



Laboratorio di monitoraggio e modellistica ambientale per lo sviluppo sostenibile
(L.R. n. 39 del 17 luglio 2009)

DECRETO

n. **14** del **20/03/2024**

Predisposizione Piano delle Attività del Consorzio relativo all'anno 2024

L'AMMINISTRATORE UNICO

- Vista la L.R. n. 35 del 23.02.2005 che ha disposto la costituzione del Consorzio LaMMA “Laboratorio di Monitoraggio e Modellistica ambientale per lo sviluppo sostenibile”, avente come soci fondatori la Regione Toscana, il Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) e la Fondazione per la Meteorologia Applicata (F.M.A.);
- Vista la L.R. n°. 39 del 17 luglio 2009 e s.m.i. recante la nuova disciplina del Consorzio LaMMA;
- Vista la Convenzione e lo Statuto del Consorzio LAMMA approvati con Delibera del Consiglio regionale n. 48/2018
- Visti il verbale dell'assemblea dei Soci del 4 marzo 2021 e il decreto del Presidente della Giunta Regionale della Toscana n. 42 del 19.02.2021 relativi alla nomina del dott. Bernardo Gozzini quale Amministratore Unico del Consorzio LAMMA;
- Vista la L.R. Toscana 48/2023 (Legge di stabilità per l'anno 2024);
- Vista la L.R. Toscana 49/2023 (Disposizioni di carattere finanziario. Collegato alla legge di stabilità per l'anno 2024)
- Vista la L.R. Toscana 50/2023 (Bilancio di Previsione finanziario 2024-2026)
- Vista la Delibera della Giunta Regionale Toscana n. 1566/2023 relativa all'approvazione degli indirizzi per l'attività 2024 del Consorzio LaMMA

Preso atto che:

- il Consorzio LAMMA, in base all'art. 2 dello Statuto Consortile: “è dotato di personalità giuridica di diritto pubblico, di autonomia amministrativa, organizzativa e contabile”;
- in base all'art. 24 – lettera c) dello Statuto stesso è attribuita all'Amministratore Unico la predisposizione degli atti da sottoporre all'adozione dell'Assemblea dei Soci e provvede alla loro attuazione;
- l'art. 11, comma 10, della suddetta L. R. n. 39/09 e s.m.i. stabilisce che all'Amministratore Unico la predisposizione del Piano delle Attività;
- l'art. 8, comma 4, della suddetta L. R. n. 39/09 prevede che spetta all'Assemblea dei Soci del Consorzio adottare il Bilancio preventivo economico annuale e pluriennale;

DECRETA

1. di predisporre il Piano delle Attività relativo all'anno 2024 del LaMMA, parte integrante e sostanziale del presente decreto (Allegato A);
2. di trasmettere tali documenti all'Ufficio Regionale che cura i rapporti con l'Ente;
3. di sottoporre l'atto all'adozione da parte dei Soci in seno alla prossima seduta Assembleare;
4. di provvedere allo svolgimento di tutti gli adempimenti necessari e conseguenti al presente decreto.

l'Amministratore Unico
Dott. Bernardo Gozzini
documento sottoscritto digitalmente

Allegato A



PIANO DELLE ATTIVITÀ 2024

PROGRAMMAZIONE E LINEE DI INTERVENTO

Marzo 2024

Sommario

PREMESSA	7
INTRODUZIONE AL PIANO 2024.....	8
LINEE GUIDA DEGLI OBIETTIVI SCIENTIFICI E DI SERVIZIO.....	10
QUADRO GENERALE DELLE ATTIVITÀ.....	12
DIVISIONE FISICA DELL'ATMOSFERA E CLIMA	17
1. SERVIZIO METEOROLOGICO OPERATIVO E SUPPORTO DEL SISTEMA DI PROTEZIONE CIVILE REGIONALE AI SENSI DELLA DGRT 395/2015 E ATTIVITÀ STRETTAMENTE CORRELATE AL SERVIZIO	17
2. GESTIONE TECNICA E MANUTENZIONE ORDINARIA DELLA CATENA OPERATIVA DEI MODELLI ATMOSFERICI E DI MOTO ONDOSO E LORO VISUALIZZAZIONE GRAFICA.....	19
3. RADAR METEOROLOGICI: GESTIONE E MANUTENZIONE DEI SISTEMI RADAR REGIONALI E SUPPORTO AL DIPARTIMENTO DI PROTEZIONE CIVILE NAZIONALE PER L'AMMODERNAMENTO ED AMPLIAMENTO DELLA RETE RADAR NAZIONALE	20
4. GESTIONE DELLA RETE DI MISURA METEO-CLIMATICA DEL CONSORZIO IN COLLABORAZIONE CON IL CENTRO FUNZIONALE REGIONALE.....	21
5. SERVIZIO DI PREVISIONE METEO PER LA SOCIETÀ AUTOSTRADE RELATIVAMENTE ALLE TRATTE TOSCANE PER LA STAGIONE INVERNALE	21
6. CLIMATOLOGIA DINAMICA E PREVISIONI STAGIONALI	22
7. CAMBIAMENTI CLIMATICI: ANALISI DI TREND CLIMATICI E PROIEZIONI CLIMATICHE LOCALI	22
8. SVILUPPO E APPLICAZIONI DELLA MODELLISTICA PER LA QUALITÀ DELL'ARIA DI SUPPORTO AL PIANO REGIONALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA: PREVISIONE INQUINANTI, ARCHIVIO METEO.....	23
ATTIVITÀ ORDINARIA: TERMINE PREVISTO 31/12/2024	25
9. ASSIMILAZIONE DI OSSERVAZIONI A SCALA REGIONALE IN MODELLI DI PREVISIONE METEO AD AREA LIMITATA	25
10. INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLA PREVISIONE NUMERICA.....	25
11. INTEGRAZIONE DI PARAMETRI RELATIVI ALLA PRECIPITAZIONE DA MISURE ETEROGENEE.....	26
12. MISURE DI VARIABILI DI STATO ATMOSFERICHE DA SEGNALE GNSS	26
13. SVILUPPO DI PREVISIONI PROBABILISTICHE	27
14. REALIZZAZIONE SUPPORTO SERVIZIO METEO REGIONE UMBRIA	27
15. REALIZZAZIONE ATTIVITÀ PROGETTO SCORE – ACROSS ATM-OCEANOGRAFIA.....	28
16. SERVIZIO DI PREVISIONE DI PARAMETRI ASTROCLIMATICI PER ESO	28
17. SERVIZIO DI PREVISIONE AGRO-METEOROLOGICA A SUPPORTO DEL SERVIZIO FITOSANITARIO REGIONALE	28
18. ATTIVITÀ SUPPORTO PER NEXT-GEOSOLUTION SPA – ACROSS ATM-OCEANOGRAFIA.....	29
20. ATTIVITÀ SUPPORTO PER VADO LIGURE - ACROSS ATM-OCEANOGRAFIA	30
21. SERVIZIO DI FORNITURA DATI METEO MARINI PER IL PORTO DI GENOVA - ACROSS ATM-OCEANOGRAFIA.....	30
22. REALIZZAZIONE PROGETTO WORKCLIMATE 2.0	30
23. REALIZZAZIONE PROGETTO EU-PROTERINA-4	31
DIVISIONE OCEANOGRAFIA.....	32

