

Unità di Intelligenza Ambientale

Centrale operativa monitoraggio - Azioni integrate di Intelligenza Ambientale: monitoraggio, diffusione e promozione

Premessa

Negli ultimi anni, la Regione Campania ha intrapreso un percorso innovativo per affrontare in modo sistemico e proattivo le sfide ambientali del proprio territorio. La crescente disponibilità di dati, l'evoluzione delle tecnologie digitali e l'urgenza di tutelare la salute pubblica hanno spinto le istituzioni regionali a dotarsi di strumenti sempre più avanzati per il monitoraggio, la prevenzione e la gestione dei fenomeni ambientali.

In tale prospettiva, il monitoraggio e il controllo del territorio, dei programmi e dei progetti, costituisce il presupposto fondamentale affinché possano essere messe in campo azioni efficaci di prevenzione e protezione della salute umana e dell'ambiente. A tale scopo la Regione Campania, con la DGR. 243 del 19 maggio 2020 ha costituito una struttura tecnico-amministrativa quale strumento per promuovere e coordinare pronti ed efficaci interventi sul territorio, per contenere fin dall'insorgenza gli effetti dei fattori inquinanti, contribuire al rapido accertamento dei responsabili, e mettere in campo efficaci azioni idonee a prevenire più che a scoprire e reprimere.

La costituzione dell'Unità di Coordinamento Ambientale (UCA) costituita con Decreto Presidenziale 67 del 27 maggio 2020, rinominata successivamente Unità di Intelligenza Ambientale (UIA) risponde, quindi, alla necessità di integrare e sistematizzare le conoscenze e le informazioni disponibili sullo stato di salute delle principali matrici e pressioni ambientali su scala regionale. L'UIA svolge un ruolo fondamentale nel coordinare le azioni dei vari attori istituzionali coinvolti nel monitoraggio e nel controllo del territorio e dell'ambiente, garantendo un alto livello di controllo e monitoraggio del territorio attraverso azioni sinergiche di prevenzione e/o correzione.

Il "Programma delle azioni integrate per il monitoraggio ambientale della Regione Campania" approvato con DGR. 191 del 04 maggio 2021 ha rappresentato un'importante iniziativa volta a migliorare e sistematizzare la conoscenza e il controllo delle principali matrici ambientali su scala regionale affermando il ruolo dell'Unità di Intelligenza Ambientale (UIA).

La finalità principale della Centrale di Monitoraggio Ambientale è di coordinare e integrare le azioni dei differenti attori istituzionali operanti in materia di monitoraggio e controllo del territorio e dell'ambiente. La realizzazione della Centrale operativa consente l'implementazione di una Banca dati unitaria, facilitando il dialogo tra le conoscenze e i flussi informativi a disposizione delle strutture regionali e dei singoli organismi (Arpac, Istituto Zooprofilattico, Ente Idrico Campano, SMA Campania, Dipartimenti Asl, Università). Il monitoraggio dinamico sulle diverse matrici ambientali è una base di supporto avanzata e aggiornata per le strategie di intervento sul territorio, seguendo un ordine di priorità fondato su dati scientifici.

Parallelamente alla costituzione della Centrale di Monitoraggio Ambientale, A supporto dell'Unità di Intelligenza Ambientale (UIA), è stata programmata e implementata un'infrastruttura digitale in grado di

integrare dati provenienti da fonti diverse e trasformarli in conoscenza utile per le decisioni strategiche. Al centro di questa trasformazione si trova la piattaforma SINFONIA Ambiente, un sistema digitale che sfrutta la rappresentazione e l'analisi geospaziale per offrire una lettura dinamica e predittiva del territorio. Grazie a strumenti di Geo-Analisi avanzate, UIA integra le informazioni della banca dati unitaria, permettendo analisi previsionali per prevenire rischi ambientali e tutelare la salute. Un sistema innovativo per una gestione più efficace e tempestiva del territorio. L'UIA utilizza Sinfonia Ambiente per sviluppare analisi mirate sul monitoraggio di parametri ambientali. Attraverso l'elaborazione di dati ambientali, il sistema evidenzia criticità e aree di intervento, fornendo informazioni utili sia all'amministrazione per le decisioni strategiche, sia ai cittadini per una maggiore consapevolezza sulle condizioni del territorio.

Le Azioni Integrate per il Monitoraggio Ambientale

Nell'ambito del "Programma delle azioni integrate per il monitoraggio ambientale della Regione Campania" approvato con DGR. 191 del 04 maggio 2021 e sotto il coordinamento dell'Unità di Intelligenza Ambientale, è stata **realizzata e allestita la Centrale Operativa Regionale per il Monitoraggio Ambientale presso il Real Sito di Carditello**, in provincia di Caserta.

La **Centrale** si configura così come un **polo di eccellenza per il monitoraggio ambientale**, dotato di strumenti e competenze per affrontare le sfide legate alla qualità dell'aria, dell'acqua, del suolo, e alla tutela della biodiversità. Costituisce inoltre un **modello replicabile** di cooperazione istituzionale, in grado di rafforzare il presidio ambientale e di orientare politiche pubbliche basate su dati oggettivi e aggiornati.

A supporto dell'operatività della Centrale è stato inoltre realizzato **Sinfonia Ambiente (SIA)**, il **sistema informativo ambientale integrato** della Regione Campania. SIA rappresenta una piattaforma digitale avanzata che organizza, sistematizza e rende fruibili le informazioni ambientali, costituendo il **nucleo tecnologico** della Centrale.

