

SUPSI

Mandato di prestazione
Dipartimento del territorio e
SUPSI - Dipartimento ambiente costruzioni e design

Rapporto qualitativo 2020-2024

Compito 1 – Monitoraggio zone esposte a pericoli naturali

Monitoraggio geodetico aree instabili

Le attività di questo compito hanno lo scopo di monitorare le zone esposte ai pericoli naturali. Tra le attività della scheda sono inclusi i monitoraggi geodetici delle aree franose della Val Canaria e di Osco e i rispettivi rapporti sui dati rilevati. Nel periodo quadro di riferimento, su indicazione dei referenti cantonali, è stato eseguito un rilievo annuale per la Val Canaria e uno biennale per Osco. Tutte le attività previste sono state svolte come pianificato ed eseguite con il coordinamento del referente cantonale. Nello specifico, il comprensorio della Val Canaria ad Airolo è stato monitorato utilizzando tre metodologie differenti, ma tra di loro complementari (metodi satellitari GNSS, misure in serie con Stazione Totale, Laserscanning di dettaglio). Il comprensorio di Osco, comprendente un'ampia porzione di territorio sul versante sopra Faido, come pure le aree limitrofe, è stato monitorato con la sola metodologia GNSS. La misurazione di questo comparto, sospesa nel 2014, è stata riattivata nel 2020 estendendo la rete di misura con circa 10 nuovi punti. Nel 2023, in collaborazione con la Sezione forestale cantonale, la rete di punti è stata ulteriormente ampliata a seguito di una richiesta delle FFS per una problematica inerente alla ferrovia ("muro-ladro"). Le prime misurazioni di questi nuovi punti avverranno nel 2024. Tutte le misure sono state effettuate utilizzando strumentazione moderna e opportunamente acquisita dall'Istituto.

Rapporto annuale frana di Campo Vallemaggia

Ogni anno sono stati elaborati i dati dell'anno precedente ed è stato redatto il relativo commento sotto forma di rapporto dettagliato. Dal 2021 la consegna della bozza di rapporto è stata anticipata a fine marzo, così da poter fornire la versione finale, già visionata da parte della Sezione forestale, entro la fine di giugno. L'unica eccezione è avvenuta nel 2022, quando la consegna della bozza è stata posticipata di alcuni mesi a causa della mancanza di alcuni dati. A partire dal 2023, per quanto concerne il rapporto annuale 2022, è stata introdotta un'analisi più approfondita sull'efficacia del sistema di drenaggio della frana.

Misure inclinometriche

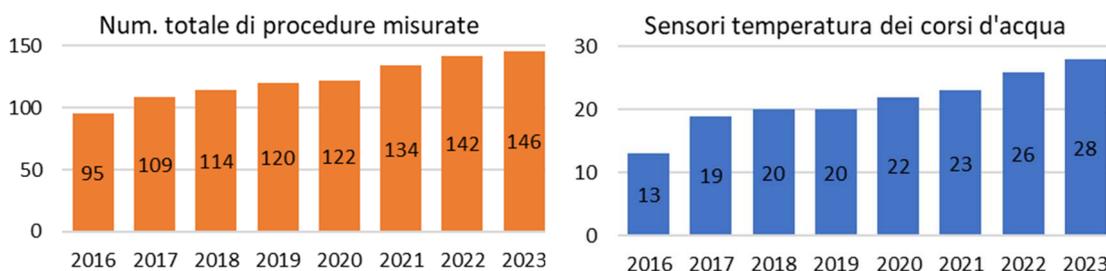
Come per il rapporto annuale sulle misure di monitoraggio della frana di Campo Vallemaggia, anche per quanto concerne le misure inclinometriche sui siti di Corcapolo (Centovalli), Pian della Cascina (Deiro, Valle Leventina), Albumo e Carusio (Capriasca), Scareglia (Lugano) e Parone (Arogno), e le relative misure geodetiche di precisione con teodolite della testa dei pozzi, i dati sono stati consegnati annualmente in un rapporto, fornito nei primi mesi dell'anno successivo.

Compito 2 – Idrologia

Il compito prevede la gestione e la manutenzione corrente della rete meteorologica e idrometrica cantonale, dei sistemi di acquisizione e messa a disposizione dei dati, dell'adeguamento tecnologico e della pubblicazione dell'Annuario idrologico del Cantone Ticino. Disporre di dati idrologici in tempo reale, di qualità e sufficientemente capillari è di fondamentale importanza per garantire una gestione sostenibile e integrata delle acque e dei pericoli naturali, anche in risposta ai cambiamenti climatici.

In questa prospettiva la rete di monitoraggio idro-meteorologica cantonale si è ampliata molto negli ultimi 20 anni sia incrementando il numero di stazioni di monitoraggio, sia aumentando il numero di parametri osservati. Si è così passati da un monitoraggio delle sole portate dei corsi d'acqua e delle precipitazioni, ad un monitoraggio multi-parametrico che misura anche temperatura delle acque, umidità e temperatura dell'aria e, in alcuni casi specifici, anche altri parametri.

Il sistema, oltre alle grandezze misurate, registra tutta una serie di meta-informazioni che consentono di caratterizzare i dati raccolti secondo gli standard internazionali di gestione, nonché di validarli, attribuire loro un indice di qualità e analizzarli opportunamente così da derivare informazioni utili, come ad esempio quelle contenute nella nuova versione dell'annuario idrologico, migliorata e ampliata durante il mandato in corso. L'espansione della rete è avvenuta in tutti le sue componenti: si riporta, a titolo di esempio nelle figure seguenti, la tendenza sul numero di procedure misurate e sensori gestiti sulla temperatura dei corsi d'acqua.