24.	SERVIZIO OCEANOGRAFICO OPERATIVO, SVILUPPO E GESTIONE DEL SISTEMA DI OSSERVAZIONE MARINA (ONDE E CIRCOLAZIONE) A SCALA DI BACINO E REGIONALE	32
25.	SVILUPPO DI PRODOTTI DI OSSERVAZIONE E PREVISIONE OCEANOGRAFICA DI SUPPORTO ALLA PROTEZIONE CIVILE E ALLA SICUREZZA IN MARE	35
26.	STUDI E APPLICAZIONI AVANZATE PER IL MONITORAGGIO E LA GOVERNANCE DELLA QUALITÀ DELL'AMBIENTE MARINO, DALLA SCALA REGIONALE A QUELLA LITORANEA	35
27.	PRODUZIONE DI DATI METEO-OCEANOGRAFICI, ANCHE SU RICHIESTA, PER IL SOSTEGNO ALLA BLUE GROWTH.....	36
28.	SVILUPPO E APPLICAZIONI DI METODI E MODELLI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL RISCHIO COSTIERO E DI PREVISIONE MORFODINAMICA A LUNGO TERMINE.	37
29.	SERVIZIO DI FORNITURA DATI METEO-MARINI A SUPPORTO DELLE OPERAZIONI DEL RIGASSIFICATORE NEL PORTO DI PIOMBINO – ACROSS OCEANOGRAFIA - ATM	38
30.	REALIZZAZIONE ATTIVITÀ PROGETTO AMIS	38
31.	REALIZZAZIONE ATTIVITÀ PROGETTO AMMIRARE	38
32.	REALIZZAZIONE ATTIVITÀ PROGETTO SEASTEMAR.....	39
	DIVISIONE GEOMATICA.....	40
33.	PROGETTAZIONE DELLE CARATTERIZZANTI DELLE BASI DI DATI SPAZIALI, O DELLE SOLE COMPONENTI GEOGRAFICHE, DELLE INFORMAZIONI GESTITE E/O REALIZZATE DAL LAMMA, NEI SETTORI GEOMATICA, CLIMATOLOGIA, METEO E OCEANOGRAFIA, E DELLA LORO PUBBLICAZIONE TRAMITE SERVII ED INTERFACCE WEB IN COERENZA CON GLI INDIRIZZI DELLA INFRASTRUTTURA TERRITORIALE REGIONALE.....	40
34.	SERVIZI DI SUPPORTO, VERIFICA E MANUTENZIONE DI BASE DEGLI ARCHIVI DI REGIONE TOSCANA (SIPT SISTEMA INFORMATIVO E PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO)	41
36.	MODELLIZZAZIONE ED IMPLEMENTAZIONE DELLE INFORMAZIONI IN ARCHIVIO UNICO PER LA DIFESA DEL SUOLO, LA PROTEZIONE CIVILE E IL GOVERNO DEL TERRITORIO A SUPPORTO DELLA FORMAZIONE DEI QUADRI CONOSCITIVI PER IL GOVERNO DEL TERRITORIO E DELL'AMBIENTE	44
37.	CONCLUSIONE DELLA REALIZZAZIONE DELLA CARTA LITOTECNICA REGIONALE (BD_LITEC)	45
38.	SUPPORTO ALLO SVILUPPO DEL SISTEMA INFORMATIVO PER L'ANALISI E VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO PER LO SVILUPPO INCENDI BOSCHIVI (ANALISI CONTENUTI E SVILUPPO INFORMATICO)	45
39.	CARATTERIZZAZIONE E MONITORAGGIO IDROMORFOLOGICO DEI CORPI IDRICI SUPERFICIALI DI INTERESSE PER LA PIANIFICAZIONE REGIONALE E DISTRETTUALE DELLA REGIONE TOSCANA – PROGETTO ACQUACENTRO.	45
40.	REALIZZAZIONE DEL PROGETTO SINTETIC (PROGETTO EUROPEO H2020).	46
41.	REALIZZAZIONE DELLA CARTA FORESTALE (DB FORESTE).	46
42.	RILEVAZIONE DELLE OCCUPAZIONI DEL DEMANIO IDRICO E DEI PRELIEVI DI RISORSA IDRICA (DRZ DIFESA DEL SUOLO).....	46
43.	AGGIORNAMENTO DELLA DB USO E COPERTURA DEL SUOLO	47
44.	SERVIZIO REALIZZAZIONE SISTEMA WEBGIS E MONITORAGGIO EROSIONE DEI SUOLI.....	47
	DIVISIONE TECNICA E FUNZIONALE	48
45.	COORDINAMENTO E PROGRAMMAZIONE, SERVIZI GENERALI E ANTICORRUZIONE	48
46.	SERVIZI DI SEGRETERIA, AMMINISTRAZIONE E CONTABILITÀ.....	48
47.	MONITORAGGIO FINANZIARIO E RENDICONTAZIONI, PREDISPOSIZIONE BILANCI.....	48
48.	AFFARI GIURIDICI, ATTI AMMINISTRATIVI, CONTRATTI E APPALTI	49