Il sistema è stato concepito per rispondere a diverse esigenze operative e conoscitive, garantendo l'**integrazione dei dati** provenienti da fonti eterogenee (reti di sensori, rilievi satellitari, campagne di monitoraggio, enti partner) e la **disponibilità di informazioni strutturate** a supporto del processo decisionale.

Le attività dell'U.I.A. riguardano:

1. l'analisi dei dati disponibili e di quelli necessari di ulteriore acquisizione inclusivi dei dati di riferimento e dei metadati di riferimento;
2. le metodologie di calcolo, le analisi statistiche, la validazione ed interpretazione dei risultati ed i metodi di visualizzazione degli stessi per ogni opportuna necessità e trasparenza;
3. la definizione delle ricadute applicative dei risultati raggiunti e gli indirizzi alle richieste applicative degli uffici competenti ed alle politiche di sostenibilità regionali;

L'elemento caratterizzante dell'UIA è l'uso estensivo dell'intelligenza artificiale per far sì che essa funzioni come elemento di supporto alle decisioni grazie all'analisi dei Big Data ambientali, alla modellazione predittiva anche conseguente alla integrazione di dati multisetoriali, alla identificazione dei trend e delle anomalie ed alla conseguente ottimizzazione delle risorse destinate agli investimenti. L'intelligenza artificiale può infine agevolare la comunicazione e il coinvolgimento del pubblico attraverso la personalizzazione delle informazioni ambientali, favorendo la consapevolezza e la partecipazione attiva delle comunità nella gestione sostenibile del territorio.

Per la sua organizzazione e complessità, le azioni saranno supportate da diverse articolazioni tecnico-scientifiche interne con specifiche competenze nelle diverse aree di interesse, quali sezioni tematiche relative alle politiche dell'ambiente e della tutela dell'inquinamento:

- qualità dell'aria;
- acque;
- rifiuti e siti contaminati;
- rischio idrogeologico;
- ecologia ed aree protette;
- one health (impatti della qualità ambientale sulla salute dell'uomo);

Al fine di continuare e supportare le azioni della Centrale Strategica e Operativa Regionale per il Monitoraggio

Ambientale si rende necessario definire un nuovo “Programma di Azioni Integrate per il Monitoraggio Ambientale” finalizzate all'acquisizione di ulteriori dati e informazioni attraverso differenti tecnologie e strumenti innovativi, alla loro sistematizzazione, analisi, interpretazione e trasformazione in informazioni utili al monitoraggio delle pressioni derivanti dalle principali attività antropiche, al monitoraggio dello stato qualitativo e quantitativo delle risorse naturali, all'individuazione di eventuali correlazione con lo stato di salute della popolazione, alla definizione di scenari e all'individuazione di azioni correttive e gestionali.

Di seguito, il quadro di sintesi delle correlate Azioni Integrate per il Monitoraggio Ambientale. Queste saranno divise in azioni trasversali che riguarderanno tutte le articolazioni tecnico-scientifiche create, sia azioni verticali per singola sezione tematica.

Azioni Trasversali

Potenziamento e Gestione Operativa della Centrale di Monitoraggio Ambientale

La **Centrale Operativa Regionale per il Monitoraggio Ambientale**, allestita presso il Real Sito di Carditello, rappresenta oggi un **asset strategico** per il sistema di protezione ambientale della Regione Campania. Essa costituisce il punto di raccordo tra innovazione tecnologica, governance integrata e capacità operativa, ponendosi come snodo fondamentale per il coordinamento delle attività di monitoraggio, sorveglianza e risposta ai fenomeni ambientali critici.

Per mantenere pienamente attive le sue funzioni e garantirne il costante sviluppo, è **indispensabile assicurare una gestione operativa stabile e strutturata**, che copra non solo i **costi di conduzione ordinaria**, ma anche quelli legati al **potenziamento progressivo delle infrastrutture e delle dotazioni tecnologiche**.

In particolare, la gestione della Centrale richiede:

- **Personale tecnico qualificato** e in formazione continua, in grado di operare con sistemi complessi e di garantire l'interpretazione dei dati;
- **Aggiornamento e manutenzione delle infrastrutture digitali**, comprese le piattaforme informatiche come Sinfonia Ambiente e le reti di sensori fissi e mobili;
- **Pianificazione di interventi di potenziamento**, come l'ampliamento della sensoristica, l'adozione di nuove tecnologie di osservazione (es. telerilevamento, modelli predittivi) e l'integrazione di flussi informativi esterni;
- **Supporto logistico e operativo** per le attività di rilievo sul campo, simulazioni, formazione del personale e gestione dei flussi di emergenza, nonché per l'organizzazione di eventi e meeting.

La **sostenibilità economico-gestionale della Centrale** deve dunque essere considerata una priorità nella programmazione regionale, prevedendo **risorse dedicate**, anche attraverso fondi strutturali, progetti nazionali e strumenti di cooperazione europea (quali LIFE, Horizon, PNRR). Solo garantendo la continuità operativa e l'evoluzione del sistema sarà possibile valorizzare appieno il potenziale di questo presidio e **trasformare il monitoraggio ambientale in una leva strutturale per la prevenzione, la sicurezza e la resilienza del territorio campano**.

Descrizione delle attività:

La gestione operativa della **Centrale Operativa Regionale per il Monitoraggio Ambientale**, istituita presso il Real Sito di Carditello, rappresenta una componente essenziale per il pieno funzionamento e la valorizzazione delle infrastrutture e dei sistemi informativi già attivati. Le attività previste mirano a **garantire la continuità operativa**, l'efficienza delle funzioni di coordinamento interistituzionale, la gestione delle informazioni ambientali e la **capacità di risposta a eventi critici**.

