



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

DIPARTIMENTO INTERATENEO DI FISICA
"M. MERLIN"



Politecnico
di Bari



KM3NeT

KM3NET RIVELA IL NEUTRINO PIÙ ENERGETICO MAI OSSERVATO

Il grande telescopio sottomarino che studia l'universo dagli abissi del Mar Mediterraneo ha misurato il segnale prodotto da un neutrino cosmico dell'energia record di circa 220 PeV.

*Il risultato è pubblicato su Nature ed è **stato** presentato dalla Collaborazione scientifica KM3NeT nel corso di una conferenza stampa internazionale. A Bari l'annuncio è stato commentato in un evento organizzato presso il Dipartimento Interateneo di Fisica "Michelangelo Merlin", in cui sono stati discussi gli aspetti più rilevanti della scoperta e sono stati illustrati i principali contributi locali alla scoperta*

Uno straordinario evento, attribuito ad un neutrino proveniente dal cosmo dell'energia stimata di circa 220 PeV (220×10^{15} elettronvolt o 220 milioni di miliardi di elettronvolt), è stato rivelato il 13 febbraio 2023 dal rivelatore ARCA del telescopio sottomarino per neutrini KM3NeT.

Questo evento, denominato KM3-230213A, è il neutrino più energetico mai osservato e fornisce la prima prova che nell'universo vengono prodotti neutrini di energie così elevate. Dopo un lungo e accurato lavoro di analisi e interpretazione dei dati sperimentali, oggi, 12 febbraio 2025, la Collaborazione scientifica internazionale KM3NeT **ha riportato** i dettagli di questa fantastica scoperta in un [articolo](#) pubblicato su Nature.

UN INEDITO MESSAGGERO COSMICO DA TERRITORI ANCORA INESPLORATI

L'universo ad alta energia è il regno di eventi cataclismatici, come l'accrescimento di buchi neri supermassicci al centro delle galassie, le esplosioni di supernova, i lampi di raggi gamma, tutti eventi ancora non completamente compresi. Questi potenti acceleratori astrofisici generano flussi di particelle chiamati raggi cosmici. I raggi cosmici di più alta energia possono interagire con la materia o con i fotoni attorno alla sorgente, per produrre neutrini e fotoni. Oppure, viaggiando nello spazio, possono interagire anche con i fotoni della radiazione cosmica di fondo che permea l'universo fin dai suoi albori, dando origine ai cosiddetti 'neutrini cosmogenici' estremamente energetici.

I neutrini sono tra le particelle elementari più misteriose. Hanno una massa piccolissima, quasi nulla, non hanno carica elettrica e interagiscono solo debolmente con la materia. Per queste loro caratteristiche sono messaggeri cosmici molto speciali, in grado di arrivare da



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

DIPARTIMENTO INTERATENEO DI FISICA
"M. MERLIN"



Politecnico
di Bari



KM3NeT

molto lontano e indicarci la direzione della loro sorgente, e quindi di portare fino a noi informazioni uniche sui fenomeni astrofisici più energetici, consentendoci di esplorare i confini più remoti dell'universo.

“Con questa eccezionale osservazione, tuttora aperta a molteplici interpretazioni, KM3NeT ha aperto la strada verso nuovi orizzonti nell'osservazione dell'universo. Questo neutrino ultraenergetico potrebbe provenire da una nuova categoria di acceleratori cosmici o potrebbe essere la prima rivelazione di un neutrino cosmogenico” spiega **Marco Circella**, ricercatore della Sezione di Bari dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e storico coordinatore tecnico della Collaborazione KM3NeT e, ancor prima, dell'esperimento predecessore ANTARES. “Questo risultato,” prosegue Circella, “conseguito quando l'apparato era solo al 10% del suo volume finale, è una potente conferma delle potenzialità del nostro esperimento. E arriva a premiare l'ampio e articolato impegno portato avanti qui a Bari e in tante altre sedi per tanti lunghi anni.”

IL SEGNALE RECORD KM3-230213A

Sebbene i neutrini siano la seconda particella più abbondante nell'universo dopo i fotoni, la loro interazione debole con la materia li rende molto difficili da rivelare e richiede esperimenti di grandi dimensioni come KM3NeT, che utilizza l'acqua di mare come mezzo di interazione per i neutrini. I suoi moduli ottici ad alta tecnologia rivelano la luce Cherenkov, un bagliore bluastro che si genera durante la propagazione nell'acqua delle particelle ultrarelativistiche prodotte nelle interazioni dei neutrini. Il segnale rivelato è stato identificato come un singolo muone che ha attraversato l'intero rivelatore, inducendo segnali in più di un terzo dei suoi sensori. L'inclinazione della sua traiettoria combinata con la sua enorme energia fornisce una prova convincente che il muone ha avuto origine da un neutrino cosmico che ha interagito nelle vicinanze del rivelatore.