La crescita del numero di stazioni e di grandezze osservate è iniziata nel 2016 ed è stata supportata finanziariamente da risorse esterne al mandato di prestazione, principalmente dal conto investimenti gestito direttamente dell'Ufficio dei corsi d'acqua. In questi anni tale crescita è stata affiancata da un'ottimizzazione dei costi e da un costante aggiornamento tecnologico. Questo è stato possibile grazie alla crescente specializzazione del personale, che è dedicato quasi esclusivamente a questo compito, così come all'automazione di gran parte delle stazioni di misura e al trasferimento di risultati della ricerca nelle pratiche quotidiane.

Più recentemente, l'emergenza climatica ha orientato gli sviluppi della rete di monitoraggio, soprattutto in risposta alle necessità locali di disporre di dati per affrontare le sfide di adattamento e mitigazione, sia nella gestione delle risorse idriche che nella gestione dei pericoli naturali. In particolare, nel 2021, su richiesta dell'Ufficio dei corsi d'acqua, sono state installate 5 nuove stazioni di misura finalizzate alla valutazione di piene improvvise su piccoli corsi d'acqua (Flash Flood). Ad oggi, tali stazioni sono diventate 7.

In definitiva la rete di monitoraggio, che da sempre ha caratterizzato il monitoraggio di corsi d'acqua di medie e piccole dimensioni, oltre che coprire aree povere di informazioni meteo-idrologiche delle reti federali, nel prossimo futuro tenderà sempre più a raccogliere dati che siano funzionali a caratterizzare i fenomeni locali, sia per quanto riguarda le piene che i periodi di siccità o di temperature molto elevate delle acque.

Compito 3 – Controllo deflussi minimi / Concessioni

Nel quinquennio 2020-2024 al compito sono stati assegnati ulteriori 6'000 CHF, anche per consentire di seguire in modo appropriato l'adeguamento dei deflussi minimi ai nuovi rilasci decisi dal Consiglio di Stato il 03.08.2018. Purtroppo, il ricorso da parte di OFIMA/OFIBLE e la decisione del Tribunale cantonale amministrativo di accogliere il ricorso hanno inizialmente bloccato e poi annullato questa attività, ma il budget allocato è stato comunque utilizzato per la crescita delle altre attività del compito.

Le due attività del compito riguardano principalmente:

- Controllo dei 34 punti di rilascio, 38 a partire dal 2022 (4 sorgenti in valle Morobbia) e 41 dal 2024 (3 punti Ritom SA).
- Consulenza autorizzazioni LPac/LUA per prelievi d'acqua pubblica di superficie.

Il controllo dei punti di rilascio è un'attività che sta evolvendo sia nel numero dei punti che nelle modalità. Seppur svolta per l'Ufficio dell'energia, è strettamente correlata al precedente compito per le attività di terreno, il che consente una forte ottimizzazione dei costi.

Se negli anni passati i controlli erano principalmente visivi, ora in 25 dei 41 punti di misura è presente una misura in continuo del rilascio secondo varie modalità (on-line e visibile direttamente sul web, gestita dall'azienda e trasferita periodicamente a IST oppure gestita direttamente da IST). Questa modalità di controllo è vantaggiosa perché offre più trasparenza dei controlli, ma è più onerosa in termini di tempo rispetto a quella puramente visiva, in quanto presuppone una verifica periodica che tali dati siano realistici e raccolti in modo coerente; non libera quindi dalla necessità di un controllo visivo. A titolo esemplificativo, si possono citare le ricalibrazioni e il miglioramento del rilascio avvenuti nel 2022 sulla Piumogna a Dalpe e sulla Rovana di Bosco a Cerentino, e nel 2020 sulla Rovana di Campo.

Un controllo più preciso è anche vantaggioso per l'azienda che si può accorgere non solo di eventuali rilasci ridotti (a volte dovuti a una portata naturale inferiore al rilascio, come nel caso di alcuni punti nella siccità del 2022-2023), ma anche di rilasci troppo elevati. Questo favorirebbe l'aumento della produzione, argomento rilevante in questi ultimi anni, quando il tema della penuria di energia è tornato di forte attualità. Per i dettagli si veda il rapporto sui punti di controllo consegnato all'Ufficio dell'energia con cadenza annuale.



L'attività di consulenza per domande di prelievo di acqua pubblica di superficie (preventivate in circa 8-10 all'anno) è in aumento. Tale aumento è legato al rinnovo di vecchie concessioni, a vecchie captazioni non censite e ora regolarizzate, ma anche alla maggiore sensibilità della popolazione (soprattutto a seguito della carenza idrica nel 2022 e 2023), che porta a richiedere prelievi su corsi d'acqua per utilizzi delle acque a scopo non potabile, alleggerendo di fatto il consumo degli acquedotti pubblici.

Compito 4 – Carta delle zone dei settori di protezione acqua, banca dati su gestione pozzi, sorgenti e sondaggi “GESPOS”, dati idrogeologici

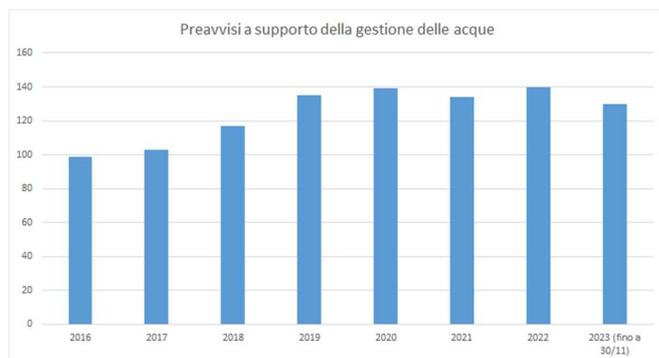
Le acque sotterranee forniscono circa il 90% dell'acqua potabile consumata in Ticino e pertanto rappresentano una fonte vitale di approvvigionamento idrico per il nostro Cantone. Oltre a questo, le acque sotterranee ricoprono anche una funzione essenziale in quanto supportano sfruttamenti irrigui ed energetici e garantiscono la salute degli ecosistemi acquatici e terrestri. La protezione e il monitoraggio di questa risorsa rappresentano quindi azioni indispensabili per una gestione sostenibile della stessa che, oggi più che mai, è a rischio a causa dei cambiamenti climatici. Le attività svolte nell'ambito di questo compito riguardano il monitoraggio quantitativo delle acque sotterranee: attività imprescindibile per la protezione di quest'ultime perché consente di raccogliere dati indispensabili ad analizzare lo stato della risorsa stessa e delle sue interazioni con i diversi fenomeni e/o usi. In questo modo vengono messe a disposizione dell'Amministrazione informazioni utili allo sviluppo di politiche e azioni consapevoli, sostenibili e rispettose degli obblighi di legge.