L'approccio gestionale prevede la presenza di personale tecnico e amministrativo qualificato, l'aggiornamento e la manutenzione delle infrastrutture tecnologiche, il coordinamento operativo con gli attori territoriali e la predisposizione di strumenti per la comunicazione, l'analisi e la condivisione dei dati. Particolare attenzione è dedicata al **potenziamento progressivo della Centrale**, attraverso l'integrazione di nuove tecnologie e il rafforzamento della rete dei servizi connessi (es. sensoristica, rilievi da remoto, simulazioni operative).

L'obiettivo complessivo è assicurare che la Centrale rappresenti non solo un centro di raccolta dati, ma anche un **polo strategico di elaborazione, decisione e supporto** alle politiche ambientali regionali, agendo in maniera proattiva nella prevenzione, nel controllo e nella pianificazione territoriale.

Il coordinamento e il supporto a tutte le attività messe in campo dalla Centrale diventa un punto cruciale per seguire il corretto andamento delle attività, coordinare gli attori coinvolti e effettuare il raccordo tra le informazioni e i dati raccolti con una **gestione unitaria e centralizzata dei database e delle informazioni all'interno del Sistema Informativo Ambientale** (Sinfonia Ambiente).

Non in ultimo il supporto specialistico in centrale permetterà di offrire un supporto per l'utilizzo delle tecnologie della piattaforma Sinfonia Ambiente con la creazione, a seconda delle necessità, di semplici strumenti di consultazione, divulgazione o raccolta dati in campo (mappe, applicazioni di campo) a supporto dei vari attori.

Attività/output previsti

- Attivazione di un **presidio operativo permanente** presso la sede della Centrale di Carditello;
- **Gestione e manutenzione ordinaria** delle infrastrutture fisiche e digitali (reti dati, server, sistemi informativi, dashboard, sale operative);
- **Presidio tecnico-amministrativo** per il coordinamento delle attività quotidiane e straordinarie;
- Definizione di **procedure operative standard (SOP)** per l'attivazione di flussi di monitoraggio, allerta e risposta a eventi ambientali;
- Servizi avanzati di raccolta dati in campo con droni terra-acqua per il monitoraggio ambientale;
- **Aggiornamento continuo del sistema Sinfonia Ambiente**, con garanzia di interoperabilità con i flussi dati esterni (es. ARPAC, SMA Campania, ASL, Università);
- Organizzazione di **incontri tecnici interistituzionali** per l'analisi dei dati, la valutazione delle criticità ambientali e la pianificazione degli interventi di concerto con l'Unità di Intelligenza Ambientale;
- **Report periodici** sull'andamento delle attività e sugli scenari ambientali di maggiore rilevanza;
- **Formazione operativa** continua per il personale della Centrale;
- Potenziamento tecnologico progressivo con aggiornamento delle dotazioni hardware e software;

- Analisi e creazione di strumenti di consultazione (dashboard, mappe, analisi, storymap)
- Analisi e creazione di strumenti di raccolta dati di campo o di digitalizzazione (applicazioni di campo o desktop per la raccolta dei dati)
- Attivazione di strumenti di comunicazione pubblica e trasparenza, anche tramite portali web e cruscotti informativi destinati ai cittadini.
- Manutenzione del sito dedicato dell'Unità di Intelligenza Ambientale

Digitalizzazione dati delle Autorizzazioni Ambientali

La conoscenza approfondita delle Autorizzazioni Ambientali rilasciate sul territorio regionale costituisce un importante fonte informativa per la conoscenza delle pressioni sulle diverse matrici ambientali.

Seppur il processo autorizzativo sia stato standardizzato con l'utilizzo di moduli unici regionali approvati dalla Giunta Regionale della Campania, essi sono stati presentati in maniera cartacea/digitale dai competenti uffici e le informazioni in esso contenute non sono mai state sistematizzate in un archivio digitale consultabile e un database interrogabile.

L'opera di sviluppo di nuovi servizi digitali per tali procedure autorizzative messa in campo dalla Regione Campania non rappresenta una soluzione a breve termine per il recupero dei dati delle autorizzazioni già rilasciate, che risulterebbero digitalizzate solo in sede di rinnovi o varianti.

Le autorizzazioni per cui si rende necessario la digitalizzazione sono:

- Autorizzazione Unica Ambientale (AUA)
- Autorizzazione impianti rifiuti ex. Art. 208 D.lgs. 152/2006
- Autorizzazione Integrata Ambientale
- Autorizzazione all'emissione in atmosfera

L'intervento darà priorità alla digitalizzazione delle Autorizzazioni Uniche Ambientali.

Attività/output previsti:

- Definizione del data model per ciascuna autorizzazione
- Implementazione del Database e delle procedure per il caricamento dei dati
- Recupero degli atti e delle informazioni dagli enti competenti
- Digitalizzazione degli atti con relativo data entry

Aggiornamento e definizione del calcolo dei KPI - Supporto specialistico ed Esperti GIS e sistemistici

L'analisi dei dati ambientali costituisce il fulcro delle attività di monitoraggio della Regione Campania: integra informazioni provenienti da matrici differenti (aria, acqua, suolo, biodiversità) con elementi socio-economici e di pianificazione territoriale, restituendo una visione sistemica delle dinamiche eco-territoriali. Attraverso Sinfonia Ambiente, i flussi informativi raccolti da ARPA, SNPA, enti locali, università e soggetti privati vengono organizzati in un modello concettuale coerente, basato sul quadro DPSIR (Driving forces, Pressures, State, Impacts, Responses). Questo schema consente di collegare le pressioni antropiche alle variazioni di stato degli ecosistemi, di stimarne gli impatti e di valutare l'efficacia delle risposte normative e gestionali. Indicatori ambientali chiave (KPI) – aggiornati in un catalogo regionale dinamico – misurano gli obiettivi di tutela stabiliti da direttive UE, norme nazionali e piani regionali. L'impiego di analisi statistiche, GIS, modelli

predittivi e tecniche di big-data/AI permette di identificare trend, anomalie e scenari evolutivi, fornendo supporto decisionale alla pianificazione sostenibile, alla prevenzione dei rischi e alla programmazione degli interventi di risanamento.

