

Scheda di Programma

Per l'attivazione nell'ambito del Corso di Dottorato di ricerca in **Matematica e Scienze Computazionali** del seguente Programma di ricerca, a valere sulle risorse di cui al DM n. 351/2022, relativamente alla seguente Misura:

M4C1- Inv. 3.4 “*Didattica e competenze universitarie avanzate*” → **Dottorati dedicati alle transizioni digitali e ambientali.**

M4C1- Inv. 4.1 “*Estensione del numero di dottorati di ricerca e dottorati innovativi per la pubblica amministrazione e il patrimonio culturale*”. In particolare:

Dottorati PNRR

Dottorati per la Pubblica Amministrazione

(selezionare l'area/le aree CUN di riferimento del programma tra quelle di seguito indicate)

- Area 09 – Ingegneria industriale e dell'informazione
- Area 11 – Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche
- Area 12 – Scienze giuridiche
- Area 13 – Scienze economiche e statistiche
- Area 14 – Scienze politiche e sociali

Dottorati per il patrimonio culturale

(selezionare l'area/le aree disciplinare/i e la tematica del programma tra quelle di seguito indicate)

- Area 01 – Scienze matematiche e informatiche **Tematica** – Informatica, patrimonio e beni culturali
- Area 02 – Scienze Fisiche **Tematica** – Fisica applicata al patrimonio culturale e ai beni culturali
- Area 03 – Scienze chimiche **Tematica** – Chimica, ambiente, patrimonio e beni culturali
- Area 04 Scienze della Terra **Tematica** – Georisorse minerarie per l'ambiente, il patrimonio e i beni culturali
- Area 05 Scienze Biologiche **Tematica** - Ecologia, patrimonio e beni culturali
- Area 08 – Ingegneria civile e Architettura **Tematiche** 1) Architettura, ambiente antropizzato, patrimonio e beni culturali 2) Architettura e paesaggio 3) storia dell'architettura; 4) Restauro; 5) Pianificazione e progettazione dell'ambiente antropizzato; 6) Design e progettazione tecnologica dell'architettura
- Area 10 Scienze dell'antichità, filologico-letterarie e storico -artistiche **Tematiche** 1) Archeologia; 2) Storia dell'arte; 3) Media, patrimonio e beni culturali
- Area 11 – Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche, psicologiche **Tematiche** 1) Biblioteconomia; 2) Archivistica; 3) Storia del patrimonio e dei beni culturali 4) Paleografia; 5) Estetica; 6) Didattica dell'arte; 7) pedagogia dell'Arte
- Area 12 - Scienze giuridiche **Tematica** Diritto del patrimonio culturale
- Area 13 - Scienze Economiche e statistiche **Tematiche** 1) Economia della cultura e dell'arte 2) Economia e gestione delle imprese artistiche e culturali; 3) Statistica e Data Analytics per i beni culturali
- Area 14 Scienze Politiche e sociali **Tematiche** 1) Sociologia dei beni culturali 2) sociologia dell'ambiente e del territorio

❖ **Titolo del Programma di ricerca:** Trusted Maritime Cyber-Physical Systems.

❖ **Title of the Research Program:** Trusted Maritime Cyber-Physical Systems.

❖ **Descrizione** (MAX 5000 CARATTERI SPAZI ESCLUSI):

VERSIONE ITALIANA

Nell'ambito delle sfide legate alla transizione digitale, le tecniche e le metodologie per l'integrazione di risorse e protocolli tipici del dominio dell'Internet delle Cose (Internet of Things) con i sistemi industriali di controllo (Operational Technologies) e la gestione del ciclo di vita di dati critici delle corrispondenti infrastrutture IT/OT, con particolare riferimento ai sistemi di bordo in ambito navale, rappresentano un campo di ricerca fertile ed ancora relativamente poco esplorato, in cui i modelli e gli approcci tradizionali degli ambiti OT possono essere rivalutati alla luce di strumenti allo stato dell'arte nell'IoT e, più in generale, dei Cyber-Physical Systems, in particolare laddove in grado di garantire l'immutabilità del dato di cui è richiesta la preservazione a lungo termine, ed attestare l'integrità delle risorse hardware/software, tra cui le Blockchain, gli Smart Contract e più in generale le Distributed Ledger Technologies (DLT).