Il compito 4, oltre a garantire la costante valutazione e l'aggiornamento delle informazioni tecnico-scientifiche riferite alla banca dati GESPOS (Gestione Sorgenti Pozzi e Sondaggi), ha previsto un considerevole impegno per ottemperare alla nuova legge sulla geoinformazione che prescrive di rendere disponibili pubblicamente tutte le informazioni relative alle zone S di protezione. Tale attività ha richiesto la modifica, la validazione e l'arricchimento dei geodati con meta-informazioni: questo ha comportato la creazione di un processo di revisione e accettazione delle singole zone opportunamente supportato da strumenti specifici (GEditor) e da strumenti di sincronizzazione delle informazioni da e verso l'Amministrazione (OASI e CRDPP), per una successiva messa a disposizione delle informazioni stesse ai collaboratori interni all'amministrazione cantonale e al pubblico esterno. A ottobre 2023 sono state disegnate e validate circa 2'000 geometrie che corrispondono a 77 comuni, verificando i relativi dossier, studi, regolamenti e risoluzioni.

I dati della rete di monitoraggio delle acque sotterranee (vedi Compito 5), raccolti manualmente e dalle sonde automatiche, generano una grande quantità di informazioni da validare, interpretare e trasformare in prodotti come la carta di livelli piezometrici medi o i dati statistici sui livelli delle acque sotterranee, che arricchiscono l'Annuario idrologico del Cantone Ticino. Tali informazioni sono successivamente messe a disposizione degli attori pubblici e dei privati interessati attraverso OASI e il portale GESPOS. Mediamente, ogni anno circa 1'500 misure manuali e più di 30'000 misure automatiche vengono inserite nella banca dati GESPOS.

Compito 5 – Prestazioni di consulenza e monitoraggio acque sotterranee

La complessità della gestione delle risorse idriche sotterranee è aumentata nel corso degli ultimi anni. Aumento delle richieste d'utilizzo, conflitti d'uso, casi di inquinamento, sviluppo dell'edilizia sono solo alcuni dei temi su cui l'Amministrazione è chiamata a intervenire. Il supporto che l'IST dà a tale attività di gestione pubblica è di conseguenza aumentato in impegno e complessità.



Nel corso di questo mandato (fino ad ottobre 2023), l'IST ha rilasciato 522 preavvisi tecnici che hanno comportato l'analisi di altrettanti dossier. I collaboratori dell'Istituto sono intervenuti anche in momenti di emergenza, per esempio durante alcuni casi di inquinamento che hanno interessato acquiferi e sede di captazioni ad uso potabile, offrendo supporto tecnico richiesto da UPAAI per gestire tali situazioni.

La gestione sostenibile della risorsa idrica sotterranea comporta una sua conoscenza basata sul monitoraggio costante. Durante questo periodo quadro è perciò stata consolidata ed estesa la rete di monitoraggio quantitativa delle acque sotterranee: nel 2023, grazie al supporto di UPAAI e UMAM (che ha finanziato l'acquisto), sono state installate 21 sonde per la misura in continuo di livello, temperatura e conducibilità elettrica delle acque sotterranee nei principali acquiferi del Cantone Ticino. Tale informazione va a completare i dati raccolti manualmente con informazioni ad alta frequenza, e serve per la previsione dell'evoluzione dei livelli, inclusa quella durante i periodi di siccità.

Negli ultimi due anni si sono verificate precipitazioni minori rispetto alla media e i livelli delle acque sotterranee hanno toccato i minimi "storici", che nel caso specifico tengono conto solo degli ultimi dieci anni. Diventa quindi sempre più importante realizzare un monitoraggio del ciclo idrologico che consenta di disporre di informazioni affidabili e continue. Questo aiuta a sviluppare analisi e strumenti a supporto di una gestione integrata delle risorse idriche che permette di soddisfare i bisogni della società, ma assicura al contempo una loro adeguata preservazione.

Dal momento che i compiti 4 e 5 sono in stretta connessione, per chiarezza e funzionalità, per il prossimo quadriennio si propone la loro fusione in un unico compito, strutturato in tre ambiti:

- Consulenze e preavvisi
- Monitoraggio delle acque sotterranee
- Raccolta, analisi e condivisione dati idrogeologici

Compito 6 – Monitoraggio della qualità delle acque superficiali

Il compito permette alle amministrazioni della Confederazione e del Cantone Ticino di rispettare gli impegni presi con il Governo italiano nell'ambito della protezione delle acque italo-svizzere (Convenzione sulla protezione delle acque italo-svizzere del 1972). In particolare, si tratta di svolgere una sostanziale parte del monitoraggio limnologico promosso dalla Sezione 1 (Limnologia) della Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo Svizzere (CIPAIS). Questo monitoraggio è stato introdotto agli inizi degli anni '80 quale principale strumento di verifica dell'efficacia dei provvedimenti intrapresi per conseguire gli obiettivi di risanamento del lago, fissati dalla CIPAIS. L'obiettivo principale del programma è quindi la valutazione dell'evoluzione della qualità delle acque del lago, determinata mediante indicatori fisici, chimici e biologici, misurati con metodi confrontabili nei laghi italo-svizzeri (Lago Maggiore e Lago di Lugano). I risultati del monitoraggio, divulgati tramite rapporti annuali (Ricerche sull'evoluzione del Lago di Lugano e Pannello di Controllo), costituiscono la principale fonte di informazioni su cui si fonda la gestione del lago. Il programma di monitoraggio subisce una revisione "adattativa" ogni triennio, per adeguare metodi e finalità al quadro di pressioni gravante sul lago, in costante evoluzione.