Attività/output previsti

- Modello metodologico DPSIR formalizzato e adottato a livello regionale.
- Catalogo KPI ambientali aggiornato, con definizione di formule di calcolo, fonti dati e frequenze di aggiornamento.
- Database regionale unificato e interoperabile, alimentato da flussi automatici (Sinfonia Ambiente, ARPA, open-data, telerilevamento).
- Dashboard GIS interattive per la visualizzazione spaziale di indicatori e trend multi-temporali.
- Report periodici (semestrali/annuali) sullo stato delle matrici ambientali e sugli impatti socio-economici correlati.
- Sistemi di allerta basati su modelli predittivi (qualità dell'aria, rischio idrogeologico, incendi, ecc.).
- Procedure di data-quality e validazione dei dataset, condivise tra tutti gli enti partecipanti.
- Supporto specialistico per attività di onboarding dati e sistemi regionali
- Sviluppo di applicazioni verticali per esigenze specifiche
- Formazione specialistica per il personale tecnico sull'uso di strumenti statistici avanzati, AI e GIS.

Azioni per singole matrici ambientali

Qualità dell'aria

Sistemi avanzati per la modellazione della qualità dell'aria e il supporto alle analisi causa-effetto

L'azione è finalizzata all'evoluzione e l'utilizzo di due sistemi modellistici avanzati per la previsione e l'analisi operativa della qualità dell'aria nella Regione Campania, con una forte focalizzazione sulla capacità di **identificare, quantificare e attribuire le sorgenti emissive** responsabili degli episodi di inquinamento atmosferico, secondo un approccio di **source supportment**.

Il primo sistema è un **modello tridimensionale previsionale di trasporto e chimica dell'atmosfera**, integrato con dati meteorologici e inventari emissivi, che consente di simulare la distribuzione spaziale e temporale degli inquinanti (PM10, NO₂, O₃, ecc.) sull'intero territorio regionale. Oltre a fornire **previsioni giornaliere**, il sistema include strumenti analitici specifici per il **supporto all'attribuzione delle fonti (source apportionment)**, attraverso metodi che combinano simulazioni modellistiche e tecniche inverse. Questo approccio consente di ricostruire il contributo percentuale delle diverse sorgenti (traffico, riscaldamento, industria, combustioni, ecc.) nei siti in cui si verificano superamenti dei limiti normativi, **supportando la pianificazione di azioni correttive mirate** e la valutazione dell'efficacia delle politiche di mitigazione ambientale.

Il secondo sistema è un **modello lagrangiano a particelle**, specificamente progettato per la **simulazione della dispersione e della ricaduta al suolo di contaminanti** rilasciati da sorgenti puntuali o areali, come incendi, impianti industriali, termovalorizzatori e incidenti ambientali. Tale sistema trova applicazione sia nella **gestione delle emergenze ambientali**, consentendo di delineare rapidamente le aree potenzialmente impattate e ottimizzare le campagne di campionamento, sia negli studi di **valutazione d'impatto ambientale (VIA)** su scenari complessi. Anche in questo caso, il modello contribuisce al **source supportment**, fornendo informazioni dettagliate sull'origine, la traiettoria e la deposizione dei contaminanti atmosferici in funzione delle condizioni meteorologiche.

Entrambi i modelli saranno integrati nel sistema informativo regionale **Sinfonia Ambiente**, assicurando interoperabilità, condivisione dei dati e fruibilità tramite dashboard evolute e servizi di alerting. Inoltre, i sistemi contribuiranno alle **valutazioni di rappresentatività della rete di monitoraggio**, e saranno utilizzati per supportare gli adempimenti regionali in materia di qualità dell'aria e pianificazione ambientale.

Attività/output previsti

- Evoluzioni del **sistema previsionale meteorologico e di qualità dell'aria** presso il Data Center;
- Avvio operativo del **modello lagrangiano per la simulazione di dispersione e ricaduta di contaminanti**;
- Utilizzo di sistemi avanzati per studi pilota in aree particolarmente esposte;
- Attivazione di **moduli di source supportment**, per l'attribuzione quantitativa delle sorgenti responsabili dei superamenti;
- Supporto agli studi sulle cause degli sforamenti (reverse analysis)
- Integrazione dei modelli nel sistema **Sinfonia Ambiente**, con condivisione dei risultati attraverso dashboard interattive;
- Sviluppo di **servizi di allerta semi-automatici**, configurabili in base alle soglie normative e alle condizioni meteo-atmosferiche;

- Formazione specialistica per il personale regionale e ARPAC sull'utilizzo dei modelli e sull'analisi delle sorgenti;
- Produzione di **scenari analitici e previsionali** per supportare le decisioni in ambito autorizzativo, pianificatorio e di emergenza;
- Redazione di **rapporti annuali e tematici** sulle cause degli sforamenti e sulle misure di mitigazione da attivare.