49. GESTIONE DELL'INFRASTRUTTURA INFORMATICA DELL'ENTE, AGGIORNAMENTO E MANUTENZIONE DEL CENTRO ELABORAZIONI DATI IN TERMINI HARDWARE E SOFTWARE, GESTIONE FACILITIES DELL'ENTE 49

50. ATTIVITÀ DI COMUNICAZIONE ISTITUZIONALE DELL'ENTE (SITO WEB, COMUNICATI STAMPA, SOCIAL MEDIA, APP MOBILE) 49

Premessa

Il presente documento costituisce il Piano Delle Attività (PDA) relativo al 2024, redatto in conformità all'art. 5 della L.R. Toscana n. 39 del 17 luglio 2009 "Nuova disciplina del Consorzio Laboratorio di monitoraggio e modellistica ambientale per lo sviluppo sostenibile – LaMMA" e s.m.i. considerando il fondo ordinario stabilito dal bilancio di previsione della Regione Toscana e in base alla delibera degli indirizzi DGRT 1566/2023.

Per ogni servizio tecnico e progetto corrispondente ad una commessa si è riportata la valutazione previsionale di costo di massima per l'esercizio dello stesso. Il costo delle attività straordinarie è comprensivo di una quota degli oneri per le spese generali associate al personale impegnato nel servizio/progetto e degli acquisti (o quote di ammortamento) derivanti dalle stesse commesse.

Il contributo ordinario della Regione Toscana è pari a **2.080.000,00 €** mentre il CNR parteciperà con **1.040.000,00 €** per un totale di **3.120.000,00 €**.

Il costo per lo svolgimento delle attività ordinarie è stato programmato tenendo conto del finanziamento per la funzionalità degli organi dell'amministrazione, della direzione e della generale gestione della struttura, delle spese generali e degli ammortamenti, degli imprevisti e delle riserve da mantenere. Il tutto, gestito dalla Divisione Tecnica Funzionale, ha un importo previsto pari a 1.293.170,00 €. I fondi ordinari rimanenti, pari a 1826.830,00 €, sono assegnati ai vari settori tecnici del Consorzio.

Le risorse straordinarie, comprensive di tutte le quote di ammortamento dei contributi in conto capitale, ammontano a **1803.437,00 €**.

Preme comunque evidenziare che il percorso di lavoro svolto negli ultimi anni ha visto l'affermarsi di temi che, sempre all'interno dei settori di competenza del Consorzio LaMMA, come evidenziato dalla L.R. 39/2009 e in particolare dalle ultime modifiche introdotte dalla L.R. 87/2016, vengono ad assumere maggiore peso e maggiore evidenza.

Anche per il prossimo esercizio il "tema mare" rimane uno dei campi di attività operativa di ricerca e di cooperazione più importanti. Oltre ad essere uno dei servizi operativi istituzionali che il LaMMA fornisce, è presente in molti progetti internazionali ancora attivi, garantendo un continuo sviluppo degli studi sulle caratteristiche fisiche dell'ambiente marino (quali moto ondoso, correnti, salinità, temperatura, etc.). Tali caratteristiche, come già ampiamente dimostrato, impattano su vari settori: dal trasporto marittimo alla pesca, dalla tutela della costa al turismo, oltre che sullo studio delle problematiche ambientali e non ultimo sulle emergenze gestite dalla Protezione Civile.

Parimenti, il tema della partecipazione e dello sviluppo di progetti Europei assume sempre maggiore importanza per mantenere il Consorzio al passo con i più recenti sviluppi tecnologici e di ricerca nei settori d'interesse. Tutto si traduce, oltre che in un ritorno in termini di risorse economiche, anche in un maggiore impegno delle risorse interne.

Da ultimo, ma non certo per l'importanza che dette attività hanno e potranno avere nel prossimo futuro, è degno di nota il rapporto con i sistemi d'informazione che necessariamente si adegua a quanto oggi offrono le nuove tecnologie. Siamo passati dalla costituzione del Consorzio LaMMA, caratterizzata da alcuni interventi sui TG Regionali, ad un crescente impegno con i media toscani e nazionali, caratterizzato dall'utilizzo di sistemi interattivi estremamente utili anche in termini di riscontro sulla qualità ed efficacia delle attività del Consorzio.

Introduzione al Piano 2024

Il Piano delle Attività 2024 è stato redatto secondo quanto disposto dalla L.R. Toscana n. 39/2009 e s.m.i. È coerente con il bilancio triennale di previsione e con la delibera degli indirizzi DGRT 1566/2023.

In particolare, le risorse che costituiscono il fondo ordinario risultano per il 2024 pari a 3.120.000,00 € di cui 2.080.000,00 € erogati dalla Regione Toscana e 1.040.000,00 € erogati dal CNR.

Il PDA 2024 è strutturato per garantire una crescente specializzazione nei seguenti campi:

1. **Meteorologia:** è una attività centrale per il Consorzio e comprende, in via strategica, quella operativa che il LaMMA svolge da anni a supporto della Protezione Civile regionale all'interno del Centro Funzionale. Questa attività è stata ulteriormente consolidata nel 2015 con l'approvazione della Delibera di Giunta Regionale 395/2015 che definisce i dettagli della riorganizzazione del sistema di protezione civile e di allertamento, affidando al LaMMA nuove funzioni ed il riconoscimento istituzionale di Area Meteo del Centro Funzionale. Funzioni che sono state ulteriormente formalizzate con la L.R. 87/2016. Nella necessità di miglioramento continuo dell'attività operativa sono realizzate le varie attività di ricerca e di sviluppo, anche attraverso progetti di investigazione di nuove tecniche di misura e di utilizzo all'interno dei modelli, oltre che attraverso progetti finalizzati alla creazione di nuovi servizi;
2. **Oceanografia:** riguarda il consolidamento delle attività di oceanografia operativa a supporto sia delle strutture regionali di riferimento, sia della crescente richiesta di dati e informazioni sul mare da parte di vari settori della società e dell'economia blu (trasporto marittimo, pesca, acquacoltura, turismo costiero, difesa della costa, tutela degli ecosistemi marini, biotecnologie blu, etc.). Grazie ai progetti europei pregressi quali SICOMAR-PLUS, GIAS, SINAPSI e SHAREMED, il Consorzio si è dotato di una strumentazione all'avanguardia, ancora in fase di ampliamento, per il monitoraggio del mare, rappresentando un riferimento importante per il monitoraggio del Mediterraneo Nord-Occidentale. Tale esperienza può trovare applicazione nel riconoscimento istituzionale del LaMMA quale servizio meteo-oceanografico regionale (riconosciuto dalla L.R. 87/2016), e all'interno di un più ampio contesto nazionale ed internazionale;
3. **Climatologia:** cui associare le tante attività che, nelle diverse forme, interessano i vari uffici regionali. I mutamenti climatici in corso incidono infatti direttamente su vari settori, dalla difesa del suolo all'agricoltura, al turismo, alla biodiversità, alla risorsa idrica, alla difesa della costa. Fondamentale è l'identificazione dei segnali di cambiamento climatico, la loro valutazione qualitativa, in modo da poter fornire informazioni aggiornate e dettagliate per la pianificazione e la programmazione territoriale, ad esempio nella definizione di strategie di adattamento agli effetti dei cambiamenti climatici come avviene, ad esempio, nel progetto H2020-SCORE;
4. **Geomatica:** come ambito di integrazione di nuove tecnologie informatiche con i diversi settori tecnico-scientifici relativi al rilevamento e al trattamento dei dati ambientali e territoriali (cartografia, geodesia, fotogrammetria, telerilevamento, sistemi informativi territoriali). Operativamente si riferisce a servizi di progettazione, realizzazione, gestione e manutenzione delle banche dati territoriali. Focus strategico riguarda l'elaborazione di sistemi innovativi di pubblicazione e condivisione delle informazioni geospaziali (incluse quelle meteo-climatiche e ambientali in genere) basati su sistemi GIS, WEBGIS conformi agli standard internazionali OGC, ISO e INSPIRE e a partire dai servizi Copernicus, sviluppati con software open source e nell'ottica di una sostenibile politica di open data.

Il Consorzio proseguirà sia nella propria attività di monitoraggio della spesa mediante un processo interno di spending review, al fine di rendere la propria capacità di spesa sempre più efficace ed efficiente, che nel monitoraggio della performance della struttura nel suo complesso, con la predisposizione del PIAO (Piano Integrato di Attività e Organizzazione), in cui saranno definite e dettagliate anche particolari modalità per il controllo sulla efficacia in primis delle previsioni meteo, da confrontare con realtà simili in Italia e all'estero. Il controllo e monitoraggio consente di individuare, tramite opportuni indicatori, la percentuale di errore/anno

da utilizzare per il confronto e il miglioramento continuo. Allo stesso tempo potranno essere individuati gli accorgimenti necessari a migliorare le performance.

Le attività che il Consorzio intende svolgere per il 2024 sono schematicamente riportate nella successiva Tabella 1. Sono riportate sia le attività ordinarie che le attività straordinarie, sia i progetti già in corso che attività di nuova assegnazione, cioè con avvio nel corso del 2024.

La Tabella 1 riporta, oltre al titolo dell'attività, anche il dettaglio economico con cui la stessa è finanziata. È da sottolineare che gli importi ivi riportati si riferiscono al finanziamento totale, comprensivo quindi anche delle eventuali quote di ammortamento di beni acquistati nell'ambito dei vari progetti ed evidenziate nel bilancio di previsione. Nella Tabella 1, che specifica solo le attività straordinarie, vengono riportati i dettagli economici al netto delle quote di ammortamento.

Per rendere il più leggibile possibile la Tabella 1, le risorse finanziarie assegnate ad ogni attività sono state indicate come:

- ORDINARIE (segno di spunta nella colonna "Ord"), relative al 2024;
- STRAORDINARIE (no segno di spunta nella colonna "Ord"), relative a:
 - risorse residue, derivanti cioè da risorse già assegnate negli anni precedenti ma portate a bilancio di previsione 2024;
 - risorse 2024, derivanti cioè da risorse relative all'anno in corso. In questo caso nel dettaglio economico è prevista un'ulteriore distinzione in quanto le risorse 2024 possono derivare da progetti pluriennali e da progetti che iniziano nel 2024.

In particolare, la Tabella 1 e il bilancio di previsione 2024, riportano:

• RISORSE ORDINARIE 2024	3.120.000,00 €
• RISORSE STRAORDINARIE 2024	491.005,00 €
◦ di cui 156.000,00 € per nuovi progetti da Regione Toscana	
◦ di cui 193.808,00 € per nuovi progetti da altri soggetti	
◦ di cui 141.197,00 € per attività commerciale	
• RISORSE RESIDUE DA ANNI PRECEDENTI e PLURIENNALI	1.013.998,00 €
• RISORSE AMMORTAMENTI	298.434,00 €
TOTALE IN BILANCIO:	4.923.437,00 €

Linee guida degli obiettivi scientifici e di servizio

Il Consorzio, pur rispettando la suddivisione in settori prevista dall'art. 4 della L.R. Toscana 39/2009, si è dotato di una sua organizzazione interna, con decreto n. 100 del 25/10/2018, che è il risultato effettivo di una gestione più operativa e consolidata delle attività.

In questo senso l'attuale organizzazione interna vede la presenza di quattro divisioni, tre di natura tecnico scientifica specificatamente di ricerca e innovazione in:

Fisica dell'Atmosfera, che include i sistemi di osservazione e la modellistica meteorologica a scale diverse in relazione agli input necessari per la valutazione degli impatti sul territorio o per applicazioni di varia natura (es. la previsione degli inquinanti urbani, delle ondate di calore, dei periodi di siccità, le previsioni per i trasporti su terra e su mare etc.).

Oceanografia, che include i sistemi di osservazione e la modellistica dello stato del mare e delle dinamiche costiere, sia fisiche che biogeochimiche, per supportare le attività relative alla tutela dell'ambiente e degli ecosistemi marini (attività di monitoraggio e previsione dell'inquinamento da idrocarburi, microplastiche etc.), la sicurezza in mare e in particolare nella navigazione, il monitoraggio, la gestione e protezione della fascia costiera anche per effetto dei cambiamenti climatici.