La revisione delle attività specifiche del compito è di competenza della Sezione di Limnologia della CIPAIS. IST, oltre a svolgere materialmente una buona parte del monitoraggio (lavoro sul campo; analisi di fitoplancton e zooplancton; validazione, elaborazione e interpretazione dei risultati; redazione di rapporti), partecipa alle revisioni del programma, sviluppa nuovi metodi di analisi dei dati e conduce ricerca scientifica a supporto della gestione. Per esempio, nell'ultimo periodo quadro ha promosso approfondimenti su temi quali le microplastiche e le fioriture di cianobatteri potenzialmente nocivi, sviluppato modelli matematici per migliorare la stima dei principali indicatori dello stato del lago e pubblicato numerosi articoli scientifici su temi che hanno spaziato dal cambiamento climatico alla valutazione degli obiettivi di risanamento. L'ultima revisione delle attività, avvenuta nel 2022, ha comportato modifiche sostanziali (aggiunta dei golfi secondari, analisi delle tossine algali, analisi delle immagini satellitari, ...) e, conseguentemente, un accresciuto onere lavorativo per IST.

Le attività di ricerca e servizio afferenti al Compito 6 rappresentano la principale base di lavoro sui cui si fonda il Settore ecologia acquatica. Grazie principalmente a queste attività, il Settore ha sviluppato negli ultimi anni un profilo nazionale e internazionale nel campo dell'Ecologia acquatica, trasformandosi in un polo di competenze a servizio dell'Amministrazione cantonale e del territorio. Nell'ultimo periodo quadro, per esempio, il Settore ha fornito consulenza all'Amministrazione pubblica sui temi dei cianobatteri, delle specie invasive, delle microplastiche e dello zooplancton. Il Settore presta, per di più, servizi ad aziende, quali l'AIL, e associazioni pubbliche, quali la Società ticinese di Scienze Naturali e la società di pesca La Ceresiana (consulenza riguardo alle peschiere flottanti), assicurando così un ritorno di conoscenze e *know-how* al territorio.

Compito 7 – Costruire in funzione del cambiamento climatico

Negli insediamenti il cambio climatico rafforza l'effetto "isola di calore" che è causato dalla sigillatura del suolo prodotta dalle sovrastrutture urbane e dalle emissioni di calore. Il compito 7 prevede di sviluppare la base di conoscenza del fenomeno nel Cantone Ticino tramite la mappatura degli eventi sulla base di informazioni territoriali, climatiche e in termini di generazione di calore delle principali tipologie insediative e della relativa percezione. Ispirandosi agli studi e alle ricerche sulle isole di calore urbane svolte dall'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), nel 2020 un gruppo interdisciplinare composto da SUPSI e Dipartimento del territorio del Cantone Ticino ha avviato questo progetto con i seguenti obiettivi:

- mappare le isole di calore urbano in Ticino;
- indagare la percezione della temperatura all'interno delle diverse tipologie insediative.

La prima fase dello studio, svolta mediante l'analisi dei dati satellitari della temperatura di superficie, ha permesso di identificare le aree più critiche del Cantone Ticino e di ipotizzare la loro estensione nei prossimi 15 anni. Ha inoltre reso possibile l'identificazione delle tipologie insediative tipiche del Cantone Ticino e del loro contributo nella formazione delle isole di calore. Nel mese di novembre 2023, con la presentazione del rapporto dei risultati agli interlocutori cantonali – la Sezione della protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo (SPAAS) e la Sezione dello sviluppo territoriale (SST) – si è conclusa la parte dello studio che si è occupata di identificare il fenomeno in Ticino. Resta ora ancora da capire quali potrebbero essere le misure di mitigazione del fenomeno: per determinarle sarà necessario condurre un ulteriore studio, che mira soprattutto a valutare la fattibilità dell'attuazione delle misure a livello di pianificazione territoriale.

Compito 8 – Dati statistici sull'energia, sulle emissioni rilevanti per il clima (ECO Region)

Il compito ha lo scopo di fornire un quadro annuale della situazione energetica nel Cantone Ticino basandosi sulla metodologia elaborata da ISAAC-DACD-SUPSI nel 2008. Esso fornisce un bilancio energetico cantonale e una valutazione delle emissioni dirette di CO₂, dati raccolti grazie al coinvolgimento dei principali attori che lavorano sul territorio in ambito energetico (aziende elettriche, del gas, venditori di olio combustibile ecc.) e con i quali ISAAC collabora per realizzare le stime necessarie. I dati - inseriti nel Portale gestionale ISAAC per la raccolta dei dati energetici - e i risultati delle attività vengono poi condivisi in maniera estesa con le persone coinvolte a livello cantonale. I dati in forma aggregata sono invece resi pubblici sulla pagina cantonale di diffusione OASI (pagina Energia) e attraverso le statistiche pubblicate dall'Ustat (dati in formato Excel, pubblicazioni divulgative come l'Annuario statistico, schede STAR ecc.).

Nel dettaglio, i documenti elaborati all'interno di questo compito sono: il rapporto tecnico annuale sul bilancio energetico cantonale, la sua sintesi per la pagina OASI e il rapporto annuale pubblico sugli impianti fotovoltaici presenti in Ticino. Ulteriori prestazioni sono la consegna dei dati per la pagina OASI, l'elaborazione dei dati sui consumi ripartiti per Comune e la preparazione dei dati in vari formati per l'Ustat. L'attività prevede anche l'inserimento nel portale gestionale ISAAC, la validazione dei dati ECOSPEED-Region e il resoconto delle emissioni sugli edifici nel medesimo contesto; prevede pure la gestione e il miglioramento del Portale gestionale ISAAC.

