFRI 2016 e 2021), con una governance strutturata e un ecosistema cooperativo consolidato a livello internazionale. I partner coinvolti condividono ruoli, competenze e risorse in modo integrato, facendo leva su procedure comuni, interoperabilità di strumenti e complementarità delle funzioni. Nello specifico:

- *L'unità operativa responsabile del sito sottomarino (INFN-LNS) assicura l'expertise nella gestione delle infrastrutture di profondità e nella realizzazione di sistemi elettro-ottici per ambienti estremi.*
- *Il laboratorio CAPACITY dell'INFN Napoli, sito di integrazione tecnico-scientifica, è uno snodo strategico nella catena di assemblaggio delle Detection Units e centro di riferimento per l'ingegneria dei rivelatori.*
- *L'unità di Bologna ha un ruolo specializzato nello sviluppo e nell'implementazione di sensoristica per il monitoraggio ambientale e marino, con competenze trasversali in sensor fusion, oceanografia fisica e strumentazione integrata;*
- *Le unità di Bari e di Catania hanno un ruolo chiave nello sviluppo e nell'integrazione di BM e DOM, rispettivamente. Tutte le unità operative hanno una lunga esperienza di collaborazione, maturata all'interno della comunità KM3NeT e in progetti europei di ricerca collaborativa, e partecipano attivamente a reti internazionali come GNN (Global Neutrino Network) gruppi di lavoro con altre comunità internazionali con le quali si concretizzano attività di ricerca in ambito multi-messaggero. Questi legami consentono al progetto di intercettare contributi, pratiche e competenze di eccellenza anche al di fuori del consorzio nazionale, aumentando la capacità di influenzare strategie di ricerca europee e internazionali. Il modello di cooperazione implementato da NAUTILUS è ispirato a criteri di:*
- *governance distribuita e partecipativa, con ruoli chiari, responsabilità definite e strumenti condivisi per la pianificazione e il monitoraggio delle attività;*
- *sinergia territoriale, con l'obiettivo di rafforzare le connessioni tra ricerca, industria e formazione nelle regioni meno sviluppate;*
- *scambio strutturato di conoscenza, facilitato da piattaforme digitali, condivisione di strumenti e metodologie comuni, accesso aperto alle facility;*
- *valorizzazione delle infrastrutture esistenti, attraverso il loro potenziamento e la messa in rete funzionale tra siti di terra e infrastruttura sottomarina. L'elevata interoperabilità tra le unità operative, l'esistenza di canali decisionali codificati e una chiara distribuzione dei work package garantiscono un'implementazione efficace e coordinata, oltre a elevati livelli di tracciabilità, qualità dei risultati e controllo dei rischi. L'uso di strumenti digitali condivisi per la gestione documentale, il project monitoring, la rendicontazione e la comunicazione interna contribuisce a rafforzare la capacità gestionale dell'intero partenariato. Infine, il progetto promuove una collaborazione pubblico-privato estesa e flessibile, attraverso il coinvolgimento attivo di imprese ad alta tecnologia, enti del terzo settore, università e centri di formazione professionale, in un'ottica di rete dinamica orientata all'innovazione aperta, alla formazione e all'impatto territoriale.*

Criterio C – Sostenibilità economica e finanziaria

➤ **11EC1.1 – Sostenibilità economica e finanziaria**

Sostenibilità economico-finanziaria, in conformità con le disposizioni di cui all'art. 73, par. 2, lett. d) del Regolamento sulle disposizioni comuni 4000 car.

Il progetto NAUTILUS beneficia della piena solidità economico-finanziaria del soggetto proponente, l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Ente pubblico nazionale di ricerca vigilato dal Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR), con comprovata capacità di gestione di progetti complessi, multilivello e ad alta intensità di capitale umano e tecnologico. L'INFN dispone di una struttura amministrativa centralizzata e di meccanismi consolidati di controllo, monitoraggio, rendicontazione e audit, pienamente conformi ai requisiti della normativa nazionale ed europea in materia di finanziamenti pubblici, incluse le disposizioni previste dall'art. 73, par. 2, lett. d) del Regolamento (UE) 2021/1060. L'INFN ha già dimostrato, in progetti precedenti come KM3NeT4RR e IDMAR, di possedere la capacità tecnica e finanziaria per sostenere interventi infrastrutturali complessi su scala nazionale e internazionale, coordinando l'impiego di fondi PNRR, PON, regionali, e di programmi quadro europei (es. Horizon 2020,