Geomatica, che include tutte le attività di progettazione, realizzazione, gestione e manutenzione delle banche dati territoriali. Sviluppa e gestisce, mediante i sistemi più innovativi di pubblicazione e condivisione, le informazioni territoriali. Supporta i vari settori regionali, quali ad esempio la Difesa del Suolo e la Pianificazione Territoriale, nella progettazione, produzione, aggiornamento e pubblicazione delle banche dati territoriali. Le attività sviluppate, garantendo conformità agli standard europei ed internazionali, sono talvolta requisiti richiesti ad altri Enti che devono fornire servizi e informazioni all'interno del sistema regionale.

A queste tre si aggiunge una quarta divisione **Tecnica/Funzionale** che comprende diverse attività del Consorzio, realizzate in massima parte dal personale interno, che riguarda la programmazione e la gestione delle attività, gli adempimenti normativi e istituzionali, i rapporti con i soci e con le altre amministrazioni, il supporto tecnico-informatico e la transizione digitale, l'amministrazione, il monitoraggio economico, le azioni di comunicazione sui media (TV, sito web, social network, mobile, radio), la gestione delle visite di scolaresche e vari altri Enti (fra cui l'Università), oltre che, nell'ambito dei progetti straordinari che presentano le necessarie risorse economiche, l'organizzazione di eventi di divulgazione scientifica.

L'organizzazione e la responsabilità dei servizi operativi sviluppati dalle tre divisioni tecnico scientifiche rimangono in capo all'Amministratore Unico, vista la potenziale responsabilità verso terzi che hanno nello svolgimento.

Riguardo ai servizi operati dal Consorzio, questi sono principalmente definiti a partire da requisiti espressi dai soci, in primis dalla Regione Toscana, coerentemente al proprio compito istituzionale. Altri requisiti provengono da utenti terzi, ma che vengono poi veicolati al Consorzio tramite uno dei soci. Una parte minore dei servizi, principalmente relativa all'innovazione di quelli già attivi, è invece stimolata dal Consorzio stesso, in base a proprie acquisizioni scientifiche e tecnologiche.

Analogo schema esiste per l'attività di ricerca, ma con le seguenti importanti differenze: il partner di maggior input in questo ambito è il CNR, ma, soprattutto in questo caso, la quota di attività stimolata dalle competenze e dalle dinamiche interne al Consorzio è maggiore rispetto a quella dei soci. I criteri nella scelta degli ambiti da indagare partono dalla missione del Consorzio LaMMA, che è espressa in

maniera sintetica ma completa nel suo stesso acronimo, dal quale si possono declinare gli obiettivi di massima dell'attività di ricerca e innovazione.

Le attività di ricerca descritte nel testo sono inserite all'interno delle tre divisioni tecnico scientifiche: Fisica dell'Atmosfera-Climatologia, Oceanografia e Geomatica. Talvolta le attività di seguito descritte riguardano ambiti a cavallo tra più divisioni, per motivi di semplicità di lettura esse sono collocate all'interno di una divisione, peraltro riportando a seguito del nome l'identificazione con "Across XX-YY" indicando con "XX" la divisione scientifica nella quale è descritta, con "YY" altra la divisione scientifica parimenti interessata. La precedente notazione è utilizzata solo tra divisioni scientifiche, in quanto quella Tecnica Funzionale è già di per sé trasversale a quelle scientifiche.

Quadro generale delle attività

La Tabella 1 riassume le attività istituzionali del Consorzio per il 2024. Sono riportati i settori di intervento, distinguendo (in colonna "S/R") fra le attività essenzialmente di servizio (S) e quelle di ricerca (R). Procedendo verso le colonne a destra di ogni attività, si desumono le seguenti informazioni:

- L'indicazione se le singole attività gravano sui fondi ordinari (in colonna "Ord" con segno di spunta) e su quelli aggiuntivi straordinari (in colonna "Ord" senza segno di spunta), in quest'ultimo caso trovando specificata anche la committenza (in colonna "S [Comm.]") che eroga il finanziamento aggiuntivo, secondo la seguente legenda:

- RT = fondi regionali assegnati tramite decreti regionali (DRT);
- POM = fondi europei da progetti afferenti al programma operativo marittimo di cooperazione transfrontaliera "Italia-Francia";
- MED = fondi europei da progetti afferenti al programma operativo MED;
- ESA = progetti finanziati dalla European Space Agency (Agenzia Spaziale Europea);
- ASI = progetti finanziati dall'Agenzia Spaziale Italiana;
- ESO = progetti finanziati dal European Southern Observatory (Osservatorio Europeo Australe);
- INAIL = progetti finanziati direttamente dall'Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro;
- ACS = Accordo Collaborazione Scientifica;
- CT= incarichi per Conto Terzi;
- H2020 = progetti finanziati dal Programma Quadro Europeo H2020;
- HE = progetti finanziati dal Programma Horizon Europe.

La sigla RT è seguita dal numero del DRT relativo all'attività indicata o dalla sigla *NdF* (Numero da Definire) nel caso in cui i decreti non abbiano ancora completato l'iter formale di attuazione.

La sigla ACS è seguita dagli Enti con i quali si sottoscrive l'accordo.

La sigla CT è seguita dal soggetto che ha affidato l'incarico.

La Tabella 1 è quindi strutturata in modo tale da mettere in evidenza sia le risorse ordinarie che straordinarie.

Le risorse derivanti da attività conto terzi vengono invece sempre trattate separatamente.

Per quanto riguarda le risorse straordinarie, sia da parte dei soci che da accordi e/o incarichi commerciali da soggetti terzi, è necessario specificare che le relative attività prenderanno avvio solo a seguito dell'avvenuta approvazione del decreto e/o sottoscrizioni degli accordi/contratti.

