

Destinazione Terra: Il PNRR e l'IGAG

Il **sistema Terra** è complesso e la sua **dinamica**, sia interna sia superficiale, dipende dai processi che regolano le interazioni tra le sue componenti principali: aria, acqua, ghiaccio, rocce. Il **sistema Terra** costituisce, inoltre, la base fisica e chimica di cui si "nutrono", ma anche insistono, le attività umane, divenute il principale agente modellatore del Pianeta nel corso della sua storia più recente, tanto da darle il nome: **Antropocene**. Le attività umane sono il motivo principale del cambiamento climatico che sta causando effetti probabilmente irreversibili sui sistemi fisici e biologici globali.

Le **attività di ricerca** nel campo delle **Geoscienze** contribuiscono alla **conoscenza** dei **processi geodinamici** che modellano la superficie della Terra e il suo interno e, in questo ambito, la comunità scientifica dovrà rafforzare la propria azione affinché i risultati della ricerca indichino in maniera ineludibile la necessità che i Governi agiscano nell'immediatezza, per **utilizzare** in modo **sostenibile** le **georisorse**, **ridurre l'inquinamento**, **prevenire** e **mitigare** i **rischi** indotti dai **cambiamenti globali**. In questo senso le Geoscienze svolgono un ruolo leader, perché **costituiscono** una **riserva di conoscenze insostituibile** per studiare il **Pianeta Terra** e **preservarlo**, a vantaggio delle **generazioni future**.

Per il nostro Paese e l'area mediterranea, il **miglioramento** delle **conoscenze scientifiche** in ambito geologico e geofisico è altrettanto **indispensabile** per **comprendere** i processi che regolano il nostro **territorio**, per individuare e **sfruttare** in maniera **sostenibile** le **risorse** del sottosuolo, per progettare e **realizzare** gli **interventi di risanamento ambientale**, per valutare e **gestire** i **rischi naturali e ambientali**. Il territorio del Paese insiste su di un contesto geodinamico ancora in disequilibrio, dove numerosi fattori amplificano la dinamica del sistema Terra: sismicità, vulcanismo, dissesto idrogeologico, erosione costiera e interazione con l'ambiente marino.

In questo contesto, lo studio del sistema Terra è da attuarsi con misure dirette e osservazioni da remoto, analisi di laboratorio e modellazione dei dati, e costituisce il principale contributo che CNR-IGAG può fornire per contribuire agli avanzamenti nel campo della ricerca, per supportare la rivoluzione verde e la transizione ecologica del Paese, così come previsto nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza. La declinazione della ricerca di base come moto fondamentale per ampliare la conoscenza dei processi che governano la dinamica dei vari elementi del Pianeta è un'azione insostituibile senza la quale qualsiasi tentativo di prevenzione dal rischio naturale e valutazione di sostenibilità ambientale sono destinati ad un successo parziale. Inoltre, comprendere e conoscere gli scenari climatici e ambientali passati del pianeta è fondamentale per contestualizzare i tempi di resilienza che il pianeta Terra e i suoi ambienti attuali possiedono nei confronti del clima e della capacità di adattamento delle forme vegetali e animali nei confronti della rapidità con cui la società industriale sta insistendo sul sistema terrestre globale.

Le attività dei ricercatori CNR-IGAG riguardano una ricerca aperta e multidisciplinare con l'acquisizione, l'analisi e l'interpretazione di dati geologici, geofisici, geodetici e da

osservazioni satellitari, anche attraverso metodi di cartografia geologica e dei fondali marini e di modellazione dei processi dinamici per la comprensione dei meccanismi di base che regolano l'evoluzione della superficie terrestre e le relazioni con l'interno della Terra. Le conoscenze di tali processi sono anche di sostegno alla salvaguardia dei territori e dei loro abitanti, tramite avanzamenti su temi di mitigazione ai cambiamenti climatici, mitigazione del rischio sismico ed idrogeologico, stabilità dei versanti, erosione delle coste e habitat marini costieri.