Horizon Europe). In entrambi i casi, l'Istituto ha garantito una gestione efficace e conforme ai piani finanziari approvati, raggiungendo gli obiettivi progettuali nei tempi stabiliti e senza criticità economiche. Il piano finanziario del progetto NAUTILUS è costruito su basi solide e trasparenti. La totalità dei costi ammissibili è coperta dal contributo richiesto a valere sul PN RIC 2021–2027, evitando il ricorso a indebitamento o a fonti di finanziamento incerte. La struttura di costo è coerente con le tipologie di attività previste: progettazione, ingegneria, produzione, installazione sottomarina, formazione e disseminazione, e tiene conto delle esperienze maturate nella gestione delle medesime voci di spesa in progetti precedenti. La sostenibilità del progetto nel suo ciclo di vita è ulteriormente garantita dal fatto che NAUTILUS si inserisce in un'infrastruttura già operativa (KM3NeT), con personale stabile, strutture logistiche e laboratori consolidati (presenti in tutte le UO partecipanti al progetto) e con un modello di governance tecnico-amministrativo già collaudato. Il potenziamento previsto da NAUTILUS si fonda su soluzioni progettate per la massima affidabilità e lunga durata operativa (20 anni), senza manutenzione, contribuendo a ridurre i costi gestionali futuri e a migliorare la resilienza complessiva dell'infrastruttura. Inoltre, il progetto prevede la valorizzazione di risorse già disponibili presso l'INFN e le sue Unità Operative, limitando i costi di attivazione e promuovendo l'efficienza economica. Gli accordi di collaborazione con partner tecnologici ed enti di ricerca consentono inoltre economie di scala, condivisione di costi infrastrutturali e accesso a servizi comuni già attivi. Infine, l'INFN ha da tempo integrato nei propri processi gestionali un approccio orientato alla programmazione pluriennale delle risorse, supportato da sistemi informatici avanzati per il controllo di gestione, la rendicontazione digitale e l'audit interno, strumenti che saranno applicati anche per il monitoraggio continuo delle attività di NAUTILUS, in piena coerenza con i requisiti del PN RIC e delle autorità di gestione. In sintesi, la sostenibilità economico-finanziaria di NAUTILUS è garantita da:

- un piano finanziario credibile, autosufficiente e privo di elementi di rischio sistemico;
- una struttura gestionale collaudata e conforme ai regolamenti UE;
- una capacità dimostrata di attuazione e completamento di grandi progetti infrastrutturali;
- una visione di lungo periodo che integra contenimento dei costi operativi, alta efficienza e durabilità delle soluzioni adottate.

Tali elementi rendono NAUTILUS pienamente conforme e meritevole rispetto ai criteri di valutazione previsti dal Decreto Direttoriale, in particolare quelli relativi alla sostenibilità finanziaria, capacità gestionale e affidabilità del soggetto proponente.

Criterio D – Impatto

- innovazione e conoscenza alle imprese.
- Grado di ecosostenibilità: rispetto DNSH in funzione della tipologia di investimento in linea con quanto previsto nel Rapporto ambientale discendente dal processo di VAS, e dei documenti di indirizzo emanati a livello nazionale per l'attuazione del PNRR e delle relative linee guida eventualmente emanate dal Ministero.
- Collaborazioni (attivate già esistenti)
4000 car.

➤ 11ED1.1: Grado di ecosostenibilità. (4000 car.)

Il progetto NAUTILUS si caratterizza per un elevato grado di ecosostenibilità, integrando in modo trasversale e strutturato i principi di tutela ambientale, uso efficiente delle risorse e neutralità climatica, in piena coerenza con il principio DNSH (Do No Significant Harm) previsto dalla normativa europea e dai criteri di valutazione del Decreto Direttoriale n. 310/2025. Fin dalla fase progettuale, NAUTILUS ha adottato un approccio climate- e eco-proofed, basato sull'analisi preventiva degli impatti ambientali e sulla selezione di soluzioni tecniche a basso impatto ecologico. Tutti gli interventi – sia terrestri che sottomarini – sono pianificati nel rispetto delle normative nazionali e comunitarie in materia ambientale, incluse le direttive Habitat, Marine Strategy Framework e VAS/VIA. Infrastruttura a impatto ambientale minimo L'infrastruttura sottomarina KM3NeT, potenziata da NAUTILUS, è per sua natura non invasiva e a impatto trascurabile sull'ambiente marino. Le Detection Units (DU) e il nodo sottomarino elettro-ottico sono progettati per operare a grande profondità (oltre 3000 m), su fondali privi di habitat sensibili e con geometrie che non ostacolano le rotte marine né alterano significativamente l'ecosistema bentonico. Le operazioni di installazione avvengono con ROV a precisione millimetrica, evitando dragaggi o impatti meccanici sul fondale. Il cavo elettro-ottico è posato lungo un tracciato già collaudato nei progetti precedenti e non interferisce con aree marine protette. La progettazione modulare delle DU consente il recupero e l'eventuale riutilizzo delle componenti in caso di dismissione o manutenzione, in linea con i principi dell'economia circolare. Ottimizzazione energetica e riduzione dell'impronta carbonica Particolare attenzione è stata dedicata alla riduzione dei consumi energetici. I moduli elettronici e i sistemi