Nel periodo di riferimento le attività del compito sono state svolte in maniera costante e completa, nonostante un notevole incremento dei dati da gestire e delle informazioni da rielaborare. Dopo il passaggio della banca dati gestionale dal Cantone a ISAAC, il sistema gestionale interno è stato riscritto per garantire funzionalità e sicurezza; ad esso sono state integrate anche le funzioni per la gestione degli impianti fotovoltaici (localizzazione, storico delle potenze, immissione in rete ecc.). La banca dati viene annualmente popolata con un numero crescente di dati e migliorata nelle sue funzionalità. La consegna dei dati è passata su una cartella condivisa (divisa per anno di consegna) alla quale tutti hanno accesso: una volta consolidati i rapporti dopo la fase di revisione è possibile scaricare in tempo reale i PDF o i dati definitivi consegnati.

La Legge sulla privacy e la posizione di alcune aziende operanti sul territorio ticinese in ambito energetico sono state di particolare ostacolo nella raccolta dei dati (es. fotovoltaico e olio combustibile), rendendo in alcuni casi indispensabile l'intervento cantonale per l'ottenimento delle informazioni necessarie. D'altra parte, la modifica della Legge sull'energia (obbligo di collaborare) ha certamente supportato l'attività di ISAAC nello svolgimento dei suoi compiti. Con l'entrata in vigore il 1° settembre 2023 della nuova Legge sulla protezione dei dati, e in vista del futuro mandato, sarà necessario creare nuovi accordi che consentano di ricevere le informazioni. Ciò permetterà di investire meno risorse in problematiche burocratiche e avere più tempo da dedicare agli aspetti tecnici.

Compito 9 – Accompagnamento e monitoraggio del Piano energetico cantonale PEC

Il compito ha lo scopo di accompagnare e monitorare il Piano energetico cantonale. Le attività svolte nel periodo quadro hanno riguardato in sintesi: il monitoraggio dell'efficacia del PEC attraverso il rapporto tecnico che valuta il raggiungimento degli obiettivi con vari tipi di indicatori (monitoraggio, provvedimento e contesto); la raccolta e la gestione dei dati delle reti di teleriscaldamento; l'aggiornamento e la valorizzazione del portale dell'osservatorio sulle politiche energetiche comunali; le attività di valorizzazione e divulgazione dei dati e delle informazioni a livello ticinese attraverso pubblicazioni; e il supporto a tematiche energetiche specifiche.

Nel periodo 2020-2023 le attività svolte all'interno del compito hanno portato alla stesura di due rapporti tecnici sul monitoraggio del PEC (anni 2020 e 2022); alla richiesta, raccolta e digitalizzazione in ambiente GIS di circa 35 reti di teleriscaldamento, con aggiornamenti annui nei casi di estensione delle reti; alla gestione del Portale delle attività comunali in ambito energetico; allo sviluppo ex-novo dello strumento informatico utilizzato per l'immissione dei dati da parte dei comuni (2022) e alla pubblicazione di nove articoli per la rivista Dati Statistiche e Società. Nell'ambito del supporto alle tematiche energetiche è stata condotta un'analisi degli impianti solari termici realizzati, facendo capo a tecniche di confronto da ortofoto e sistemi di machine learning (picterra) (2020-2021); è stata svolta pure una presentazione sulle politiche climatiche in Svizzera (2021). È stato, inoltre, fornito supporto all'UPAAI per la strutturazione dei dati degli IDA (2021 e 2022) e per l'aggiornamento delle schede di autorizzazione delle sonde geotermiche (2022-2023). Lo sviluppo del nuovo portale per le attività comunali ha affrontato e risolto le criticità evidenziate dal precedente strumento (es. sicurezza informatica, protezione dei dati, obsolescenza del software), gettando le basi per una gestione ottimale anche nel corso del prossimo mandato.

La rapidità dei cambiamenti politici, anche a livello federale, nell'ambito delle misure a sostegno del clima, rendono necessario un sistema di monitoraggio agile per identificare, da un lato gli andamenti, e dall'altro le misure che servono per agevolare l'accesso ai finanziamenti, semplificando il sistema di monitoraggio e gli indicatori nel prossimo quadriennio. L'analisi dei rapporti pubblicati da UFE e UFAM in ambito energetico e climatico (evoluzione del clima per una strategia a lungo termine, Strategia energetica 2050, prospettive energetiche 2050+, approfondimento scenari, in particolare lo scenario zero, Power Switcher ecc.) per l'accompagnamento dell'aggiornamento del PEC non è stato subito percepito come valore aggiunto e quindi ritenuto non prioritario. Il sistema di monitoraggio definito con il primo rapporto tecnico intitolato "Rapporto di monitoraggio sull'attuazione del PEC" è stato aggiornato in base agli indicatori definiti con il PEC (di monitoraggio e provvedimento) e integrato con indicatori di contesto (confronto cantonale e federale). Attualmente si rende necessaria una selezione di tali indicatori con il Cantone affinché si possano concentrare gli sforzi sulle informazioni più rilevanti e in questo modo valutare eventuali inversioni di tendenza nell'evoluzione del sistema cantonale.

Compito 10 – Gestione e accesso ai dati del Dipartimento del territorio

Formazione (IST)

Le attività di formazione di competenza dell'IST prevedono l'organizzazione di un percorso formativo nell'ambito della gestione dei dati territoriali per i funzionari dell'Amministrazione cantonale, nell'ottica di una formazione continua. In questo periodo quadro le attività sono state eseguite come programmate e come da aspettative del Cantone.