N	S/R	Attività	Ord	COSTO €	S [Comm.]	COSTO €	
1.	S	Servizio meteorologico operativo e supporto del sistema di Protezione Civile regionale ai sensi della DGRT 395/2015 e attività strettamente correlate al servizio	X	885.478,00			
2.	S	Gestione Tecnica e manutenzione ordinaria della Catena Operativa dei modelli atmosferici e di moto ondoso e loro visualizzazione grafica	X				
3.	S	Radar Meteorologici: gestione e manutenzione dei sistemi radar regionali e supporto al Dipartimento di Protezione Civile Nazionale per l'ammodernamento ed ampliamento della rete radar nazionale	X				
4.	S	Gestione della rete di misura meteo-climatica del consorzio in collaborazione con il Centro Funzionale Regionale	X				
5.	S	Servizio di previsione meteo per la Società Autostrade relativamente alle tratte toscane per la stagione invernale				CT Autostrade spa	39.800,00
6.	R	Climatologia dinamica e previsioni stagionali	X				
7.	R	Cambiamenti climatici: analisi di trend climatici e proiezioni climatiche locali	X				
8.	S	Sviluppo e applicazioni della modellistica per la qualità dell'aria supporto al Piano regionale della qualità dell'aria: previsione inquinanti, archivio meteo	X				
9.	R	Assimilazione di osservazioni a scala regionale in modelli di previsione meteo ad area limitata	X				
10.	R	Intelligenza artificiale e machine learning nella previsione numerica	X				
11.	R	Integrazione di parametri relativi alla precipitazione da misure eterogenee	X				
12.	R	Misure di variabili di stato atmosferiche da segnale GNSS	X				
13.	R	Sviluppo di previsioni probabilistiche	X				
14.	S	Realizzazione Supporto Servizio Meteo Operativo alla Regione Umbria				DRT 6154-23	68.917,00
15.	R	Realizzazione attività progetto SCORE – Across ATM-Oceanografia				H2020	283.204,00
16.	S	Servizio di previsione di parametri astroclimatici per ESO				INAF-ESO	34.290,00

17.	S	Servizio di previsione agro-meteorologica a supporto del servizio fitosanitario regionale			DRT NdF (cap. 71246)	16.000,00
18.	S	Attività supporto per Next-Geosolution spa - Across ATM-Oceanografia			C.T. Next-Geosolutions	3.600,00
19.	S	Fornitura di dati meteo per la realizzazione di un portale di servizi per l'agricoltura			CT ARPES srl	2.800,00
20.	S	Attività supporto per Vado Ligure - Across ATM-Oceanografia			C.T. 2F per vado ligure srl	9.000,00
21.	S	Fornitura dati meteo marini per il porto di Genova - Across ATM-Oceanografia			CT PerGenova Breakwater	9.000,00
22.	R	Realizzazione del progetto WORKCLIMATE 2.0			INAIL	54.000,00
23.	R	Realizzazione progetto EU-Proterina-4			POM	81.404,00
24.	S	Servizio oceanografico operativo, sviluppo e gestione del sistema di osservazione marina (onde e circolazione) a scala di bacino e regionale	X			
25.	R	Sviluppo di prodotti di osservazione e previsione oceanografica di supporto alla protezione civile e alla sicurezza in mare	X			
26.	R	Studi e applicazioni avanzate per il monitoraggio e la governance della qualità dell'ambiente marino, dalla scala regionale a quella litoranea	X			
27.	S	Produzione di dati meteo-oceanografici, anche su richiesta, per il sostegno alla Blue Growth	X			
28.	R	Sviluppo e applicazioni di metodi e modelli per la caratterizzazione del rischio costiero e di previsione morfodinamica a lungo termine	X			
29.	S	Servizio di fornitura dati meteo-marini a supporto delle operazioni del rigassificatore nel porto di Piombino – Across Oceanografia - ATM			CT SNAM	21.600,00
30.	R	Realizzazione progetto EU-AMIS			POM	70.000,00
				296.368,00		

31.	R	Realizzazione progetto EU-AMMIRARE			POM	18.000,00
32.	R	Realizzazione progetto EU-SeaSTEmar			POM	24.404,00
33.	S	Progettazione delle caratterizzanti delle basi di dati spaziali, o delle sole componenti geografiche, delle informazioni gestite e/o realizzate dal LaMMA, nei settori Territorio, Climatologia, Meteo e Oceanografia, e della loro pubblicazione tramite servizi WEB in coerenza con gli indirizzi della Infrastruttura Territoriale regionale.	X			
34.	S	Servizi di supporto, verifica e manutenzione di base degli archivi di Regione Toscana (SIPT Sistema Informativo e Pianificazione del Territorio)	X			
35.	R	Ricerca e sviluppo nei sistemi di elaborazione di immagini aeree e satellitari e dei rilievi Lidar per la tutela e monitoraggio dell'ambiente e del territorio a supporto delle necessità della Regione Toscana	X			
36.	S	Modellizzazione ed implementazione delle informazioni in archivio unico per la difesa del suolo, la protezione civile e il governo del territorio a supporto della formazione dei quadri conoscitivi per il Governo del Territorio e dell'Ambiente				
37.	S	Conclusione della realizzazione della Carta Litotecnica Regionale (BD_Litec)		644.984,00	DRT 9869/22	15.000,00
38.	S	Supporto allo sviluppo del sistema informativo per l'analisi e valutazione delle condizioni di rischio per lo sviluppo incendi boschivi			DRT NdF (cap. 52381)	10.000,00
39.	S	Caratterizzazione e monitoraggio idromorfologico dei corpi idrici superficiali di interesse per la pianificazione regionale e distrettuale della Regione Toscana – progetto ACQUACENTRO			Accordo ABDAC-RT-LAMMA	75.000,00
40.	R	Realizzazione del progetto SINTETIC (progetto europeo Horizon Europe - HE).			HE	85.404,00
41.	S	Realizzazione della Carta Forestale (DB Foreste).			DRT 11954-23 (cap. 53387)	472.473,00
42.	S	Rilevazione delle occupazioni del demanio idrico e dei prelievi di risorsa idrica			DRT NdF (cap. 34210)	90.000,00
43.	S	Uso del suolo e governo del territorio			NDF	0,00
44.	S	Servizio realizzazione sistema WEBGIS e monitoraggio erosione dei suoli			CT Consorzio Bonifica 3	19.057,00

Divisione Fisica dell'Atmosfera e Clima

In questo paragrafo vengono descritte attività di ricerca e servizio inerenti all'osservazione e modellazione dell'atmosfera alle varie scale e domini di interesse regionale, compreso quello urbano di *input* alla modellistica diffusionale di inquinanti. Sono qui incluse le attività operative di previsione meteo al servizio dei cittadini e delle istituzioni regionali, operate essenzialmente presso la sede di Sesto Fiorentino.