di acquisizione dei dati sono progettati per un funzionamento continuo a bassissimo assorbimento, grazie all'impiego di componentistica a elevata efficienza e architetture ibride digitali/analogiche ottimizzate. Il nodo sottomarino avanzato implementa sistemi di distribuzione intelligente dell'energia, riducendo le perdite di trasmissione e migliorando l'efficienza dell'intera infrastruttura. Le sorgenti di clock, alimentatori e circuiti di comunicazione sono stati selezionati in base a criteri di eco-design, privilegiando materiali a bassa tossicità e alta affidabilità nel tempo, per minimizzare gli interventi di sostituzione. Inoltre, la gestione operativa terrestre sarà integrata con sistemi digitali per il monitoraggio da remoto, riducendo la necessità di spostamenti e missioni in mare, contribuendo così a limitare l'impronta carbonica complessiva. Contributo alla sostenibilità ambientale e climatica NAUTILUS non solo minimizza l'impatto ambientale delle proprie attività, ma fornisce un contributo attivo agli obiettivi ambientali e climatici dell'Unione Europea. Il progetto integra una rete di sensori per il monitoraggio continuo dell'ambiente marino profondo, in grado di raccogliere dati su: • Temperatura, salinità e pressione dell'acqua; • Velocità del suono e modifiche del fondo marino; • Rumore sottomarino e segnali acustici legati alla fauna o ad attività antropiche; • Presenza di microplastiche e sostanze inquinanti, tramite moduli opzionali. Questi dati saranno messi a disposizione della comunità scientifica e delle autorità pubbliche, contribuendo al monitoraggio dello stato ambientale, alla sorveglianza della biodiversità e alla definizione di politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici. Il sistema sarà integrato con le iniziative EUSAIR e EMODnet, garantendo interoperabilità e accesso open data. Coerenza con i criteri di premialità: DNSH, Climate Proofing, transizione verde NAUTILUS adotta pienamente i criteri premiali previsti nella Sezione B del Decreto Direttoriale, in particolare: B.3 Rispetto del principio DNSH: il progetto ha effettuato la valutazione DNSH in fase di progettazione e adotta misure di mitigazione per ogni fase operativa. B.5 Contributo alla transizione ecologica: promuove tecnologie a basso impatto, recuperabili e monitorabili, con benefici duraturi sul fronte ambientale. B.7 Applicazione dei principi del Climate Proofing: i componenti e le infrastrutture sono progettati per resistere a condizioni marine estreme e a variazioni climatiche nel lungo termine, garantendo resilienza e sostenibilità. B.9 Efficienza nell'uso delle risorse naturali: tutti i materiali e dispositivi sono selezionati in funzione della loro durata, riciclabilità e impatto ambientale minimo.

➤ **11ED1.2: Collaborazioni attive (8000 car.)**

Collaborazioni Attive a supporto del progetto NAUTILUS NAUTILUS nasce all'interno di un ecosistema di infrastrutture e competenze già ampiamente consolidate in ambito KM3NeT, e può fare affidamento su una rete estesa e strutturata di collaborazioni attive con soggetti pubblici e privati, nazionali e internazionali. Tali collaborazioni, sviluppate nel corso di anni di progettazione e realizzazione dell'infrastruttura, rappresentano un fattore abilitante per il successo del progetto, garantendo efficienza operativa, avanzamento tecnologico, impatto territoriale e continuità strategica. 1. Collaborazioni con il sistema della ricerca e dell'alta formazione Le attività si fondano su una rete di unità operative altamente specializzate dell'INFN, con consolidata esperienza nei settori della progettazione meccanica e elettronica, sensoristica marina, integrazione e validazione sperimentale, ingegneria sottomarina e gestione delle infrastrutture. Le collaborazioni tra sedi INFN (tra cui Catania, Napoli, Bologna, Roma, Bari, Genova, LNS, Firenze) sono formalizzate attraverso un sistema di governance interno, che assicura l'efficace condivisione di personale, infrastrutture e know-how. Il progetto beneficia anche di sinergie con università italiane – tra cui le Università di Catania, della Campania L. Vanvitelli, Napoli Federico II, Bologna, Roma "Sapienza", Bari, Salerno e Genova– che partecipano alle attività con personale docente, ricercatori, assegnisti, dottorandi e studenti. Questo permette di attivare percorsi di formazione avanzata, tirocini, tesi sperimentali e training su componenti hi-tech, rafforzando le competenze tecniche e scientifiche legate al progetto. 2. Collaborazioni industriali e trasferimento tecnologico NAUTILUS eredita e amplia un ecosistema industriale consolidato, basato su collaborazioni con imprese ad alta specializzazione attive nei settori dell'ingegneria meccanica e marina, della microelettronica, dell'ottica, della logistica sottomarina e della robotica subacquea. Queste collaborazioni sono il risultato di precedenti processi di co-sviluppo e industrializzazione legati alla realizzazione dei componenti critici dell'infrastruttura. I principali ambiti industriali coinvolti includono: • la produzione di componenti meccanici e contenitori in titanio per ambienti estremi; • la fornitura di cavi elettro-ottici ad alta profondità; • lo sviluppo e certificazione di moduli elettronici sottomarini; • la logistica integrata per le operazioni in mare, con uso di ROV, navi attrezzate e sistemi di posizionamento. Le collaborazioni avvengono tramite accordi operativi, appalti qualificati e protocolli tecnici, con un forte impatto sulla filiera industriale del Mezzogiorno e sulla competitività tecnologica nazionale. 3. Collaborazioni con enti pubblici e istituzioni territoriali NAUTILUS valorizza il rapporto con istituzioni regionali e locali, consolidato nel tempo attraverso progetti precedenti. Sono già attivi canali strutturati di cooperazione con: • le Regioni del Mezzogiorno (Sicilia, Campania,