Il corso, erogato annualmente, prevede tre giorni dedicati a una formazione avanzata sul software QGIS, a cui si aggiunge una giornata per l'approfondimento di un tema specifico secondo richiesta dell'Ufficio cantonale di geomatica (FME, Expression Builder di QGIS, Modellatore grafico di QGIS). I corsi – in cui si alternano brevi momenti teorici ed esercizi pratici – sono stati eseguiti facendo confrontare i corsisti con situazioni reali o verosimili che hanno loro permesso di sviluppare competenze pratiche di *problem solving*. Dal 2021 i corsi si sono svolti nella sede SUPSI di Mendrisio in accordo tra la formazione continua cantonale e quella del DACD.

OASI: sistemi informativi per la gestione e l'accesso ai dati (IDe)

La collaborazione con l'IDe consiste nel supporto alla progettazione e all'implementazione di sistemi informativi per la gestione e l'accesso ai dati di competenza della Sezione della protezione dell'aria dell'acqua e del suolo (SPAAS) del Dipartimento del territorio. Nello specifico, durante il periodo quadro, IDe ha collaborato ai seguenti progetti: OASI Panorama, OASI Palma, OASI web e Report del Piano energetico cantonale (PEC).

In generale i progetti hanno impiegato i metodi dello User Centered Design, una metodologia di progettazione basata sul contatto diretto e costante tra il progettista e l'utilizzatore finale del prodotto realizzato, che garantisce un ottimale livello di usabilità. Qui di seguito sono riportati in dettaglio i progetti svolti:

- OASI Panorama: è stata realizzata una serie di mockup dello strumento interattivo per la visualizzazione di dati sull'evoluzione delle condizioni ambientali a partire dalla data di fondazione di OASI e i dati d'uso di OASI Web. Rispetto a quanto era stato preventivato, sono stati realizzati dei mockup aggiuntivi per la visualizzazione di serie di grafici customizzati a supporto di articoli di interesse pubblico che possono essere redatti dai collaboratori di SPAAS.
- OASI Palma: è stato garantito l'accompagnamento allo sviluppo tecnico. Rispetto a quanto era stato preventivato sono stati inoltre prodotti tre video tutorial sull'utilizzo della piattaforma e sono stati condotti due sondaggi online (a distanza di un anno l'uno dall'altro), per rilevare eventuali criticità d'uso da parte degli utenti.
- OASI Web: è stato garantito l'accompagnamento allo sviluppo delle sezioni "Esplora" e "Andamento annuale", nonché progettata la pagina "Previsioni ozono". Rispetto a quanto era stato preventivato, sono state inoltre condotte interviste agli utenti ed è stata realizzata una bozza di proposta di redesign del sito web (quest'ultima attività sarà completata a dicembre 2023). Non è stata svolta l'attività di disseminazione.
- Report PEC: in collaborazione con l'Istituto sostenibilità applicata all'ambiente costruito (ISAAC) sono stati realizzati i grafici annuali per il report. Anche se non espressamente indicata nei precedenti consuntivi, questa è un'attività annuale che si svolge regolarmente dal 2020.

Compito 11 – Collaborazione nel settore museale

Monitoraggio del permafrost nelle Alpi ticinesi (IST)

L'attività è condotta in collaborazione con il Museo cantonale di storia naturale di Lugano (MCSN). Il compito concerne la raccolta dei dati di temperatura della superficie del suolo e di cinematica dei ghiacciai rocciosi nelle Alpi ticinesi e la pubblicazione di un rapporto biennale sul permafrost nelle Alpi ticinesi nel *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*. La raccolta e l'elaborazione dei dati è svolta in maniera conforme a quanto richiesto nell'ambito del mandato PERMOS (*Swiss Permafrost Monitoring Network*), secondo cui l'IST-SUPSI è responsabile della gestione dei siti di monitoraggio di Stabbio di Largario (Val Soi) e di Piancabella (Val Malvaglia).

Durante il periodo quadro la raccolta dei dati è avvenuta regolarmente, con l'eccezione del 2020 quando, a causa di intense nevicate precoci, non si è potuto procedere con le attività di terreno previste sui siti di Stabbio di Largario (Val Soi) e dei Ganoni di Schenadüi (Val Cadlimo). Questo ha interrotto solamente per un anno la raccolta dei dati di velocità dei due ghiacciai rocciosi implicati: le temperature della superficie del suolo per l'anno idrologico 2019-2020 sono state recuperate durante l'anno idrologico 2020-2021, in quanto comunque registrate dai sensori autonomi di temperatura, che hanno un'autonomia di quattro anni.

La pubblicazione del rapporto biennale sul *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali* è avvenuta regolarmente nel 2020, mentre nel 2022 è stata posticipata di un anno, per allineare le date di misura dei siti la cui cinematica è monitorata a scadenza biennale. Negli anni 2020-2023, vi sono state ulteriori tre pubblicazioni.

Strumenti di comunicazione e valorizzazione museale (IDe)

Obiettivo principale per IDe è supportare il MCSN nel proporre al pubblico una nuova e più attuale fruizione di uno degli archetipi espositivi museali più antichi, il diorama. Questo attraverso una serie di strumenti e approcci tecnologici innovativi che lo rendano più "immersivo". Il tal senso sono stati sviluppati in parallelo, e poi integrati, diversi progetti che lavorano su più aspetti sensoriali:

- Diorami "aumentati": finalizzazione e messa in opera del progetto pilota "Diorama alpino" che ha comportato il riallestimento interattivo del diorama presso la sede espositiva del MCSN di Lugano. La progettazione e l'implementazione dell'esperienza sonora del diorama (narrazioni e paesaggi sonori, tablet interattivo, chassis totem) sono state portate a termine con successo, nonostante sia stato necessario intervenire più volte per calibrarlo e adeguarlo a specifiche necessità, emerse soltanto durante il suo utilizzo. Sarebbe consigliabile dotarsi di un'unica figura di riferimento all'interno del Museo per tutte le questioni legate all'uso di tecnologie: l'utilizzo di apparecchiature con tecnologie avanzate comporta infatti un presidio regolare che assicuri la manutenzione di quest'ultime.
- Progettazione e implementazione di una parete scientifica, ancora in fase di ultimazione: allestimento di un modulo unico attrezzato, una "parete scientifica" appunto, posta di fronte al diorama, con contenuti di approfondimento, di natura anche eterogenea, legati al diorama.
- Installazione sonora immersiva sulla ricerca bioacustica del MCSN: nell'ambito dei corsi di laurea in Comunicazione visiva e Architettura d'interni, assieme al Museo sono stati organizzati due atelier sul tema della bioacustica. Questo progetto non ha purtroppo raggiunto la fase esecutiva, poiché per mancanza di risorse è stato deciso di dare la precedenza a iniziative già in cantiere. Si ritiene, tuttavia, che il progetto abbia rappresentato un'ottima esperienza di integrazione con le attività di formazione – un approccio che potrebbe essere ulteriormente valorizzato in future attività.
- "La Realtà Aumentata al MCSN": tra i progetti affrontati, lo sviluppo e la realizzazione di un'app a supporto della fruizione museale in realtà aumentata (AR) è quello più impegnativo dal punto di vista tecnologico. L'applicazione dell'AR è particolarmente sfidante laddove gli elementi con cui l'utente interagisce virtualmente non sono nettamente distinti dal loro contesto, esattamente ciò che accade con gli animali all'interno del diorama. Difatti, i soggetti di natura organica con silhouette dai contorni incerti come gli animali sono estremamente difficili da scansionare in 3D. Queste difficoltà tecniche hanno di conseguenza comportato un rallentamento, ma non un arresto, dello sviluppo dell'app.

È importante sottolineare la necessità di continuare a sviluppare il potenziale tecnologico legato ai diorami, soprattutto in vista delle possibilità d'innovazione che la realizzazione della nuova sede del Museo porterà con sé. L'AR è ormai parte integrante dei percorsi museografici scientifici, in quanto offre un modo coinvolgente per interagire, esplorare e scoprire in modo più interattivo e personalizzato, consentendo di creare esperienze educative immersive. In altre parole, questa tecnologia facilita la comprensione dei concetti scientifici proposti poiché offre ai visitatori la possibilità di accedere a informazioni dettagliate, video, animazioni o illustrazioni che spiegano meglio la natura delle specie presenti nei diorami.

Compito 12 – Studio sulla distribuzione di cianotossine negli ambienti acquatici del Ticino

Il compito è stato rivisto nell'ultimo periodo quadro. A differenza del classico monitoraggio delle microcistine (cianotossine) condotto solo nel Lago di Lugano (Compito 6), questo compito prevede di indagare la presenza di diversi tipi di cianotossine in vari ambienti acquatici che potrebbero ospitare comunità di cianobatteri pelagiche e bentoniche. Il compito è stato programmato in modo da fornire all'Amministrazione del Cantone Ticino una panoramica del problema che le consenta di migliorare la gestione del rischio ecologico e sanitario associato all'uso a scopo ricreativo e potabile di acque contaminate da cianotossine.

L'obiettivo è di indagare, sull'arco di quattro anni, le comunità planctoniche e bentoniche nel Lago di Lugano, nel bacino svizzero del Lago Maggiore e nei loro tributari. Questo studio ha già rilevato come la componente bentonica dei laghi e dei corsi d'acqua, non inclusa finora nei piani di monitoraggio, sia di estrema importanza da un punto di vista sia ecologico che sanitario. Pertanto, si ritiene necessario introdurre un piano di monitoraggio dei cianobatteri bentonici nelle aree di laghi e corsi d'acqua maggiormente utilizzate a scopo ricreativo .

Compito 13 – Concetto ABC, consulenza e formazione in ambito B

Per lo svolgimento del compito, l'Istituto microbiologia (IM) si è avvalso della collaborazione della Sezione per la protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo (SPAAS), con cui ha definito e valutato possibili minacce riscontrabili sul territorio cantonale a seguito di potenziali eventi biologici (scenari legati ad inquinamenti, incidenti, terrorismo ecc.). Ha successivamente allestito procedure operative standard (protocolli) per la gestione di eventi scaturiti dall'analisi degli scenari ipotizzati.

Durante il quinquennio 2020-2024 è stata preparata, discussa e finalizzata la procedura di intervento per lo scenario di un attacco bioterroristico con spore di *Bacillus anthracis*, agente eziologico del carbonchio. La procedura di intervento definita consiste in un flusso operativo per le squadre del 118 e per il Nucleo Operativo Incidenti (NOI) SPAAS, e di moduli annessi con istruzioni specifiche di comportamento, protezione personale, prelievo e trasporto dei campioni al Laboratorio Regionale dell'IM, decontaminazione e disinfezione di persone, enti di primo intervento e spazi, e smaltimento rifiuti. Questo scenario e le rispettive procedure d'intervento sono stati esercitati a più riprese con i Centri di difesa cantonale (CDC) ABC.

Oltre a quello sopracitato, sono stati analizzati e definiti gli scenari per i quali è necessaria una procedura di intervento specifica per i CDC ABC. La definizione e l'implementazione dei protocolli d'intervento in ambito B prevede una collaborazione stretta tra l'IM, con le sue conoscenze scientifiche in ambito microbiologico, e la SPAAS, incaricata di coordinamento, organizzazione e istruzione degli organi di protezione in ambito ABC. Dopo un inizio promettente dei lavori, lo sviluppo di ulteriori scenari è stato rallentato dall'allungamento delle tempistiche di implementazione dello scenario "Rilascio reale o sospetto di *Bacillus anthracis*". Nel corso dell'ultimo anno sono comunque proseguiti i lavori sugli scenari "Incidente con incendio e feriti in un laboratorio di sicurezza 3" e "Incidente in un centro smistamento posta", per i quali sono state allestite le procedure, attualmente in fase di discussione con i referenti SPAAS. Entro fine 2024 tutti gli scenari definiti dovrebbero essere finalizzati: al fine di garantire il progresso delle diverse fasi del lavoro, a inizio anno saranno fissati degli incontri a cadenza regolare.