LA GRANDE INFRASTRUTTURA DI RICERCA KM3NeT

Il telescopio per neutrini KM3NeT, attualmente in costruzione, è una gigantesca infrastruttura distribuita su due rivelatori ARCA e ORCA nel Mar Mediterraneo.

Il rivelatore KM3NeT/ARCA (Astroparticle Research with Cosmics in the Abyss) è dedicato principalmente allo studio dei neutrini di più alta energia e delle loro sorgenti nell'universo, mentre KM3NeT/ORCA (Oscillation Research with Cosmics in the Abyss) è ottimizzato per studiare le proprietà fondamentali dei neutrini.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

DIPARTIMENTO INTERATENEO DI FISICA
"M. MERLIN"



Politecnico
di Bari



KM3NeT

L'apparato ARCA, che ha effettuato la misura pubblicata oggi, si trova a 3450 m di profondità, a circa 80 km al largo della costa di Portopalo di Capo Passero, in Sicilia. Le sue unità di rivelazione (Detection Unit, DU) alte 700 m sono ancorate al fondale marino e posizionate a circa 100 m di distanza l'una dall'altra. Ogni DU è dotata di 18 moduli ottici digitali (Digital Optical Module, DOM), ciascuno contenente 31 fotomoltiplicatori. L'apparato, nella sua configurazione definitiva, comprenderà 230 DU ed occuperà il volume di oltre un chilometro cubo per un totale di circa 200.000 fotomoltiplicatori.

“KM3NeT, in un luogo estremo come gli abissi del Mar Mediterraneo, ha posto una serie di sfide tecnologiche di straordinaria complessità. Da Bari, il nostro contributo si è concretizzato nello sviluppo di soluzioni innovative, essenziali per la realizzazione e l'ottimizzazione dell'intero apparato” commenta **Irene Sgura**, tecnologa della Sezione INFN di Bari e coordinatrice delle attività di integrazione dei moduli di base delle DU di KM3NeT.

BARI IN KM3NeT

A Bari le attività di ricerca legate alla neutrino-astronomia sperimentale sono state avviate quasi trent'anni fa per iniziativa di Carlo De Marzo, all'epoca professore dell'Università di Bari con incarico di ricerca per l'INFN. A questa linea di ricerca hanno poi concorso nel tempo un gran numero di persone facenti capo all'INFN, all'Università e al Politecnico di Bari, contribuendo con sviluppi determinanti per la costruzione dell'apparato, la calibrazione, l'analisi dei dati. Nell'ultimo quadriennio la sede è stata interessata dall'azione di potenziamento del progetto PACK (Potenziamento Appulo-Campano di KM3NeT), finanziato dal Ministero dell'Università e Ricerca (MUR) a valere sui finanziamenti PON per azioni di potenziamento di infrastrutture di ricerca, ed è attualmente in fase di svolgimento il progetto KM3NeT4RR, finanziato dal MUR a valere sui fondi PNRR, nell'ambito del quale si sta allestendo un nuovo laboratorio per l'integrazione del telescopio sottomarino in collaborazione tra l'INFN e il Politecnico di Bari.

“La sperimentazione in un ambiente marino profondo richiede che massimo rigore in tutte le fasi di realizzazione: dal progetto alle qualifiche e quindi alla costruzione. E' una sfida poderosa ma anche una ottima opportunità, perché ci porta a sviluppare innovazione con benefiche ricadute sul territorio”, commenta **Cosimo Pastore**, tecnologo della Sezione INFN di Bari e responsabile della realizzazione dei laboratori allestiti nell'ambito dei progetti PACK e KM3NeT4RR.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO



Politecnico
di Bari



KM3NeT

L'annuncio del neutrino record è stato commentato a Bari in un affollato incontro al Dipartimento Interateneo di Fisica "Michelangelo Merlin" nel corso del quale sono state ripercorse le tappe più significative nello sviluppo della neutrino-astronomia a livello mondiale e sono stati illustrati i principali contributi baresi.