Puglia), nell'ambito della programmazione regionale della ricerca; • autorità portuali e marittime per la logistica offshore e le operazioni navali; • amministrazioni comunali dei territori costieri, anche in funzione del coinvolgimento pubblico e della sensibilizzazione scientifica. Questa rete consente di attivare sinergie infrastrutturali, autorizzative e di supporto operativo, garantendo un forte radicamento territoriale e una piena integrazione con il contesto economico e sociale. 4. Collaborazioni internazionali e reti europee Il progetto è integrato in una fitta rete di cooperazioni scientifiche internazionali attraverso la partecipazione al consorzio KM3NeT e ad altre infrastrutture europee. Queste collaborazioni sono formalizzate tramite memorandum of understanding (MoU), accordi tecnici, joint ventures scientifiche e partecipazione a progetti competitivi europei. Tra i principali partner e contesti di collaborazione si segnalano: • centri di ricerca internazionali (APC-Paris, NIKHEF, IFIC-Valencia, ECAP-Erlangen); • reti di infrastrutture europee come ESFRI, ASTERICS, GNN, ASTRONET; • interoperabilità con infrastrutture simili (IceCube, Baikal-GVD). Tali collaborazioni abilitano lo scambio di know-how, la standardizzazione tecnologica, l'interoperabilità dei dati secondo principi FAIR, e la visibilità scientifica internazionale. 5. Collaborazioni per la formazione e la disseminazione Il progetto attiva sinergie anche con il sistema dell'istruzione e della formazione tecnica e professionale, attraverso: • collaborazioni con ITS e istituti scolastici per progetti di formazione su strumentazione avanzata; • coinvolgimento in attività sperimentali, tirocini e giornate aperte; • iniziative di citizen science e public engagement, anche con il terzo settore e le associazioni culturali. Queste attività contribuiscono alla valorizzazione del capitale umano nei territori coinvolti e rafforzano l'integrazione tra ricerca, industria e società, con particolare attenzione ai giovani e alla formazione tecnico-scientifica nel Mezzogiorno. La rete di collaborazioni attive preesistenti e operative rappresenta per NAUTILUS un vantaggio competitivo e una leva fondamentale per la piena riuscita del progetto, garantendo trasferibilità tecnologica, impatto multilivello e sostenibilità di lungo periodo. La sinergia tra ricerca, impresa, formazione e territorio, già dimostrata in contesti precedenti, sarà ulteriormente potenziata attraverso strumenti di open innovation e co-progettazione, pienamente coerenti con i criteri premianti del PN RIC 2021–2027.

➤ **11ED1.3: Collaborazioni da attivare**

Per garantire il successo di NAUTILUS, è previsto un sistema strutturato di collaborazioni attive articolato su due direttrici complementari: 1. Collaborazioni industriali con le aziende manifestanti interesse 2. Collaborazioni scientifiche strategiche con progetti e istituti di ricerca PNRR 1. Collaborazioni industriali da attivare Le imprese che hanno manifestato interesse per NAUTILUS operano in settori di grande rilevanza tecnologica, tra cui: • meccanica di precisione e strutture in titanio per fondale marino • elettronica sottomarina e sistemi elettro-ottici ad alta affidabilità • sensoristica avanzata per ambienti estremi • robotica e logistica subacquea (ROV, mezzi navali, posizionamento) NAUTILUS attiverà partenariati competitivi venturando gare pubbliche o accordi quadro, favorendo lo sviluppo del trading tecnologico, la valorizzazione della catena industriale locale e la creazione di occupazione altamente qualificata, in linea con i criteri premiali del decreto. Le imprese selezionate saranno coinvolte in attività chiave come: • produzione e assemblaggio del nodo elettro-ottico • sviluppo e certificazione di moduli elettronici • integrazione e installazione sulla rete sottomarina • realizzazione di strumenti per la raccolta dati ambientali Queste collaborazioni rappresentano una leva strategica per: • innalzare il TRL dell'infrastruttura • rafforzare il trasferimento tecnologico • sostenere uno sviluppo industriale territoriale coerente con gli obiettivi del PN RIC 2. Collaborazioni scientifiche strategiche a) ITINERIS – Italian Integrated Environmental Research Infrastructures System Coordinato dal CNR e sostenuto da 155 milioni di euro PNRR, ITINERIS mira a costruire un hub nazionale delle infrastrutture ambientali, con la finalità di mettere in rete ed armonizzare dati e servizi in domini come l'ambiente marino, atmosfera, biosfera e geosfera. Grazie al coinvolgimento dell'INFN LNS, ITINERIS include la realizzazione di Junction Boxes e sistemi acustici già posizionati nel sito di Portopalo, con capacità di acquisire dati ambientali in tempo reale per monitoraggio acustico, biologia marina, posizionamento e supporto scientifico. Sinergie con NAUTILUS: • • Condivisione dei nodi sottomarini per osservazioni ambientali e neutrini • • Accesso congiunto alla rete di sensori, potenziando l'interdisciplinarietà • • Integrazione di analisi ambientale e astrofisica • • Adozione comune dei principi FAIR per dati interoperabili Questa cooperazione risponde ai criteri di networking e impatto intersettoriale, in linea con le priorità PNRR e PN RIC. b) Progetto ETHICS Il progetto ETHICS si concentra sullo sviluppo di sensori e sistemi innovativi per l'astrofisica ad alta energia, offrendo opportunità di integrazione con NAUTILUS attraverso programmi di R&S comuni, co-finanziamenti e scambio tecnologico avanzato. c) Progetto CTA+ CTA+ (Cherenkov Telescope Array Plus), coordinato da INAF, riguarda l'osservazione di raggi gamma ad altissima energia. La complementarità tra rilevazione di neutrini (NAUTILUS) e photon detection (CTA+) apre a studi avanzati su fenomeni cosmici, possibilità di co-analisi dati e partecipazione a missioni europee Horizon Europe. d) Collaborazione in via