1. Servizio meteorologico operativo e supporto del sistema di Protezione Civile regionale ai sensi della DGRT 395/2015 e attività strettamente correlate al servizio

Il Consorzio LaMMA, nel rispetto delle linee operative stabilite dalla Giunta Regionale, ha fra i suoi compiti istituzionali quello della realizzazione, gestione e continuo aggiornamento di un servizio operativo di informazione meteorologica rivolto ai cittadini toscani ed a supporto delle strutture regionali e locali così come previsto dalla DGRT 395/2015 e relativo allegato tecnico, che definisce il nuovo assetto, compiti e procedure del sistema di protezione civile.

Il servizio operativo di informazione meteorologica viene finanziato con il contributo ordinario. Il servizio operativo viene svolto quotidianamente, 7 giorni su 7, con la presenza in sala meteo di 2 previsori dalle 7:00 alle 13:00 e di 1 dalle 13:00 alle 17:00 dal lunedì al venerdì, mentre il sabato e nei festivi di 2 previsori dalle 7:00 alle 13:00. Al di fuori di questo orario viene garantito un servizio di reperibilità h24 e la presenza, con modalità specifiche, in caso di emissione di allerta.

L'attività del previsore, oltre allo svolgimento delle attività previste dalla DGRT 395/2015 e relativo allegato tecnico, consiste anche nella realizzazione di una ulteriore serie di prodotti resi disponibili su pagine web oppure disseminati via e-mail o altri strumenti. A titolo informativo si riporta la lista dei prodotti, in continua evoluzione a seconda delle esigenze degli utenti:

1) Bollettini di previsioni meteo in formato testuale e grafico

- Bollettino generale di previsione dello stato del tempo e del mare sul territorio della Regione Toscana: prodotto due volte al giorno (entro le ore 9:00 ed entro le ore 15:00) dal lunedì al venerdì, 1 volta al giorno il sabato, la domenica e i festivi (entro le ore 9:00).
- Bollettino di previsione dello stato del tempo per ciascun Comune della Toscana, composto da previsioni puntuali tri-orarie, comprendenti stato del cielo, temperatura, vento, mare e indice UV per oggi, domani e dopodomani. Per il quarto e quinto giorno le previsioni sono ogni 12 ore. Molti siti web di Enti pubblici locali hanno attivato procedure automatiche concordate con il LaMMA per la visualizzazione della previsione meteo relativa al Comune di interesse, in particolare: Comunità Montane, alcune amministrazioni provinciali, molte amministrazioni comunali, parchi naturali.
- Bollettino di previsione a 15 giorni, basato su modelli meteorologici di tipo *ensemble*. Prodotto 1 volta al giorno 7 giorni su 7 entro le ore 10:00.
- Bollettino previsionale specifico relativo alle condizioni atmosferiche e marine sulla costa toscana, dedicato ai turisti italiani e stranieri e alle strutture balneari: prodotto 1 volta al giorno, 7 giorni su 7, entro le ore 10:00.
- Bollettino previsionale specifico relativo alle condizioni meteomarine sui bacini antistanti la Toscana, per fornire a diportisti e porti turistici informazioni dettagliate al fine di pianificare al meglio l'uscita in mare: prodotto 2 volte al giorno, entro le 9:00 ed entro le 17:00, dal lunedì al venerdì, il sabato e la domenica unica emissione entro le 10:00.
- Bollettino previsionale specifico relativo alle condizioni atmosferiche, dedicato a tutte le attività legate alla montagna: prodotto 1 volta al giorno, 7 giorni su 7, entro le ore 10:00.
- Bollettino di previsione dell'indice UV, per oggi e per domani, in forma di mappe a livello nazionale e regionale oltre che puntuale per alcune località della Toscana (prodotto automatico da modello): prodotto 1 volta al giorno, 7 giorni su 7, entro le ore 8:00.
- Bollettino settimanale a scala regionale e sulla città di Firenze per Arpat, a supporto dell'attività di previsioni delle concentrazioni di pollini. Prodotto una volta al giorno, entro le 16:00 nel periodo marzo-ottobre.
- Nel periodo estivo elaborazione di bollettino in collaborazione con ARPAT con le rilevazioni delle concentrazioni di Ozono e le previsioni delle condizioni meteo favorevoli o meno alla sua formazione. Il bollettino è disponibile sul sito del LaMMA. Prodotto una volta al giorno, entro le 11:00.