Il CNR-IGAG nel contesto del Piano per la ripresa e la resilienza dell'Italia, in base alle proprie competenze e capacità analitiche e di ricerca intende promuovere le seguenti azioni:

MISSIONE 1

Componente 3 - Turismo e cultura 4.0

I ricercatori dell'Istituto impegnati in attività riguardanti la caratterizzazione e preservazione dei Geomateriali e del patrimonio geologico legati ai beni culturali potranno intervenire con azioni legate al monitoraggio dei beni culturali per la loro salvaguardia attraverso metodi di sorveglianza e gestione dei luoghi culturali.

Inoltre, l'istituto potrà intervenire con azioni legate all'Investimento 2.4: Sicurezza sismica nei luoghi di culto, restauro del patrimonio culturale del Fondo Edifici di Culto (FEC) e siti di ricovero per le opere d'arte (Recovery Art). Le particolari competenze dei ricercatori CNR-IGAG permetteranno di operare nell'ambito della realizzazione del piano di interventi preventivi antisismici per ridurre significativamente il rischio per i luoghi di culto, così da evitare i potenziali costi di ripristino dopo eventi calamitosi, oltre che la perdita definitiva dei beni interessati. Gli interventi in cui i ricercatori CNR-IGAG potrebbero intervenire riguardano principalmente la messa in sicurezza antisismica dei luoghi di culto e la realizzazione di depositi per il ricovero delle opere d'arte coinvolte negli eventi calamitosi, attraverso studi particolareggiati di microzonazione sismica.

MISSIONE 2 - Rivoluzione verde e transizione ecologica

Componente 1 - economia circolare e agricoltura sostenibile

Obiettivo: Miglioramento della capacità di gestione efficiente e sostenibile dei rifiuti e avanzamento del paradigma dell'economia circolare

Con l'obiettivo di accelerare il processo di efficientamento in chiave eco-sostenibile delle realtà industriali del Paese, si propone di sviluppare un programma di ricerca di base e applicata che fornisca strumenti utili per il trasferimento alle industrie di metodi, processi e tecnologie avanzati per la valorizzazione di scarti di processo, attraverso il recupero di materie prime a elevato valore aggiunto. In questo senso, CNR-IGAG svolge attività di ricerca orientate alla sostituzione dei materiali critici, all'indipendenza da materie prime provenienti dall'estero attraverso l'individuazione, la classificazione e il recupero di materie prime seconde e critiche da scarti industriali (ad esempio minerari), e alla valorizzazione di scarti di diversa origine (ad esempio industriali, agro-industriali, urbani, RAEE) e composizione

(organici, inorganici) attraverso il recupero energetico e di materia o la sintesi di nuove sostanze ad elevato valore commerciale con processi eco-sostenibili.

Coerentemente con il *Green Deal* Europeo, con il Piano europeo per l'economia circolare e in linea con la programmazione strategica del CNR (PTA2020-2022 – Capitale naturale e risorse per il futuro dell'Italia), si propone di sviluppare un progetto di mappatura e caratterizzazione dei principali siti minerari tra quelli censiti in Italia, al fine di individuare e quantificare le potenziali fonti di materie prime seconde (comprese le materie prime critiche), sulle quali applicare moderni processi di (bio)idrometallurgia, anche in combinazione con processi di fitorisanamento/estrazione, per il recupero delle sostanze di interesse, riducendo la dipendenza dell'Italia dall'estero per quanto riguarda l'approvvigionamento di materie prime. La proposta è coerente anche con la Missione 2, Componente 4 (Tutela del territorio e della risorsa idrica), Ambito di Intervento 3, Intervento 3.4 (Bonifica di siti orfani) del PNRR.

A tale scopo il CNR (IREA, IMAA, IGAG e IRPI) può garantire le conoscenze e le competenze necessarie alla mappatura mediante tecniche di osservazione della terra da remoto (satellite) e SAPR, nonché allo sviluppo e trasferimento tecnologico di processi (bio)idrometallurgici e di fitorisanamento/fitoestrazione.