Difesa Suolo

Utilizzo di modelli numerici per lo studio e la pianificazione del rischio idrogeologico

Il progetto mira a condurre una caratterizzazione delle modalità con cui si propagano le colate detritiche e i fenomeni di flusso iper-concentrato, e di mettere a punto un **modello numerico** atto a consentire, da parte di personale specificamente addestrato al suo uso, l'individuazione delle aree che potrebbero essere interessate da tali fenomeni, e di effettuare una valutazione quantitativa dei tiranti idrici massimi, delle velocità massime, delle massime spinte statiche e dinamiche unitarie che possono osservarsi nelle varie zone interessate da tali fenomeni.

Saranno condotte **simulazioni in tempo reale dei fenomeni di propagazione delle piene** lungo le aste dei principali corsi d'acqua che defluiscono all'interno del territorio regionale (F. Volturno, F. Sele, etc.).

Inoltre, saranno messe a punto i criteri atti all'individuazione di specifiche **azioni di monitoraggio e di protezione** nei confronti di tali fenomeni applicandole a 2 casi di studio critici in Regione Campania. Su tali aree sarà studiata la criticità legate all'interazione tra il reticolo idrografico naturale e le infrastrutture esistenti.

Tali studi saranno la guida per la definizione di uno o più **Master Plan** per l'individuazione degli **interventi di mitigazione del rischio** e delle priorità dei vari interventi in base alla pericolosità, alla vulnerabilità e all'esposizione al rischio, oltre che la definizione di **Linee Guida per la progettazione di opere idrauliche** e per l'individuazione delle forzanti idrologiche di progetto.

Monitoraggio satellitare delle coste e delle opere di difesa costiera (CoastSAT)

La Regione Campania ha sviluppato un **sistema integrato di monitoraggio dell'assetto costiero**, basato principalmente su immagini satellitari, ortofoto storiche e rilievi locali, con l'obiettivo di valutare le **variazioni della linea di costa**, monitorare l'efficacia delle **opere di protezione** (barriere, ripascimenti, consolidamenti) e pianificare interventi futuri di manutenzione o ripristino.

Le attività, condotte su **aree test rappresentative** selezionate in collaborazione con gli uffici regionali, si articolano in più fasi: analisi dei dati storici, definizione delle tecniche di monitoraggio continuo, verifica dell'impatto delle opere di difesa costiera e progettazione di **strumenti cartografici dinamici** (stile AFM maps). Il potenziamento del sistema di monitoraggio sarà supportato da droni, sensoristica in situ e infrastrutture di calcolo, anche in cloud, garantendo un sistema aggiornabile e interoperabile con i sistemi regionali, in particolare con **Sinfonia Ambiente**.

Attività/output previsti

- Potenziamento dello strumento di estrazione delle **linee di costa storiche e attuali** con tecniche di image processing e intelligenza artificiale con l'utilizzo di dati satellitari
- Supporto specialistico per la gestione del sistema CoastSAT
- Mappatura e analisi dell'efficacia delle **opere di difesa esistenti** (barriere, ripascimenti, ecc.).
- Definizione di protocolli operativi per **monitoraggio continuo** delle dinamiche costiere.
- Integrazione dei dati con Sinfonia Ambiente e produzione di **mappe di sintesi** periodiche.
- Aggiornamento continuo del **database costiero regionale**.
- Supporto tecnico alla pianificazione e alla gestione delle politiche di protezione costiera

Monitoraggio dello stato di manutenzione dei fiumi e delle opere idrauliche (RiverSAT)

L'attività è finalizzata al **monitoraggio dello stato di conservazione e manutenzione degli alvei fluviali** e delle opere idrauliche, attraverso l'analisi integrata di **immagini satellitari, ortofoto e dati cartografici**. L'approccio consente di identificare in modo sistematico fenomeni che possono compromettere la funzionalità idraulica, come:

- la diffusione incontrollata della vegetazione ripariale e in alveo,
- la presenza di depositi naturali,
- le modifiche di origine antropica,
- l'ostruzione o degrado delle opere idrauliche.

L'analisi viene svolta con confronto multi-temporale, producendo **mappe con timeline evolutive**, capaci di evidenziare le **sezioni critiche** soggette a rischio esondazione e supportare le decisioni in materia di **interventi manutentivi o strutturali**.

Attività/output previsti

- Potenziamento dello strumento di **mappatura della vegetazione ripariale e in alveo**, con classificazione per stato e diffusione con tecniche di image processing e intelligenza artificiale con l'utilizzo di dati satellitari;
- Supporto specialistico per la gestione del sistema RiverSAT
- Identificazione e mappatura dei **depositi naturali** e modifiche antropiche dell'alveo.
- Rilevamento delle **sezioni idrauliche critiche** potenzialmente soggette a rischio.
- Costruzione di una **Mappa con Timeline** per il monitoraggio evolutivo degli alvei.
- Produzione di **rapporti georeferenziati** per ciascuna area test.
- Integrazione delle analisi nel sistema Sinfonia Ambiente e nel quadro di pianificazione idraulica regionale.
- Supporto agli enti gestori nella **programmazione di interventi manutentivi e di prevenzione del rischio idraulico**.

Rifiuti e Siti Contaminati

Digitalizzazione delle analisi ambientali nelle procedure di bonifica

La **digitalizzazione delle analisi ambientali effettuate nell'ambito delle procedure di bonifica** rappresenta un passaggio cruciale per rafforzare la capacità di valutazione tecnica e la trasparenza amministrativa dei procedimenti in corso e conclusi. Le attività di caratterizzazione ambientale, analisi di rischio e verifica post-operam generano un'enorme quantità di dati tecnici e analitici, spesso trasmessi in formato cartaceo o in documenti non strutturati, rendendo difficile la consultazione, l'interoperabilità e la loro utilizzazione a fini di analisi territoriale e programmazione ambientale.