di definizione con INAF È in fase avanzata una collaborazione con INAF che mira a: • condividere pipeline dati per analisi multi-messaggera • progettare piattaforme di simulazione e AI • sviluppare modelli interpretativi per l'astronomia dei neutrini Tale integrazione garantirà: • l'aderenza ai network internazionali di astrofisica • l'accesso a bandi europei coordinati • un aumento significativo del valore scientifico complessivo Allineamento con i criteri di valutazione L'insieme delle collaborazioni da attivare risponde a criteri fondamentali del bando: Criterio Come viene soddisfatto Coerenza strategica Partner rilevanti in contesti tecnologici e scientifici topic Networking avanzato Relazioni formali con imprese, istituti, enti pubblici—PNRR Sostenibilità e impatto Ecosistema con ricadute industriali e scientifiche di lunga durata Innovazione tecnologica e TRL Programmi congiunti R&S e transizione verso applicazioni reali Trasferimento tecnologico Scambio bidirezionale tra ricerca, impresa e infrastrutture PB Governance multi-attore Strutture collaborative già attive e sviluppate in rete In questa prospettiva, il mix tra industrie interessate, progetti ambientali avanzati, infrastrutture astrofisiche di frontiera e partnership con INAF crea un ecosistema altamente integrato, capace di elevare NAUTILUS a infrastruttura di eccellenza, con un impatto funzionale, trasversale e sostenibile anche secondo i requisiti premianti del PN RIC 2021–2027.

➤ **11ED1.4: Grado di Prossimità al mercato delle soluzioni proposte e rilevanza dell'avanzamento tecnologico e del livello di maturità tecnologica**