D1 - Investimento 3.3: Cultura e consapevolezza su temi e sfide ambientali

Il CNR-IGAG può intervenire in questo investimento realizzando una serie di azioni di divulgazione scientifica attraverso l'ideazione e la realizzazione di contenuti digitali per sensibilizzare alle sfide ambientali e climatiche partendo dal passato del pianeta Terra ed evidenziando come il pianeta abbia già convissuto con cambiamenti climatici intensi seppur meno rapidi di quelli che stiamo vivendo nell'epoca attuale. La sensibilizzazione sugli scenari paleo-climatici e paleo-ambientali consentirebbero l'acquisizione di una maggiore consapevolezza sugli effetti di lunga durata dei cambiamenti climatici che a scala umana sono traducibili in effetti irreversibili. I contenuti digitali saranno costituiti da podcast, lezioni video per le scuole, video e articoli. I materiali digitali saranno disponibili per il deposito su di una piattaforma online aperta accessibile a tutti con l'obiettivo di allestire l'archivio più completo di materiale educativo e ricreativo sulle tematiche ambientali.

Componente 3 - Efficienza energetica e riqualificazione degli edifici

Linea di investimento 1. Efficientamento energetico edifici pubblici

Investimento 1.1: Piano di sostituzione di edifici scolastici e di riqualificazione energetica

Questa linea di investimento si concentra sulla progressiva sostituzione di parte del patrimonio edilizio scolastico obsoleto con l'obiettivo di creare strutture moderne e sostenibili per favorire: i) la riduzione di consumi e di emissioni inquinanti, ii) l'aumento della sicurezza sismica degli edifici e lo sviluppo delle aree verdi, iii) la progettazione degli ambienti scolastici tramite il coinvolgimento di tutti i soggetti coinvolti con l'obiettivo di influenzare positivamente l'insegnamento e l'apprendimento di docenti e studenti, iv) lo sviluppo sostenibile del territorio e di servizi volti a valorizzare la comunità.

Il CNR-IGAG può intervenire in questo investimento rendendo disponibili le conoscenze e le competenze dei propri ricercatori nel campo della valutazione dell'azione sismica ai fini della progettazione dei nuovi edifici, con particolare riferimento agli edifici situati in zone ad alto rischio sismico. A tale scopo, CNR IGAG può mettere a disposizione l'esperienza maturata nel corso del decennio 2011-2021 nel campo della microzonazione sismica, nonché i prodotti cartografici ed i modelli sviluppati a partire dalle informazioni archiviate nel database nazionale di microzonazione sismica (www.webms.it), che CNR IGAG sviluppa, implementa e mantiene per conto della Commissione Tecnica nazionale che opera presso il Dipartimento della Protezione Civile.

Componente 4 - Tutela del territorio e della risorsa idrica

Ambito di intervento: 4. Garantire la gestione sostenibile della risorsa idrica lungo l'intero ciclo e il miglioramento della qualità ambientale delle acque interne e marittime.

G3 - Investimento 2.2 - Interventi per la resilienza, la valorizzazione del territorio e l'efficienza energetica dei comuni.

Il CNR-IGAG metterà a disposizione le proprie competenze presenti nelle sedi di Montelibretti, Roma e Milano, in stretta sinergia con CNR-IRPI, per affrontare le tematiche inerenti la prevenzione e mitigazione dei rischi idrogeologici nelle aree urbane e metropolitane, in particolare con l'obiettivo di rendere gli edifici più sicuri nei confronti dei rischi sismico e idrogeologico, anche in funzione all'adattamento ai cambiamenti climatici valutati sia su una proiezione del dato osservato che sulla base di scenari attualistici elaborati sulla base di scenari passati verificati nella storia recente del pianeta.

G3 - Investimento 3.3: Rinaturazione dell'area del Po

I ricercatori del CNR-IGAG della sede di Milano in stretta collaborazione con quelli delle sedi di Montelibretti e Cagliari, e in sinergia con le Università di Milano Bicocca e Milano Statale, proporranno studi di base e interventi sulla rinaturazione dell'area del Po, in maniera da mitigare i danni ambientali e il rischio idrogeologico legato agli eccessivi a) inquinamento delle acque, b) consumo di suolo, c) sfruttamenti da escavazione nel letto del fiume.