Sebbene la normativa in materia (Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/2006) preveda una precisa sequenza procedurale e la produzione di relazioni tecniche dettagliate, **non esiste ad oggi una base dati digitale regionale strutturata e interrogabile** che raccolga in maniera sistematica le analisi effettuate nei siti oggetto di intervento di bonifica, né una piattaforma condivisa tra i diversi attori istituzionali (Regione, ARPAC, Comuni, ASL, enti gestori, ecc.).

Attività/output previsti:

- costruire serie storiche attendibili e georeferenziate dei contaminanti rilevati;
- migliorare le capacità di analisi ambientale su scala territoriale;
- supportare il monitoraggio degli effetti delle azioni di risanamento ambientale;
- rafforzare la trasparenza e la disponibilità delle informazioni verso i cittadini e i portatori di interesse.

Supporto allo studio e individuazione di valori di fondo e aree vaste

Lo studio e l'individuazione dei **valori di fondo ambientale** rappresentano un'attività fondamentale per distinguere le concentrazioni naturali di sostanze presenti nelle matrici ambientali (suolo, sottosuolo, acque sotterranee) da quelle derivanti da pressioni antropiche o contaminazioni puntuali. In particolare, nella Regione Campania, l'eterogeneità geologica e l'estensione di aree sottoposte a rischio ambientale rendono necessario un approccio sistematico per la **definizione dei valori di fondo geochimico** su scala regionale e per la **caratterizzazione di aree vaste**.

Questa attività consente di orientare correttamente le valutazioni ambientali nei procedimenti di bonifica e autorizzazione, evitando falsi positivi e individuando in maniera più precisa le reali situazioni di contaminazione.

La metodologia prevede l'integrazione di dati da campagne di indagine esistenti (ARPAC, ISPRA, università), l'esecuzione di rilievi specifici in aree rappresentative, l'elaborazione statistica dei risultati e la produzione di cartografie tematiche.

Particolare attenzione è dedicata allo studio di **aree vaste** soggette a pressioni ambientali estese (es. aree industriali dismesse, ex discariche, territori agricoli ad alta intensità produttiva), dove è necessaria una caratterizzazione approfondita non solo delle matrici ambientali, ma anche del contesto idrogeologico, urbanistico e socioeconomico.

Attività/output previsti

- Definizione di una **metodologia regionale standardizzata** per l'individuazione dei valori di fondo geochimico.

- Realizzazione di **indagini ambientali in aree campione** per la determinazione dei valori di fondo suolo, sottosuolo e acque sotterranee.
- **Raccolta e sistematizzazione dei dati esistenti** da fonti istituzionali e scientifiche.
- **Analisi statistica e geostatistica** per l'elaborazione dei valori di fondo e per la classificazione delle aree vaste.
- Redazione di **rapporti tecnici di supporto alle istruttorie ambientali** (bonifiche, autorizzazioni, monitoraggi).
- **Elaborazione di carte tematiche** georeferenziate consultabili via GIS (valori di fondo, zone critiche, soglie di attenzione).
- Integrazione dei dati e degli esiti nell'ambiente informativo di **Sinfonia Ambiente**.
- **Supporto tecnico agli enti locali** nei procedimenti che coinvolgono aree vaste e valori di fondo.
- **Linee guida operative** per l'uso dei valori di fondo nei processi di valutazione ambientale e gestione del rischio.

Ecologia e Aree Protette

Strumenti di monitoraggio della biodiversità con l'utilizzo delle immagini satellitari e l'intelligenza artificiale

La tutela della biodiversità rappresenta una priorità strategica per la Regione Campania, in linea con gli obiettivi della Strategia Europea per la Biodiversità 2030 e con le azioni previste dal Green Deal. Tuttavia, il monitoraggio della biodiversità su larga scala è tradizionalmente complesso, costoso e disomogeneo. L'integrazione tra **osservazione satellitare** e **intelligenza artificiale (IA)** offre oggi nuovi strumenti per l'acquisizione, l'elaborazione e l'analisi automatizzata dei dati ambientali, consentendo di estendere il monitoraggio anche a territori ampi e difficilmente accessibili.

Attraverso tecniche di **remote sensing** e modelli di IA addestrati al riconoscimento di pattern ecologici e cambiamenti di copertura del suolo, è possibile identificare e classificare habitat, rilevare variazioni nella vegetazione, tracciare le dinamiche delle specie e individuare segnali precoci di degrado o frammentazione degli ecosistemi.

Il sistema sarà progettato per integrarsi con il sistema informativo **Sinfonia Ambiente**, garantendo interoperabilità, visualizzazione cartografica e supporto alle attività di pianificazione e conservazione.

Output previsti

- Definizione di un **modello operativo per il monitoraggio della biodiversità** da satellite, con supporto IA.
- Identificazione di **aree campione** rappresentative (ZSC, ZPS, parchi regionali, riserve).
- Raccolta ed elaborazione di dati telerilevati ad alta risoluzione (es. Sentinel-2, Copernicus, PlanetScope).
- **Sviluppo di algoritmi di intelligenza artificiale** per la classificazione automatica di habitat e coperture vegetazionali.
- **Rilevamento automatico di cambiamenti** (change detection) legati a degrado ambientale, discontinuità ecologica e pressioni antropiche.
- Produzione di **mappe tematiche digitali** sugli habitat, con aggiornamento periodico.
- Integrazione dei risultati nei cruscotti di **Sinfonia Ambiente**, per la consultazione da parte di enti e tecnici.
- **Report di sintesi** georeferenziati, con indicatori chiave (biodiversity index, habitat fragmentation, naturalità).
- Formazione del personale su tecniche di telerilevamento e IA applicata alla biodiversità.
- Condivisione dei dati su piattaforme open data in linea con i principi INSPIRE e SDG 15.

