

IL RESPONSABILE DEL PROGETTO CUTTONE: UN PASSO PER IL COMPLETAMENTO DEL NODO ITALIANO DELL'INFRASTRUTTURA DI RICERCA EUROPEA

# La torre per i neutrini in mare

La prima struttura ancorata sul fondale marino a 3.500 metri di profondità al largo di Portopalo di Capo Passero

È stata posata e ancorata sul fondale marino a 3500 metri profondità al largo di Portopalo di Capo Passero la prima torre dell'osservatorio per neutrini KM3NeT-Italia, progetto nel quale l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) gioca un ruolo chiave grazie anche al contributo dei suoi Laboratori Nazionali del Sud (LNS). Questo nuovo successo segue a distanza di pochi mesi quello dello scorso maggio, quando era stata agganciata sul fondale marino la prima stringa. L'apparato impiega strutture di rivelazione di diverso tipo, torri e stringhe, appunto, per ottimizzare la risposta a una gamma quanto più ampia possibile di energia delle particelle studiate. L'esperimento, nella conformazione finale di questa fase, sarà costituito complessivamente da otto torri e ventiquattro stringhe, allo scopo di realizzare una matrice tridimensionale di sensori per la rivelazione e la misura di neutrini astrofisici di alta energia. Al suo completamento sarà, così, il più grande telescopio per neutrini astrofisici operante nell'emisfero boreale.

Costituirà, inoltre, la prima porzione del nodo italiano dell'infrastruttura di ricerca pan-europea KM3NeT, che ha l'obiettivo finale di espandere il rivelatore con ulteriori duecento strutture di rivelazione, superando in tal modo la sensibilità del telescopio statunitense per neutrini IceCube, operante nei ghiacci dell'Antartide.

«Il successo di oggi rappresenta un altro importante passo verso la costruzione di KM3NeT-Italia e quindi verso il completamento del nodo italiano dell'infrastruttura di ricerca europea», commenta Giacomo Cuttone, responsabile del progetto Km3NeT-Italia e direttore dei LNS.

Il progetto Km3NeT è stato finora in gran parte finanziato con fondi strutturali europei - per la parte italiana con fondi PON 2007-2013 -, ed è già inserito nella lista delle infrastrutture europee di ricerca

selezionate dallo European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI).

## L'operazione marina

È iniziata con l'installazione della prima delle tre junction box che fungono da nodi per la comunicazione bidirezionale tra gli apparati sottomarini e la stazione di acquisizione dati di terra di Portopalo. Le junction box hanno anche la funzione di distribuire l'energia di alimentazione fornita agli apparati sottomarini. Sono stati inoltre posati e collegati i cavi di interconnessione tra gli strumenti in mare e il cavo elettro-ottico principale, che collega il sito posto a 100 km dalla costa. A seguire, è stata posata sul fondale e connessa alla junction box la torre nella sua configurazione compatta (di dimensioni e forma paragonabili a un container). Una volta verificato il pieno funzionamento di tutti gli apparati si è impartito alla torre il comando di apertura, per mezzo di un robot sottomarino filo guidato (ROV). Il tiro della boa di profondità posta sulla sommità della torre ha consentito, quindi, al sistema di assumere la sua configurazione finale di lavoro: la torre è costituita da una sequenza verticale di quattordici travi reticolari di alluminio (piani) di 8 metri di lunghezza, ciascuna ospitante 6 sensori ottici e 2 acustici. I piani, interconnessi mediante cime in materiale sintetico, sono spazati verticalmente fino a ottenere un'altezza totale della torre pari a circa 400 metri.

«Sia la progettazione e costruzione degli apparati, che le operazioni di installazione sono particolarmente complesse - spiega Mario Musumeci, coordinatore delle attività di integrazione - a causa dell'ambiente operativo particolarmente ostile: siamo a tre chilometri e mezzo di profondità sotto il livello del mare, senza opportunità di manutenzione dei sistemi».