G3 - Investimento 3.5: Ripristino e tutela dei fondali e degli habitat marini

Il CNR-IGAG sulla base delle sue competenze di Geologia Marina della sede di Roma, anche in collaborazione con CNR-ISMAR, proporrà azioni tese alla definizione dei fondali marini, della loro geologia (morfologia, batimetria, litologia, sedimentologia) con la finalità della loro tutela e quindi degli habitat marini e degli ecosistemi.

L'Istituto proporrà azioni di cartografia dei fondali marini su larga scala, con annessa mappatura degli elementi geogenici e antropogenici che innescano il degrado del fondale con ripercussione degli ecosistemi che vi insistono. Inoltre, verranno proposte azioni di cartografia delle aree costiere attraverso metodiche integrate rilevamento a mare e a terra, con l'utilizzo delle metodiche più attuali di OT marino e aereo (droni) calibrate con rilievi tradizionali a

campione e puntuali, in maniera da definire le fragilità e le aree di maggiore pericolo legate a ingressione marina in seguito a fenomeni naturali legati ai cambiamenti climatici in atto.

G3 - Investimento 4.4. Investimento in fognatura e depurazione.

Il CNR-IGAG, attraverso le due sedi di Cagliari e Montelibretti, propone di sviluppare un programma di ricerca di base finalizzato allo sviluppo di tecnologie di depurazione dei reflui basate su processi avanzati e a ridotto impatto ambientale, trasferibili all'industria, che consentano il riutilizzo delle acque (ad esempio a fini irrigui) ed il recupero di sostanze ad elevato valore aggiunto (azione combinata con la Componente 1 della stessa Missione). In tal senso, di particolare interesse sono i reflui provenienti dal settore agro-industriale, caratterizzati da un forte carico inquinante e al contempo da un elevato potenziale economico, per la presenza di azoto e fosforo recuperabili in quantità significative. Il CNR-IGAG può fornire il know-how necessario a: 1) sviluppo e ottimizzazione di tecnologie basate su processi biologici e bio-elettrochimici, caratterizzati da ridotti costi di esercizio; 2) loro integrazione in piattaforme multifunzionali che consentano di trattare in modo sinergico scarti solidi e liquidi, chiudendo il ciclo dei rifiuti; 3) loro validazione a scala di laboratorio e pilota, nell'ottica di un loro trasferimento all'industria.

I risultati del programma contribuiranno al miglioramento della qualità delle acque interne e marine (in generale, alla gestione sostenibile della risorsa idrica), ad aumentare la competitività delle aziende operanti nel settore e al rafforzamento della coesione sociale, riducendo in particolare il divario con il mezzogiorno (dove il settore agro-industriale è particolarmente attivo).

Nello stesso ambito di intervento e componente, con l'obiettivo di "garantire la sicurezza, l'approvvigionamento e la gestione sostenibile delle risorse idriche lungo l'intero ciclo - omissis - migliorando lo stato di qualità ecologica e chimica dell'acqua", il CNR-IGAG può contribuire inoltre allo sviluppo di nuove tecnologie di risanamento degli acquiferi che affrontino il problema della multi-contaminazione (compresa la salinizzazione) con processi eco-sostenibili, efficienti e dai ridotti costi operativi, e che adottino un approccio orientato non solo al recupero della risorsa idrica, ma possibilmente anche al recupero o alla sintesi di sostanze a valore commerciale a partire da quelle inizialmente presenti nelle acque (economia circolare), riallacciandosi dunque alla Componente 1 della stessa Missione)

Componente 4.1 (rafforzare la capacità previsionale degli effetti del cambiamento climatico)

Investimento 1.1 (Realizzazione di un sistema avanzato ed integrato di monitoraggio e previsione).

Il CNR-IGAG può contribuire allo sviluppo di un "sistema di monitoraggio che consenta di individuare e prevedere i rischi sul territorio, come conseguenza dei cambiamenti climatici e di inadeguata pianificazione territoriale", attraverso la raccolta e omogeneizzazione di dati territoriali sfruttando sistemi di osservazione satellitare e droni.

MISSIONE 3

Componente 1 - Infrastrutture per una mobilità sostenibile.