Tali contesti, alla luce delle insidie nascoste dietro le Information and Communication Technologies (ICT), in primis quelle di sicurezza e fiducia su dati e risorse in generale, si mantengono, di fatto, spesso "ad adeguata distanza" da esse. La transizione digitale dovrebbe anche e soprattutto interessare il comparto industriale e commerciale marittimo che, diversamente da altri sistemi di trasporto, è rimasto piuttosto indietro dal punto di vista di tale processo, tecnologico-digitale, mantenendo una certa diffidenza sulle tecnologie digitali. Tali tecnologie consentirebbero un costante e continuo monitoring dei dispositivi e della dotazione navale, nonché il loro controllo anche da remoto, aprendo a scenari di gestione ottimizzata di tali risorse in tempo reale, dunque capace di gestire problemi ed emergenze anche future, attraverso meccanismi predittivi che potrebbero salvare vite umane, oltre che ridurre l'impatto ecologico, energetico, le tempistiche e massimizzare i profitti delle aziende coinvolte.

Lo studio sui Trusted Maritime Cyber Physical Systems (TMCPS) si focalizza sulla definizione di soluzioni generali e specifiche per sistemi marittimi, a partire dalle metodologie e dalle tecniche per definire il processo di ingegnerizzazione dei TMCPS che include l'analisi, il progetto, lo sviluppo, il deployment e la manutenzione/evoluzione di tali sistemi.

I principali obiettivi sono:

- favorire lo studio e lo sviluppo di metodi di ricerca innovativi e modelli di integrazione per l'IT in ambito OT confluendo verso i TMCPS;
- acquisire competenze in materia di Distributed Ledger Technologies, con particolare riferimento alle DLT orientate all'IoT, ed agli Smart Contract come approccio alla business logic decentralizzata e verificabile;
- acquisire competenze in materia di modellizzazione e verifica formale di Cyber-Physical Systems, con particolare riferimento alla sensoristica ed ai sistemi di controllo a bordo delle navi;
- acquisire competenze in materia di protocolli di comunicazione IoT, per configurazioni a corto, medio e lungo raggio, e per diverse topologie, incluse reti mesh;
- realizzare prototipi innovativi, basati su DLT, per la preservazione ed integrità dei dati critici per l'audit ed il troubleshooting dei sistemi di bordo;
- trovare nuove soluzioni per la supervisione, anche gerarchica, dei sistemi di controllo, in prospettiva DCS (Distributed Control System), basata sugli Smart Contract come strumenti di programmazione delle logiche di controllo;
- trovare nuove soluzioni per l'attestazione, anche remota, dell'integrità delle risorse IT/OT critiche, con particolare riferimento alla componentistica riprogrammabile;
- studiare nuove formule di interfacciamento di risorse IoT con infrastrutture OT.

Le attività saranno organizzate in modo da garantire le conoscenze e le competenze necessarie per raccogliere ed analizzare i requisiti dei sistemi informativi e di controllo, inclusi cruscotti ed altre interfacce utente, nel dominio dei sistemi di bordo in ambito navale, includendo azioni volte ad acquisire la necessaria padronanza dei "flussi informativi" e le interazioni nei sistemi di controllo (OT), così come del "ciclo di vita" delle risorse IoT all'interfaccia con le infrastrutture industriali.

L'impatto della ricerca riguarda i seguenti fattori:

- accelerazione dei processi di trasformazione digitale, in particolare nell'ambito marittimo-navale, attraverso un maggior grado di pervasività sulla flotta navale e su tutti i dispositivi, anche di terra, e la possibilità di accedere ubiquamente a tali informazioni, da qualsiasi luogo, in maniera assolutamente sicura, garantendo l'immutabilità del dato;
- attività di disseminazione e comunicazione dei risultati nell'ottica di una valorizzazione dei risultati della ricerca e della tutela della proprietà intellettuale che assicuri accesso aperto al pubblico, ai risultati della ricerca e ai relativi dati nel minor tempo e con il minor numero di limitazioni possibile, secondo i principi

“Open science” e “Fair data”, adottando un approccio di ampio riuso nel contesto Open Science di riferimento Europeo (EOSC).

ENGLISH VERSION

In the context of the challenges related to the digital transition, the techniques and methodologies for the integration of resources and protocols typical of the Internet of Things domain with industrial control systems (Operational Technologies) and the management of life cycle of critical data of the corresponding IT / OT infrastructures, with particular reference to on-board systems in the naval sector, represent a fertile and still relatively little explored field of research. Here, the traditional models and approaches of the OT fields can be re-evaluated in light of state-of-the-art tools in the IoT and, more generally, Cyber-Physical Systems, in particular able to guarantee the immutability of the data for which long-term preservation is required, and certify the 'integrity of hardware / software resources, including Blockchains, Smart Contracts and more generally Distributed Ledger Technologies (DLT).