Il progetto NAUTILUS nasce dalla volontà di garantire la piena funzionalità, la resilienza a lungo termine e l'evoluzione scientifico-tecnologica dell'infrastruttura europea KM3NeT, in linea con le traiettorie di sviluppo tracciate dalle roadmap ESFRI e PNIR, e coerentemente con gli obiettivi dell'Azione 1.1.1 del PN RIC 2021–2027. Le soluzioni proposte si collocano in una posizione di elevata prossimità operativa, poiché derivano da esperienze pregresse maturate con i progetti KM3NeT4RR e IDMAR, già in fase avanzata di implementazione, e da oltre un decennio di attività di progettazione, testing e messa in opera di componenti ad alta profondità. Il progetto capitalizza un vasto patrimonio di conoscenze, dati e validazioni acquisite, e si innesta su un'infrastruttura esistente già operativa. Tuttavia, NAUTILUS propone un salto tecnologico distintivo e non incrementale, che punta all'introduzione di un sistema elettro-ottico di nuova generazione e al superamento di limiti strutturali attualmente esistenti. Maturità tecnologica iniziale (TRL attuale) I componenti e le architetture proposte nel progetto presentano un livello di maturità tecnologica (TRL) differenziato. Le Detection Units (DU), pur nella loro evoluzione, derivano da componenti con $TRL \geq 7$, già testati in ambienti operativi. Le Junction Box e i cavi Interlink sono sistemi ampiamente consolidati all'interno della filiera KM3NeT, con $TRL \geq 7$. Il nodo elettro-ottico sottomarino (Nodo) rappresenta invece l'elemento di maggiore complessità e innovazione tecnologica. Si parte da un $TRL 5-6$: è stato realizzato uno studio preliminare, sono stati effettuati test su alcuni sottosistemi in ambienti simulati, ma resta da completare l'integrazione dei moduli, la validazione a piena scala e il test in condizioni operative. L'ambizione del progetto è portare il sistema a $TRL \geq 8$ entro la conclusione delle attività, grazie a un piano articolato di progettazione, produzione, verifica e installazione sul fondale marino. Avanzamento tecnologico atteso Il contributo innovativo del progetto si manifesta in almeno cinque direzioni chiave: 1. Distribuzione di potenza a lungo termine ad alta profondità Il Nodo sarà in grado di erogare fino a 10 kW a tensioni di 360–370 Vdc su un'infrastruttura sottomarina senza accesso per manutenzione per 20 anni, integrando moduli di protezione, conversione e gestione della potenza. L'affidabilità e l'efficienza di questo sistema superano gli standard attualmente adottati in ambito deep-sea e pongono l'infrastruttura KM3NeT su un livello tecnologico di riferimento a livello mondiale. 2. Trasmissione dati ad alta velocità e bassa latenza L'integrazione di sistemi ottici per la gestione e distribuzione dei dati consente l'interconnessione ad alta capacità tra DUs, Junction Box e centri di raccolta dati, migliorando drasticamente le performance della rete. L'obiettivo è garantire continuità di flusso, ridondanza e scalabilità in linea con gli standard FAIR e le richieste delle comunità scientifiche internazionali. 3. Affidabilità strutturale in ambienti ostili Tutti i componenti strutturali del nodo, inclusi telaio in titanio, contenitori a pressione e interfacce ROV, saranno validati per un funzionamento a 3.500 m di profondità, con esposizione prolungata a pressione idrostatica, correnti e corrosione. Saranno adottati materiali e standard di progettazione mutuati dall'oil&gas sottomarino e dall'oceanografia industriale, contribuendo all'avanzamento della frontiera ingegneristica nel settore delle IR marine. 4. Automazione e controllo remoto Il sistema sarà dotato di interfacce e protocolli di controllo remoto, integrabili con ROV, in grado di operare azioni diagnostiche, riconfigurazione delle linee, gestione in fail-safe e monitoraggio continuo delle prestazioni. Questo aspetto è cruciale per ridurre i costi operativi e garantire resilienza infrastrutturale. 5. Integrazione multisettoriale con sensoristica ambientale Il nodo sarà predisposto per accogliere connessioni da parte di sensori esterni (per esempio da parte di altri enti di ricerca ambientale), favorendo l'interoperabilità interdisciplinare e consentendo lo sviluppo di una piattaforma osservativa condivisa tra fisica, geofisica, climatologia e biologia marina. Approccio metodologico e roadmap di maturazione Le attività di NAUTILUS sono

progettate secondo un approccio ingegneristico a basso rischio, ma ad alto impatto, che combina: • Progettazione meccanica, elettronica e ottica integrata (CAD, FEM, simulazioni); • Produzione e test in ambienti controllati, con camere iperbariche, banchi di prova e prove di compatibilità elettromagnetica; • Validazione funzionale e ambientale pre-deployment; • Installazione su fondale con nave e ROV specializzati, e collaudo finale in sito operativo; • Documentazione tecnico-qualitativa secondo standard QA/QC, incluse procedure di HSE, logistica, certificazione materiali e gestione ricambi. Il progetto prevede il completamento delle fasi di test e deployment entro i primi 18–24 mesi dall'avvio, consentendo l'elevazione del TRL a 8 prima della conclusione del progetto stesso. Rilevanza rispetto alle politiche nazionali ed europee Le soluzioni tecnologiche sviluppate in NAUTILUS non solo rispondono a esigenze scientifiche di frontiera, ma hanno anche potenziale applicativo in ambiti di interesse strategico nazionale ed europeo: osservatori climatici, infrastrutture sottomarine per telecomunicazioni, sensoristica ambientale, monitoraggio strutturale off-shore. Inoltre, NAUTILUS è pienamente allineato agli obiettivi della Missione 4 del PNRR, promuovendo tecnologie ad alta intensità di conoscenza, e supporta la transizione ecologica e digitale attraverso la realizzazione di piattaforme resilienti, efficienti e interconnesse. Coerenza con i criteri di valutazione e premialità Il progetto si distingue per: • Un grado elevato di prossimità al deployment, grazie alla continuità con infrastrutture esistenti e a una roadmap ingegneristica definita; • Un contributo concreto all'avanzamento tecnologico nel campo delle IR marine, con particolare riferimento alla sensoristica, all'automazione remota, alla distribuzione di potenza e dati ad alta profondità; • Una valorizzazione del TRL, con crescita da 5–6 a 8, accompagnata da procedure di validazione e collaudo coerenti con le normative internazionali; • Un impatto trasversale che valorizza competenze, infrastrutture e know-how nazionali, con potenziali ricadute industriali, ambientali e scientifiche.