I ricercatori dell'Istituto CNR-IGAG sulla base delle loro competenze, e in sinergia con i ricercatori del CNR-IRPI, svilupperanno attività tese al raggiungimento degli obiettivi per una migliore conservazione e prevenzione delle infrastrutture urbane e viarie di fronte a pericoli legati ad eventi naturali estremi.

A questo riguardo verrà proposta la progettazione e implementazione di una Piattaforma "Impatti" per i sistemi urbani e infrastrutturali, per la pianificazione degli interventi utili a ridurre gli impatti degli eventi catastrofici.

La Piattaforma "Impatti" consentirà di gestire i sistemi urbani e delle reti infrastrutturali, attraverso la valutazione degli impatti fisici degli eventi catastrofici - con particolare riferimento agli Eventi Estremi - su edifici, infrastrutture e popolazione. La Piattaforma "Impatti", utilizzando gli scenari di pericolosità sviluppati dal *Climate Service "Eventi Estremi"* e dagli altri servizi attivi sul territorio nazionale (in ottica multi-pericolosità), consentirà di formulare scenari di impatto in termini di operatività dei sistemi urbani e infrastrutturali in caso di evento catastrofico. I decisori potranno in tal modo implementare politiche di mitigazione dei rischi, attraverso una programmazione mirata degli interventi. In caso di evento catastrofico, integrando opportunamente i dati di OT e delle reti di monitoraggio a terra, la Piattaforma "Impatti" agirà a supporto della fase emergenziale e consentirà di programmare gli interventi sul territorio per ridurre i tempi della ripresa post-evento.

MISSIONE 4

Componente 2 - Dalla ricerca all'impresa

Il CNR-IGAG contribuirà ai seguenti investimenti con progetti tesi a rafforzare le competenze, favorendo la transizione verso interventi e cooperazioni con il mondo economico basati sulla conoscenza, promuovendo il miglioramento della base scientifica attraverso il rafforzamento dei legami tra imprese e scienza (trasferimento di conoscenze e tecnologia) a sostegno dell'innovazione:

K3 - Investimento 1.3 - Partenariati estesi a università, centri di ricerca, imprese e finanziamento progetti di ricerca di base.

Verranno proposti partenariati tra CNR-IGAG e le Università che ospitano le sedi secondarie dell'istituto (e.g., Università di Cagliari, Università di Milano Bicocca, Università di Milano Statale, Università di Roma – Sapienza) per lo sviluppo di ricerche di base e applicative sui seguenti temi:

- a) dinamica terrestre ed evoluzione del sistema Terra;
- b) geologia marina e salvaguardia del patrimonio costiero nazionale;
- c) paleoclima e paleoambienti;
- d) rischi geoambientali e pianificazione territoriale;

- e) geomateriali, risorse del sottosuolo e patrimonio geologico;
- f) monitoraggio, tutela e risanamento ambientale in un contesto di economia circolare.

MISSIONE 5 – Inclusione e coesione

Componente 3 – Interventi speciali per la coesione territoriale

La misura mira a potenziare gli spazi pubblici in una prospettiva di sostenibilità attraverso interventi urbanistici innovativi. Intervenire sulle strutture pubbliche (scuole e università) e private per migliorare la resistenza agli eventi sismici e l'efficientamento energetico, aumentare la mobilità tra le aree rurali, assicurare servizi ai cittadini e alle imprese. Rendere più moderne le infrastrutture tecnologiche per ridurre il consumo energetico delle aree urbane.

I ricercatori del CNR IGAG potranno contribuire con le proprie conoscenze nell'ambito delle geoscienze all'investimento "Interventi per le aree del terremoto 2009 e 2016" (macro-misura A "Città e paesi sicuri, sostenibili e connessi") per la rinascita economica e sociale delle aree terremotate tra Lazio, Marche, Abruzzo e Umbria. CNR-IGAG, in particolare, metterà a disposizione del sistema paese conoscenze, competenze e dati acquisiti sul territorio nel corso delle attività svolte a supporto del Governo centrale e dei Commissari governativi a seguito degli eventi del 2009 e 2016-2017, nel campo della valutazione della risposta sismica locale associata alle strutture pubbliche e private, al fine di migliorarne la resistenza in caso di terremoti.