A porgere i saluti istituzionali sono intervenuti il Direttore della Sezione INFN di Bari, Dott. Vito Manzari, e il Direttore del Dipartimento Interateneo di Fisica, Prof. Roberto Bellotti.

“Siamo orgogliosi di questo risultato sperimentale di eccezionale valenza scientifica, ottenuto con il contributo fondamentale del gruppo di ricerca locale coordinato dal dott. Circella. Sono grato a tutto il personale ricercatore, tecnico e amministrativo, dipendente e associato, della Sezione INFN di Bari, che nel corso degli anni ha contribuito con dedizione ed entusiasmo, ciascuno secondo le proprie competenze, al raggiungimento di questo obiettivo, che segna una pietra miliare nella storia dell'esperimento KM3NeT”, ha dichiarato **Vito Manzari**.

“La scuola di Fisica barese si conferma protagonista nei grandi esperimenti internazionali, che costituiscono anche una eccezionale occasione di crescita per le nuove generazioni di studentesse e studenti, già a partire dalle tesi di laurea”, ha commentato **Roberto Bellotti**.

Il prof. **Umberto Fratino** del DICATECh (Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica) ha così riassunto il ruolo del Politecnico di Bari nel progetto: “Una infrastruttura di ricerca di queste dimensioni offre grandi prospettive scientifica ma contestualmente necessita di un controllo attivo e permanente che consenta una valutazione dell'interferenza dei potenziali effetti prodotti sulla matrice ambientale (acqua e sedimenti marini) coinvolta. Il Politecnico di Bari dovrà definire, implementare e gestire il servizio di monitoraggio ambientale del progetto KM3NeT adottando specifiche azioni che consentiranno di eseguire, in condizioni difficili dal punto di vista operativo, indagini approfondite sulla salute dell'ambiente marino.”

“Con il risultato eccezionale presentato oggi abbiamo fatto un fondamentale passo avanti nell'esplorazione del cosmo; questa scoperta potrà aiutarci a dare risposta ad alcune grandi domande sull'Universo e contemporaneamente solleva ulteriori quesiti”, questo il commento di **Marco Circella** a conclusione dell'incontro.

L'ITALIA IN KM3NET



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

DIPARTIMENTO INTERATENEO DI FISICA
"M. MERLIN"



Politecnico
di Bari



KM3NeT

La [Collaborazione KM3NeT](#) riunisce oltre 360 scienziate e scienziati, ingegneri, tecnici e studentesse e studenti di 68 istituzioni da 21 paesi di tutto il mondo. Il contributo dell'Italia è coordinato dall'INFN Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, che vi partecipa con gruppi di ricerca attivi presso i Laboratori Nazionali del Sud e le Sezioni di Bari, Bologna, Catania, Firenze, Genova, Napoli, Padova e Roma e il gruppo collegato di Salerno, in collaborazione con i corrispondenti atenei: Università e Politecnico di Bari, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Università di Catania, Università degli Studi di Genova, Università Federico II di Napoli, Università degli Studi di Firenze, Università della Campania Luigi Vanvitelli, Università degli Studi di Padova, Sapienza Università di Roma e Università degli Studi di Salerno.

L'infrastruttura di ricerca KM3NeT è inserita nella Roadmap di ESFRI, lo European Strategy Forum on Research Infrastructures, nel Piano Nazionale delle Infrastrutture di Ricerca (PNIR) e nel piano delle Infrastrutture di Ricerca (IR) della Regione Siciliana. Lo sviluppo dell'infrastruttura italiana è stato possibile grazie alla guida e al supporto dell'INFN con fondi FOE Fondo Ordinario degli Enti di Ricerca del MUR Ministero della Ricerca e dell'Università, e a diversi programmi nazionali di finanziamento: PON (KM3NeT_IT e PACK) e POR della Regione Siciliana (Progetto IDMAR), nonché a progetti di Design e Preparatory Phase finanziati dalla Comunità Europea, e al coinvolgimento di moltissime aziende italiane nel settore della meccanica, dell'elettronica, dell'imaging e, più in generale, delle tecnologie sottomarine. Grazie al progetto KM3NeT4RR, finanziato su fondi PNRR della Missione 4 coordinata dal MUR dedicati al potenziamento di grandi infrastrutture di ricerca, l'infrastruttura ARCA potrà espandersi fino a diventare il più grande telescopio per neutrini al mondo.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

DIPARTIMENTO INTERATENEO DI FISICA
"M. MERLIN"