CRITERI DI PREMIALITÀ

➤ 11F1: Piano PMI:

Fornire il piano per il coinvolgimento di PMI in Proof of Concept

[Piano_coinvolgimento_PMI_KM3NeT.pdf](#)

➤ 12F2: Tecnologie abilitanti chiave (KETs) che saranno impiegate nel progetto

Fornire elementi per valutare la riconducibilità a Key Enabling Technologies (il progetto fa ricorso all'utilizzo di una KETs 4000 caratteri)

Il progetto NAUTILUS si fonda sull'impiego avanzato di Key Enabling Technologies (KETs), selezionate e sviluppate per rispondere agli elevati requisiti tecnologici e ambientali dell'infrastruttura KM3NeT, posta a 3.500 metri di profondità nel Mar Ionio. Le KETs rappresentano un asse portante per l'intero ciclo progettuale, dalla progettazione e produzione all'installazione e gestione operativa, contribuendo al raggiungimento degli obiettivi scientifici, alla sostenibilità tecnica e alla competitività industriale. 1. Micro- e nanoelettronica L'infrastruttura NAUTILUS impiega moduli elettronici altamente miniaturizzati, progettati per operare in condizioni estreme di pressione e temperatura, con consumi ridotti e alta affidabilità. I circuiti per l'acquisizione e trasmissione dei segnali dei fotorivelatori, così come i sistemi di controllo distribuito per il nodo elettro-ottico, sono sviluppati con tecnologie di frontiera nel settore della microelettronica, con particolare attenzione alla tolleranza ai guasti e alla compatibilità elettromagnetica. 2. Photonics e tecnologie ottiche Elemento centrale del progetto è la trasmissione dati ad alta velocità tra il fondo marino e la stazione di terra. Ciò è reso possibile dall'uso di fibre ottiche a bassa attenuazione, accoppiate a componenti optoelettronici per la conversione e modulazione del segnale. La rete elettro-ottica è progettata per garantire l'interconnessione di più Detection Units e la fornitura di banda larga continua, minimizzando la latenza e massimizzando l'affidabilità operativa in ambienti non manutenibili. 3. Materiali avanzati Il nodo sottomarino e le sue componenti sono realizzati con materiali ad alte prestazioni, come leghe di titanio e compositi per impieghi subacquei ultra-profondi, selezionati per la loro resistenza alla corrosione marina e alle sollecitazioni meccaniche. L'impiego di pressure vessels realizzati con tecnologie additive o CNC di ultima generazione permette di ottenere geometrie ottimizzate e massima tenuta nel lungo periodo, garantendo un ciclo di vita di almeno 20 anni senza manutenzione. 4. Robotica e sistemi subacquei autonomi Le operazioni di installazione e manutenzione sono affidate a ROV (Remotely Operated Vehicles) e a tecnologie robotiche avanzate per ambienti ad alta profondità. Questi sistemi integrano sensori multipli, bracci manipolatori a 7 gradi di libertà, sistemi di navigazione autonoma e telemetria ad alta precisione. L'impiego di ROV operati da personale altamente specializzato consente di eseguire con sicurezza e accuratezza l'interconnessione di cavi,

il posizionamento delle unità e le verifiche strutturali. 5. Sistemi digitali avanzati e ICT Il progetto adotta soluzioni digitali per il monitoraggio remoto, la gestione distribuita dei dati, il controllo della qualità e il data logging in tempo reale. Le architetture software implementano protocolli ad alta affidabilità per la trasmissione ridondata, la sincronizzazione temporale (clock di precisione) e la compatibilità con le piattaforme di analisi big data in ambito scientifico (es. FAIR data principles, interoperabilità con consorzi europei come EOSC). 6. Tecnologie per l'efficienza energetica Un elemento distintivo di NAUTILUS è l'adozione di soluzioni a basso consumo e ottimizzazione dell'alimentazione nel nodo di distribuzione. Il sistema è progettato per operare con potenza massima di 10 kW a 360–370 VDC, garantendo una conversione energetica efficiente, protezioni attive e gestione intelligente dei carichi, in modo da massimizzare l'autonomia e ridurre le perdite. Conclusione L'integrazione di queste tecnologie abilitanti non solo risponde a necessità funzionali e ambientali, ma potenzia le capacità scientifiche dell'infrastruttura, ne estende la durata operativa, e rafforza il legame con il sistema produttivo, attraverso co-sviluppo tecnologico con imprese italiane e collaborazione con enti di ricerca multidisciplinari. In linea con i criteri premianti del PN RIC 2021–2027, l'utilizzo delle KETs in NAUTILUS rappresenta un elemento di eccellenza e innovazione, con potenziale effetto moltiplicatore su scala industriale e territoriale.