«Le operazioni di installazione hanno comportato il perfetto coordinamento tra il team che lavorava presso la stazione di acquisizione dati di terra e quello a bordo della nave, - sottolinea Cuttone - e un particolare ringraziamento va al team INFN, composto da Klaus Leismuller, Nunzio Randazzo e Giorgio Riccobene, che sulla nave Ambrosious Tide, in condizioni meteo marine non sempre ideali, ha coordinato le operazioni di bordo».

## Il progetto Km3Net

Nella sua configurazione finale l'esperimento sarà costituito da una «selva» di strutture, che formeranno una griglia del volume di circa un chilometro cubo. Le torri e le stringhe fungeranno da supporto per decine di migliaia di sensori ottici (fotomoltiplicatori), «occhi» elettronici sensibilissimi che formeranno un'antenna sottomarina in grado di rilevare la scia luminosa azzurrina (chiamata «luce Cherenkov») prodotta dalle rare interazioni dei neutrini di origine astrofisica con l'acqua di mare. Il complesso di torri costituirà quindi un telescopio per neutrini cosmici di alta energia, che provengono dal centro della nostra galassia, dopo aver attraversato lo spazio profondo e tutta la Terra, portando informazioni pressoché intatte sulle loro sorgenti.

Alla collaborazione internazionale Km3NeT, in cui l'Italia svolge un ruolo determinante con



l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, aderiscono Cipro, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Olanda, Regno Unito, Romania, Spagna. All'impresa partecipano nove gruppi dell'INFN (Bari, Bologna, Catania, Genova, LNF, LNS, Napoli, Pisa, Roma), in collaborazione e in sinergia con Istituti di ricerca geofisica, oceanografica di biologia marina (INGV, CNR, CI-BRA, NURC).

#### Perché sul fondo del mare

La peculiarità dei neutrini risiede nella probabilità estremamente bassa di interagire con la materia: questa caratteristica consente loro di non essere assorbiti dalla radiazione di fondo e di attraversare imperturbati regioni che sono opache alla radiazione elettromagnetica, come l'interno delle sorgenti astrofisiche. Inoltre, essendo particelle neutre, non subiscono deflessioni causate dai

campi magnetici galattici e intergalattici che impedirebbero di risalire alla direzione di provenienza. Il prezzo da pagare per osservare queste particelle così sfuggenti è la necessità di realizzare rivelatori di dimensioni enormi. Inoltre, per proteggersi dalla pioggia di radiazione cosmica che bersaglia la Terra, questi rivelatori devono essere installati in luoghi fortemente schermati. È però evidente che dispositivi di queste dimensioni non possono essere collocati in laboratori sotterranei. Una possibile soluzione, allora, è quella di utilizzare grandi volumi di un mezzo naturale, dotandolo di opportuni strumenti. In un mezzo trasparente, come l'acqua delle profondità marine o i ghiacci polari, è possibile rivelare la radiazione luminosa prodotta per effetto Cherenkov dalle particelle secondarie (muoni), che i neutrini generano intera-

gendo con la materia. Poiché quest'ultimo ha una direzione sostanzialmente uguale a quella del neutrino che l'ha prodotto, la sua rivelazione permette di risalire anche alla direzione del neutrino e di conseguenza all'osservazione della sua sorgente. Inoltre, se poniamo il rivelatore nelle profondità marine (o dei ghiacci polari), la materia sovrastante funge anche da schermo contro il fondo di particelle cosmiche, che in superficie «accecherebbe» il rivelatore. L'acqua (o il ghiaccio) assolve, così, a un triplice compito: schermo protettivo dai raggi cosmici, bersaglio per l'interazione di neutrini e mezzo trasparente attraverso il quale si propaga la luce Cherenkov.



1 Immagini sottomarine. 2 Le operazioni di posa della prima torre. 3 Giacomo Cuttone, responsabile del progetto Km<sup>3</sup>NeT-Italia