Politecnico
di Bari



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Bari



KM3NeT



Alcuni dei componenti del gruppo KM3NeT a Bari nel laboratorio di integrazione dei moduli di elettronica (Marco Circella è il quarto da destra)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

DIPARTIMENTO INTERATENEO DI FISICA
"M. MERLINI"



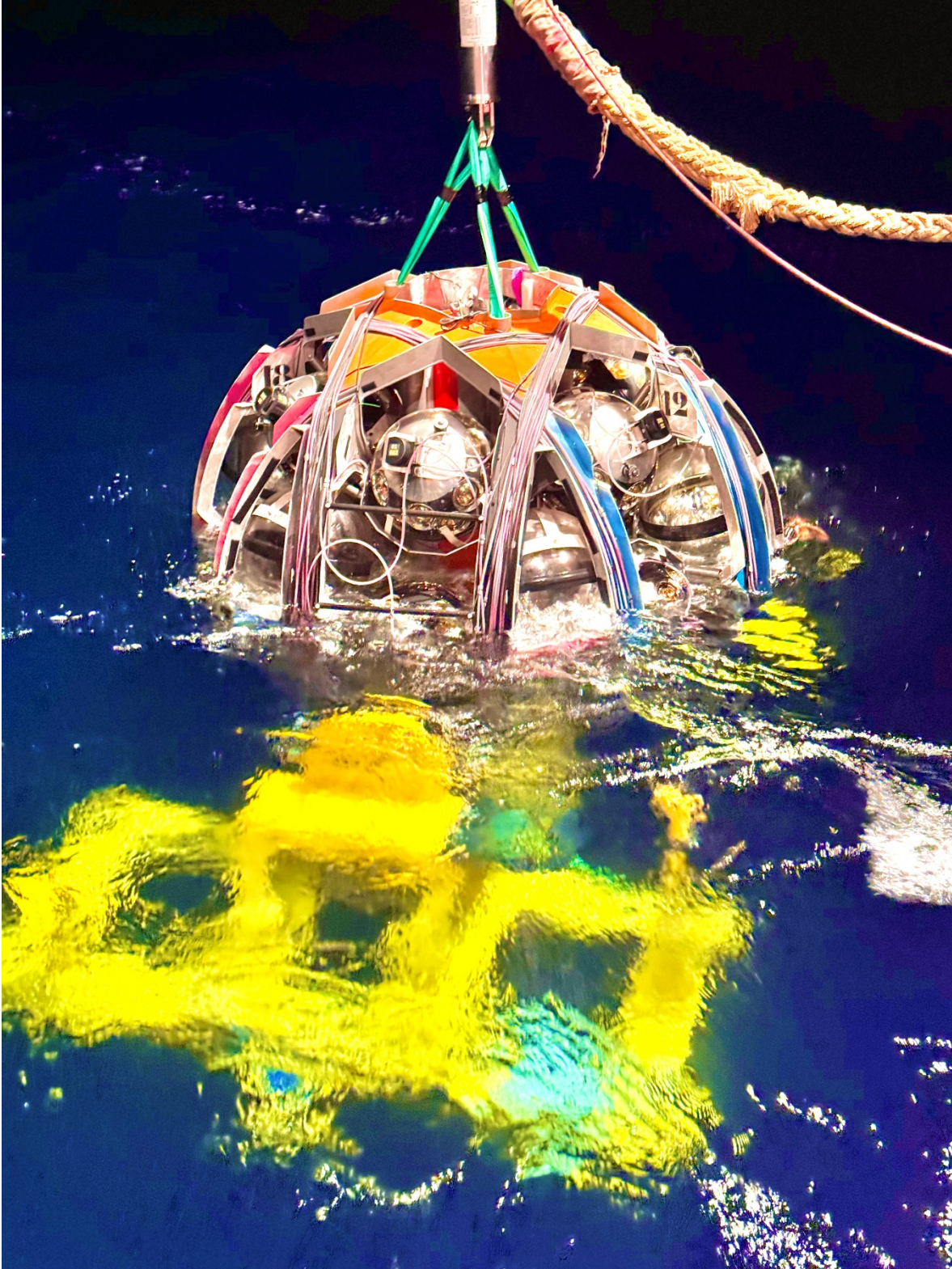
Politecnico
di Bari



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Bari



KM3NeT





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

DIPARTIMENTO INTERATENEO DI FISICA
"M. MERLIN"



Politecnico
di Bari



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Bari



KM3NeT

Installazione di una detection unit



Installazione di una detection unit