➤ 11F3: Riconducibilità ad ambiti di transizione verde

fornire elementi per valutare la riconducibilità ad ambiti di transizione verde/digitale (il progetto è ricadente in ambiti di transizione verde/digitale) 8000 caratteri

Il progetto NAUTILUS si inserisce pienamente nei due ambiti strategici individuati dalle politiche europee e nazionali per la transizione verde e la transizione digitale, rappresentandone un caso esemplare di integrazione operativa, tecnologica e metodologica. Transizione verde NAUTILUS contribuisce alla transizione ecologica sia in termini di impatto diretto che di ricadute sistemiche. L'infrastruttura si basa su soluzioni a basso impatto ambientale, coerenti con i principi DNSH (Do No Significant Harm) e con le normative europee in materia di sostenibilità (es. REACH, RoHS, CAM, GPP, RAEE, Ecodesign). Le attività previste non coinvolgono opere murarie o costruzioni impattanti: si concentrano sull'integrazione e l'installazione di apparati sottomarini e sull'acquisto di tecnologie scientifiche a basso consumo. Le principali azioni riconducibili alla transizione verde includono: • Ottimizzazione energetica dei dispositivi sottomarini: NAUTILUS impiega elettronica ad alta efficienza, progettata per lunghi cicli di vita in ambienti remoti, riducendo consumi e manutenzione. • Progettazione di componenti riutilizzabili e modulari, favorendo la manutenzione selettiva e riducendo l'impronta ecologica complessiva dell'infrastruttura. • Osservazione dell'ambiente marino: il progetto integra sensori per il monitoraggio di parametri oceanografici (temperatura, salinità, velocità del suono), contribuendo alla salvaguardia degli ecosistemi profondi, alla comprensione del cambiamento climatico e all'implementazione delle priorità europee in tema di oceani (Mission Ocean, EUSAIR, EU Blue Economy). • Nessun coinvolgimento in attività "brown R&I": l'intero progetto è orientato a finalità di ricerca fondamentale, sensoristica ambientale e sviluppo di tecnologie pulite, senza implicazioni nelle attività escluse dal Regolamento (UE) 2021/1058. Inoltre, NAUTILUS adotta una visione climate proofing: in caso di futuri interventi infrastrutturali minori, saranno rispettate le linee guida UE per la resilienza climatica delle infrastrutture 2021–2027, integrando misure di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici. Transizione digitale NAUTILUS è fortemente connotato in chiave digitale, sia per la natura intrinseca delle tecnologie impiegate sia per le modalità operative di raccolta, trasmissione, elaborazione e condivisione dei dati. Le tecnologie digitali costituiscono l'ossatura del progetto: • Sensoristica avanzata e distribuita, con moduli sottomarini intelligenti in grado di operare in ambienti ostili raccogliendo dati scientifici e ambientali ad alta risoluzione. • Reti di comunicazione elettro-ottica ad alte prestazioni, in grado di trasmettere grandi volumi di dati in tempo reale da profondità superiori ai 3500 m. • Data management e interoperabilità: tutti i dati scientifici saranno trattati secondo i principi FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) e resi accessibili attraverso piattaforme digitali condivise (in linea con l'integrazione in EOSC e la cooperazione con altre infrastrutture europee). • Tecnologie AI e big data: saranno sviluppati e addestrati algoritmi di machine learning per la classificazione degli eventi di neutrini e il rilevamento automatico di anomalie nei dati ambientali, favorendo l'adozione di approcci innovativi di analisi. • Gestione remota e digital twin: l'infrastruttura sarà monitorata e gestita in modo digitale da centri remoti, con la possibile evoluzione verso architetture digital twin che replicano il funzionamento del sistema in ambienti simulati per ottimizzare interventi e diagnostica. La digitalizzazione è abilitante anche per il coinvolgimento di soggetti esterni all'infrastruttura, consentendo a imprese, università e start-up di accedere a dati, strumenti e piattaforme, promuovendo una cultura di condivisione e innovazione aperta. Conclusione NAUTILUS rappresenta un progetto perfettamente integrato con gli obiettivi della transizione verde e digitale, contribuendo allo sviluppo sostenibile della scienza e delle tecnologie, promuovendo pratiche rispettose dell'ambiente e potenziando l'ecosistema digitale nazionale e internazionale. Tali caratteristiche rispondono in pieno ai criteri di valutazione e premialità previsti dal Decreto Direttoriale n. 310/2025, rafforzando la

rilevanza strategica del progetto nel contesto del PN RIC 2021–2027.

➤ **11F4 Riconducibilità dell'operazione ad ambiti legati alla strategia EUSAIR.**

Fornire elementi per valutare la riconducibilità ad ambiti strategia EUSAIR 4000 caratteri

- *risultati attesi e loro impatto: le proposte saranno selezionate in base alla loro forte leadership scientifica/tecnologica/innovativa, al loro potenziale di innovazione (sia in termini di innovazione aperta/dati aperti che per sviluppi proprietari), ai loro piani di traslazione e innovazione, al supporto dell'industria come utenti, alla forza delle attività di sviluppo aziendale, alla generazione di proprietà intellettuale, a regole chiare per distinguere i piani di output e licenza aperti e protetti, alla loro capacità di sviluppare e ospitare dottorati, ai collegamenti con l'impresa o altri tipi di fondi per facilitare lo sviluppo di nuove startup, alla forza dei loro piani per presentare domanda in modo proattivo per i bandi UE, con personale dedicato a supportare la preparazione e la gestione delle sovvenzioni UE*