Tutela delle acque

Catasto Utenze Idriche - Censimento e Monitoraggio e sviluppo

Con tale azione si vuole mettere a sistema la conoscenza e l'identificazione di tutte le fonti di approvvigionamento idrico, come pozzi, sorgenti e bacini, e monitorarne lo stato di salute. Il **Catasto delle Utenze Idriche**, la cui realizzazione è già stata avviata con il supporto dell'IZSM fornisce una conoscenza del territorio e dello stato di salute delle acque. L'integrazione e il monitoraggio anche delle grandi punti di captazione fornirà un sistema di censimento digitale continuo.

Saranno previste, di concerto con gli enti gestione, l'installazione o la messa a sistema di **sensori per il monitoraggio** continuo della **qualità dell'acqua e delle portate**, creando una banca dati centralizzata accessibile ai tecnici e ai decisori pubblici.

L'utilizzo di questi dati, insieme all'analisi degli indicatori, migliorerà la gestione delle risorse idriche, prevenzione di contaminazioni e ottimizzazione dell'uso delle fonti di approvvigionamento.

Attività/output:

- allineamento e aggiornamento dei dati e validazione dell'Archivio anagrafico dei punti d'acqua di piccole e grandi derivazioni;
- definizione di nuovi modelli su livello regionale;
- studio e analisi integrate utilizzando i dati raccolti;
- sviluppo applicativo per la gestione delle pratiche per le piccole e le grandi derivazioni.

Monitoraggio della qualità e quantità delle acque superficiali e sotterranee

Il progetto mira a raccogliere dati preziosi sulla quantità di acqua disponibile e sulla sua qualità, permettendo di individuare eventuali problemi come inquinamento, scarsità. Questo approccio integrato aiuta a prendere decisioni informate per la tutela delle risorse idriche, assicurando che possano soddisfare le esigenze di comunità, agricoltura e ambiente nel tempo. Il progetto tratta inoltre informazioni relative all'impatto delle attività antropiche e dei loro effetti diretti sulla qualità e quantità della risorsa idrica, ma anche sulle variazioni di incidenza e prevalenza di determinate patologie correlate alle variazioni della qualità delle acque.

Un approfondimento speciale verrà fatto su un'area a forte criticità da individuare all'interno della Terra dei Fuochi, dove le attività industriali ed agricole intensive nonché le attività antropiche illecite come discariche abusive, sversamenti di rifiuti e combustioni illegali, rappresentano una minaccia per la sicurezza ed amplificano gli impatti sulla salute umana.

Attività/output:

- Monitoraggio integrato delle acque sotterranee
 - Rilevamento quali-quantitativo attraverso piezometri, sonde multiparametriche, campionamenti e reti esistenti (AdB, ARPAC).
 - Analisi di parametri chimici, fisici e microbiologici, incluse campagne sperimentali.
- Installazione e utilizzo di una rete di campionatori passivi per contaminanti persistenti e stazioni di monitoraggio delle acque reflue in un numero di depuratori strategici
- Valutazione della vulnerabilità degli acquiferi
 - Mappatura della vulnerabilità intrinseca (metodologie SINTACS), delle pressioni antropiche, e

delle fonti di inquinamento potenziale.

- Analisi degli impatti del cambiamento climatico sulla disponibilità idrica
 - Integrazione tra dati piezometrici e meteorologici per valutare effetti a lungo termine sulla risorsa.
- Monitoraggio delle acque superficiali
 - Sorveglianza idrologica (portate, livelli, invasi) e qualitativa (nutrienti, contaminanti, biomonitoraggi, microplastiche) tramite sensori, campionamenti e immagini satellitari.
- Telerilevamento e remote sensing dei corpi idrici
 - Uso di dati Sentinel, LiDAR, ortofoto e termografia per valutare l'evoluzione morfologica, la qualità e la presenza di scarichi anomali.
- Sviluppo di modelli predittivi e di early warning
 - Analisi avanzata (machine learning, time series) per previsione di qualità idrica, rischio di piena o contaminazione e rilevamento anomalie.
- Integrazione delle analisi ambientali con dati sanitari
 - Studio delle correlazioni tra parametri idrici e patologie (gastrointestinali, oncologiche, endocrine, renali) in ottica One Health.
- Monitoraggio sperimentale dei reflui urbani (Wastewater-Based Epidemiology)
 - Tracciamento di antibiotici, biomarcatori di esposizione, patogeni e sostanze interferenti mediante spettrometria e genomica.
- Produzione di dashboard, report, dataset e layer GIS
 - Cruscotti interattivi (monitoraggio, anomalie, rischio), report trimestrali, shapefile e database open data secondo standard INSPIRE.

Censimento e Monitoraggio della Depurazione delle Acque

Con tale azione si vuole integrare la **mappatura** delle reti di collettamento e di depurazione esistenti, identificando i **punti critici** e delle **aree non servite**. Censire le **autorizzazioni agli scarichi** idrici in corpi idrici superficiali per rendere efficace la ricerca di abusi e i possibili nessi tra causa ed effetto sullo stato dei corpi idrici.