These contexts, in the light of the hidden pitfalls behind Information and Communication Technologies (ICT), primarily those of security and trustworthiness (trust) on data and resources in general, are in fact often kept “at an adequate distance” from them. The digital transition should also and above all affect the maritime industrial and commercial sector which, unlike other transport systems, has remained somewhat behind in terms of this technological-digital process, maintaining a certain mistrust of digital technologies. These technologies would allow constant and continuous monitoring of devices and naval equipment, as well as their control even remotely, opening up to scenarios of optimized management of these resources in real time, therefore capable of managing problems and emergencies, including future ones, through predictive mechanisms that they could save lives, as well as reduce the ecological and energy impact, the timing and maximize the profits of the companies involved.

The study on Trusted Maritime Cyber Physical Systems (TMCPS) focuses on the definition of general and specific solutions for maritime systems, starting from the methodologies and techniques to define the TMCPS engineering process which includes analysis, design, development, the deployment and maintenance / evolution of these systems.

The main goals are:

- to encourage the study and development of innovative research methods and integration models for IT in the OT field, converging towards the TMCPS;
- to acquire skills in the field of Distributed Ledger Technologies, with particular reference to IoT-oriented DLTs, and Smart Contracts as an approach to decentralized and verifiable business logic;
- to acquire skills in modeling and formal verification of Cyber-Physical Systems, with particular reference to sensors and control systems on board ships;
- to acquire skills in IoT communication protocols, for short, medium and long range configurations, and for different topologies, including mesh networks;
- to create innovative prototypes, based on DLT, for the preservation and integrity of critical data for the audit and troubleshooting of on-board systems;
- to find new solutions for the supervision, even hierarchical, of the control systems, from a DCS (Distributed Control System) perspective, based on Smart Contracts as programming tools for control logics;
- to find new solutions for the certification, even remotely, of the integrity of critical IT / OT resources, with particular reference to reprogrammable components;
- to study new formulas for interfacing IoT resources with OT infrastructures.

The activities will be organized in such a way as to guarantee the knowledge and skills necessary to collect and analyze the requirements of information and control systems, including dashboards and other user interfaces, in the domain of on-board systems in the naval sector, including actions aimed at acquiring the necessary mastery of "information flows" and interactions in control systems (OT), as well as of the "life cycle" of IoT resources at the interface with industrial infrastructures.

The impact of the proposed research concerns:

- the acceleration of digital transformation processes, in particular in the maritime-naval sector, through a greater degree of pervasiveness on the naval fleet and on all devices, including land, and the possibility of ubiquitous access to such information, from any place, in an absolutely safe way, guaranteeing the immutability of the data;
- the dissemination and communication of results with a view to enhancing research results and protecting intellectual property that ensures open access to the public, research results and related data in the shortest time and with the least possible limitations, according to the “Open science” and “Fair data” principles, adopting an approach of wide reuse in the European reference Open Science context (EOSC).

❖ **PERIODO IN IMPRESA – CENTRI DI RICERCA – P.A.:**

Il Programma di ricerca sarà svolto in collaborazione con il seguente soggetto:

Ragione sociale: Grimaldi Group SPA

Sede legale: Napoli

Rappresentante legale: Gianluca Grimaldi

L'ente sopra citato ospiterà il dottorando beneficiario della borsa finanziata sulle risorse del DM 351/2022 per n. 9 mesi nel corso del dottorato.

❖ **PERIODO ALL'ESTERO:**

Il Programma di ricerca prevede un periodo all'estero di n. 6 mesi presso la seguente istituzione:

SINTEF Digital - Department Sustainable Communication Technologies – Oslo, Norway.

Si dichiara inoltre che il presente programma è conforme al principio “di non arrecare un danno significativo” (DHS) ai sensi dell'art. 17 del regolamento (UE) 2020/852 in coerenza con gli orientamenti tecnici predisposti dalla Commissione Europea (Comunicazione della Commissione Europea 2021/C58/01) e garantisce il rispetto dei principi orizzontali del PNRR (contributo all'obiettivo climatico e digitale c.d. tagging, il principio della parità di genere e l'obbligo di protezione e valorizzazione dei giovani).