Non avendo competenze e conoscenze approfondite in ambito pompieristico, la valutazione e la definizione di procedure pratiche di intervento di competenza degli EPI si è rivelata per l'IM un tema complesso, che ha richiesto e richiede un'ottima collaborazione con i referenti SPAAS.

Compito 14 – Protezione Antincendio. Centro di competenza

Le attività del Compito 14 sono state assolte con lo svolgimento del Corso CAS Specialista in protezione incendio AICAA, conclusosi il 20.07.23 (144 ore), e con l'offerta di due corsi di aggiornamento antincendio (8 ore ciascuno) nel 2023.

Le proposte CAS (Specialista ed Esperto AICAA) e i relativi corsi di aggiornamento sono sempre ben recepiti dalla comunità professionale e, nonostante sul territorio siano presenti proposte alternative, permane la centralità dell'offerta SUPSI in questo ambito.

Compito 15 – Consulenza per la caratterizzazione geomorfologico-stratigrafica e per i rilevamenti con strumentazione dei siti archeologici

Nell'ambito della consulenza geomorfologico-stratigrafica si sono svolte analisi stratigrafiche, confluite nei relativi resoconti tecnici che sono stati forniti agli archeologi secondo i cantieri studiati.

Spicca in particolare l'attività su quattro cantieri di Claro, località alla quale il Servizio archeologia dell'Ufficio dei beni culturali ha dedicato la giornata di studi "Claro archeologica" tenutasi a Bellinzona il 15.10.2021. In quell'occasione l'IST ha portato il suo contributo con la relazione "*Claro e il suo territorio nell'Olocene. Storia geomorfologica ed evoluzione paleoambientale*". Nel 2023, è stata anche condotta un'intensa attività sul cantiere 3530 di Carasso-Lusanico, per il quale è stato richiesto di fornire una consulenza fin dalla pianificazione dei lavori di sterro.

Per quanto concerne il rilevamento con strumentazione dei siti archeologici, nel 2020 e 2021 sono stati eseguiti un rilievo topografico e una cartografia dettagliata dei nuclei di Prada di Sopra e Serta (Bellinzona).

Dal 2022 l'Istituto si è inoltre attivato in lavori di preparazione, richiesta di preventivi, invio e trattamento dei dati per datazioni al radiocarbonio, come pure nella compilazione di una banca dati comune delle datazioni al radiocarbonio realizzate nei cantieri archeologici condivisi.

L'Istituto ha poi proceduto alla pubblicazione delle analisi geoarcheologiche tra cui, nel 2022, una pubblicazione di sintesi con materiale proveniente da diversi cantieri, anche in collaborazione con i responsabili dei cantieri studiati. Ha infine pubblicato approfondimenti specifici concernenti i siti di Muralto (e del Locarnese in generale) e di Castel Grande a Bellinzona.

Compito 16 - Monitoraggio resistenze antibiotiche Lago Ceresio

Lo scopo principale del compito è stato quello di valutare se le attività umane (impianti di depurazione, attività ricreative, attività agricole e di allevamento) influenzano le popolazioni batteriche naturalmente presenti negli ambienti acquatici in termini di resistenza agli antibiotici. Per raggiungere l'obiettivo è stata studiata la presenza di determinanti molecolari di resistenza agli antibiotici in campioni d'acqua raccolti da corsi d'acqua e dal Lago di Lugano. I campioni d'acqua sono stati analizzati mediante qPCR (PCR quantitativa); questo metodo permette di quantificare cinque geni di resistenza agli antibiotici (ARG) che conferiscono resistenza alle principali classi di antibiotici utilizzati in ambito clinico e veterinario. Nell'analisi è stato quantificato il gene *intl*, considerato un indicatore della presenza della resistenza agli antibiotici in ambiente. Dagli stessi ambienti sono poi stati isolati e identificati batteri multi-resistenti, per studiarne il profilo di resistenza e le caratteristiche generali.

Nel corso degli anni sono state apportate delle piccole modifiche, per esempio, nella scelta dei geni e dei corsi d'acqua da monitorare, così come delle tecniche utilizzate. Queste decisioni sono state prese in base ai risultati ottenuti, all'avanzamento della ricerca nel campo dell'antibiotico-resistenza e alle esigenze del partner finanziario. I cambiamenti sono sempre stati introdotti all'inizio del monitoraggio e mantenuti per almeno un triennio, poiché la continuità nel tempo di questo tipo di indagini non solo permette di acquisire un'immagine complessiva della diffusione dell'antibiotico-resistenza nell'ecosistema, ma fornisce anche dati con evidenti applicazioni pratiche quali, ad esempio, l'impatto delle strategie messe in atto per la riduzione dei microinquinanti.

Le analisi 2020-2021 rientrano nel programma triennale (2019-2021) della Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo Svizzere (CIPAIS). Questo programma prevedeva, ad anni alterni per questioni di budget, il monitoraggio di tre corsi d'acqua immissari del Lago Lugano (2020) e del lago stesso (2021). Per mantenere continuità nelle analisi e non perdere dati importanti, l'Istituto ha deciso di autofinanziare le analisi non coperte dal budget previsto dal Cantone. I risultati e i dettagli di questo monitoraggio sono raccolti nei rapporti periodici pubblicati sul sito della CIPAIS e su un giornale internazionale.

Il monitoraggio 2022-2024 rientra nella campagna triennale CIPAIS in corso e prevede l'analisi di tre corsi d'acqua fortemente influenzati dall'azione degli impianti di depurazione delle acque (IDA) reflue, situati nelle vicinanze. Il monitoraggio viene eseguito sia a monte che a valle degli IDA per studiare meglio l'impatto di questi ultimi sulla diffusione della resistenza agli antibiotici in ambiente.