Inoltre, la messa a sistema dei singoli sistemi di monitoraggio della depurazione acque reflue, attualmente installati presso gli impianti, farà in modo di avere uno strumento aggiornato e costante, per sistemi di monitoraggio continuo e per favorire una visione di insieme sui nessi causali che provocano taluni eventi, impossibili da avere con una informazione frammentata.

Attività/output:

- censimento delle autorizzazioni agli scarichi;
- sviluppo di meccanismi di scambio dati dei monitoraggi continui/discontinui presso gli impianti di depurazione;

One health

Studi sulle patologie ambiente correlate

OneHealth è un approccio collaborativo, multidisciplinare alla salute che riconosce l'interdipendenza tra la salute umana, quella degli animali e l'ambiente. L'aspetto fondamentale è la condivisione e l'integrazione delle informazioni multisettoriali che possono avere un impatto diretto o indiretto sulla salute.

La chiave di lettura giusta per permettere di affrontare le crisi sanitarie dell'epoca moderna è nell'analisi sinottica di dati provenienti da attori differenti, e relativi a discipline differenti ma tra loro inter-dipendenti.

Nello specifico, la regione Campania ha da tempo iniziato progetti verticali per la raccolta dati ed il monitoraggio relativo a molte delle aree sulla cui fusione è basato l'approccio OneHealth. Lo studio SPES (Studio di Esposizione nella Popolazione Suscettibile), condotto in Campania, ha posto le basi per un approccio integrato all'analisi del rischio biologico, attraverso l'uso di biomarcatori di esposizione, di effetto e di suscettibilità genetica, applicato a popolazioni esposte a contaminazione ambientale diffusa

Il sistema Sinfonia Salute in Regione Campania, raccoglie la storia clinica dei cittadini con una profondità storica che va da pochi anni a più di un decennio, a seconda dell'ambito. I dati sono in costante aggiornamento e costituiscono la sorgente primaria per l'analisi della componente base di OneHealth, cioè la salute umana.

Attraverso l'impiego di algoritmi di intelligenza artificiale (IA) e tecniche di machine learning, sarà possibile incrociare i dati ambientali, sanitari ed epigenetici al fine di:

- individuare pattern ricorrenti di malattia associati a specifiche esposizioni ambientali;
- stimare il rischio individuale sulla base di fattori genetici e ambientali;
- identificare precocemente segnali di malattia legati all'ambiente prima della manifestazione clinica.

L'approccio One Health porterà a numerose analisi sinottiche e studi verticali su patologie ambiente correlate tra cui:

- incidenza di patologie respiratorie
- studio verticale sulla prevalenza ed incidenza di patologie oncologiche
- analisi combinata tra alterazioni dei parametri dell'acqua e salute umana
- analisi combinata tra cambiamenti d'uso del suolo e salute umana
- studio sulle sostanze perfluoroalchiliche
- studio delle sostanze interferenti endocrine
- incidenza ambientale e Antibiotico-Resistenza

Attività/Output previsti:

- Definizione e sviluppo di **modelli predittivi IA** su base territoriale per patologie ambiente-correlate.
- Integrazione dei dati del **Registro Tumori** e altri registri sanitari con dati di esposizione ambientale.
- Identificazione di **cluster territoriali ad alto rischio** con correlazioni ambiente-salute.
- Produzione di **mappe di rischio georeferenziate**, con indicatori sintetici per patologie cronico-degenerative.

- Sviluppo di **cruscotti interattivi** per la consultazione da parte di enti regionali e strutture sanitarie.
- Redazione di **report periodici e linee guida per la prevenzione primaria** in popolazioni vulnerabili.
- Formazione del personale sanitario e ambientale all'uso degli strumenti IA e interpretazione dei risultati.
- Condivisione dei risultati in formato open-data per la trasparenza e la ricerca scientifica.

Sintesi attività e programmazione risorse

Di seguito, il quadro di sintesi del Progetto e delle correlate Azioni Integrate divise per singole linee funzionali.

Acqua	
Monitoraggio della qualità e quantità delle acque superficiali e sotterranee Censimento e Monitoraggio della Depurazione delle Acque Catasto Utenze Idriche	3.904.000,00 €
Aria	
Sistemi avanzati per la modellazione della qualità dell'aria e il supporto alle analisi causa-effetto Supporto specialistico con Esperti di dominio per studi avanzati analisi causa-effetto	1.220.000,00 €
Rifiuti	
Digitalizzazione delle analisi ambientali nelle procedure di bonifica Supporto allo studio e individuazione di valori di fondo e aree vaste Sviluppo di strumenti per il monitoraggio del PRB	427.000,00 €
Biodiversità	
Strumenti di monitoraggio della biodiversità con l'utilizzo delle immagini satellitari e l'intelligenza artificiale	183.000,00 €
Difesa Suolo	
Utilizzo di modelli numerici per lo studio e la pianificazione del rischio idrogeologico Monitoraggio satellitare delle coste e delle opere di difesa costiera (CoastSAT) Monitoraggio dello stato di manutenzione dei fiumi e delle opere idrauliche (RiverSAT)	1.464.000,00 €
One Health	
Studi sulle patologie ambiente correlate legate alla qualità dell'aria, suoli e qualità delle acque	4.479.142,86 €
Attività Trasversali	
Potenziamento e Gestione Operativa della Centrale di Monitoraggio Ambientale Aggiornamento e definizione del calcolo dei KPI - Supporto specialistico ed Esperti GIS e sistemistici Digitalizzazione Autorizzazioni Uniche Ambientali	4.610.600,00 €
Importo complessivo massimo stimato 16.287.742,86 €	