- Bollettino generale di previsione dello stato del tempo e del mare sul territorio della Regione Toscana, in lingua inglese e francese. Prodotto una volta al giorno, entro le 10:00.
- 2) Report meteorologici giornalieri con descrizione delle condizioni meteorologiche sulla Toscana relativamente al giorno precedente.
 - 3) Servizi aggiuntivi attivati a seguito di richiesta effettuata anche al Presidente della Giunta (servizio di previsioni per le gelate in Valdichiana, Servizio per il Festival Pucciniano, ecc.).
 - 4) Servizi per i media:
 - Nel periodo settembre-giugno, partecipazione alla trasmissione quotidiana “Buongiorno Regione” su RAI3, in onda dal lunedì al venerdì compresi i festivi dalle 7:30 alle 8:00 che prevede due interventi in diretta di informazione meteorologica;
 - Nel periodo estivo, dal lunedì al sabato, escluso il venerdì, registrazione di 1 intervento in video relativo alla previsione dello stato del mare in Toscana, in onda nel TG3 delle 19:30;
 - Il venerdì registrazione di un video relativo alla previsione per il fine settimana con la tendenza del tempo per la settimana successiva, in onda nel TG3 delle 19:30;
 - In occasione di eventi meteorologici rilevanti possibili interventi in diretta dal LaMMA o dallo studio RAI;
 - Nel periodo estivo, in occasione di sforamenti dei livelli di ozono, trasmissione su RAI 3 regionale, in collaborazione con ARPAT con le rilevazioni delle concentrazioni di Ozono e le previsioni delle condizioni meteo favorevoli o meno alla sua formazione;
 - RegISTRAZIONI di previsioni in video (2 previsioni al giorno) per emittenti TV locali fra le quali Antenna 5, TeleTirreno, Maremma Channel, Toscana Channel e altre, prodotte giornalmente dal lunedì al venerdì;
 - Intervento in diretta del previsore alle 2 edizioni del gazzettino toscano su RAI Radio 1, in onda in coda al TGR (ore 7:20 e 12:10). Questo servizio viene espletato 365 giorni all'anno;
 - Intervento in diretta del previsore su svariate emittenti radio (Controradio, Radio Esse, Novaradio);
 - RegISTRAZIONI di previsioni per radio (5 previsioni al giorno) a disposizione per le altre emittenti radio regionali;
 - Post sui principali social network (Twitter, Facebook, Youtube) di bollettini di informazione meteorologica in forma testuale, grafica o video.

Il servizio meteo operativo è supportato nella sua attività dagli altri settori del Consorzio ed in particolare dalla Divisione Tecnica/Funzionale, che assicura la continua e corretta funzionalità della piattaforma di calcolo e delle procedure ad essa connessa, e dalla Divisione Geomatica per lo sviluppo di piattaforme di visualizzazione ed integrazioni di tutti i dati utili in particolare per il *nowcasting*. L'esposizione delle informazioni su sito WEB e social è coordinata dal gruppo comunicazione del LaMMA. Una selezione significativa di dati e bollettini è pubblicata nella sezione Opendata del LaMMA e nella piattaforma Open Toscana cui siamo federati, quindi fruibili da chiunque gratuitamente.

Il servizio meteorologico operativo, oltre alle attività svolte in turno, include una serie di ulteriori attività correlate che comunque rispondono a richieste istituzionali e/o ad esigenze operative indispensabili per il funzionamento/miglioramento del servizio stesso e a necessità di varie attività di supporto ed integrazione. Prima di tutto deve essere organizzata la turnistica dei previsori. Attività che è svolta internamente all'area di riferimento e condivisa successivamente con la Divisione Tecnica/Funzionale. Il personale impegnato nel servizio operativo con il supporto, quando richiesto, della componente amministrativa del Consorzio, gestisce anche i rapporti con il Centro Funzionale Regionale (CFR) e con il Settore Protezione Civile della Regione Toscana, in modo tale da definire e condividere le modalità e le procedure di trasferimento delle informazioni e di allertamento.

Da un punto di vista più tecnico, è necessario garantire la manutenzione di alcuni strumenti per il monitoraggio e per l'evoluzione a breve della situazione del tempo in atto. In particolare il LaMMA è dotato di una stazione di ricezione delle immagini satellitari Meteosat e di una per la rilevazione dei fulmini. Per quanto riguarda la stazione di ricezione Meteosat è attivo il nuovo servizio High Volume Service di EUMETSAT che permette la ricezione di dati fino ad ora non disponibili come quelli del satellite Copernicus Sentinel-3. Per le fulminazioni è operativo il sistema *blitzortung* inserito all'interno di una rete internazionale di rilevazione (blitzortung.org) che permette di avere uno sguardo sinottico, potendo monitorare la situazione delle fulminazioni su tutto il territorio nazionale ed europeo. Inoltre dal 2017 è stata installata una antenna del nuovo sistema LINET che permette di avere una situazione in tempo reale delle fulminazioni a maggior dettaglio ed a rapido aggiornamento, avendo anche la

possibilità di una previsione a brevissimo termine dello spostamento del sistema temporalesco. Il servizio meteo, inoltre, riceve e consulta via web i dati della rete di rilevamento del Centro Funzionale della Regione Toscana ed i dati delle stazioni sinottiche di tutta Europa ed in parte dei continenti limitrofi. Sono inoltre disponibili dati radar come da specifica voce.

All'interno del servizio meteo è prevista la produzione di report mensili in cui viene descritto l'andamento meteorologico sulla Toscana. Ogni report, suddiviso al suo interno in decadi, è pubblicato entro i primi dieci giorni del mese successivo. In occasione di eventi meteorologici particolarmente intensi, o comunque di particolare interesse, che presentano evidenti ricadute sulla popolazione, viene redatto un report meteorologici dedicato (es.: nevicate a bassa quota, fenomeni precipitativi intensi). Tutti i report sono poi resi pubblici sul sito istituzionale del Consorzio. La fase successiva alla pubblicazione dei report è una vera e propria fase di verifica e analisi statistica sulle previsioni effettuate, sia per quanto riguarda la previsione qualitativa di pioggia del bollettino meteorologico generale, sia per quanto riguarda la previsione dei fenomeni meteo in funzione dell'emissione delle allerte.

Particolari servizi meteo possono essere richiesti dall'amministrazione regionale in occasione di eventi pubblici che possono richiamare molte persone o in periodi in cui particolari condizioni meteo possono compromettere le coltivazioni arrecando ingenti danni agli agricoltori (ad esempio il servizio di previsione delle gelate nella Valdichiana). Inoltre spesso i previsori meteorologici sono invitati a partecipare ed intervenire ad eventi organizzati da altre istituzioni ed amministrazioni.

In generale, infine, in questa attività ricade tutta la fase di controllo relativa alla pubblicazione delle informazioni meteo. Si tratta di attività molto importanti e anch'esse operative. I bollettini devono essere correttamente pubblicati così come tutte le mappe relative sia ai vari parametri osservati che alle uscite dei vari modelli numerici.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

2. Gestione Tecnica e manutenzione ordinaria della Catena Operativa dei modelli atmosferici e di moto ondoso e loro visualizzazione grafica

Il Consorzio, per finalità sia di supporto al Servizio Meteo, sia di ricerca e sviluppo, è dotato di una infrastruttura di calcolo parallelo (CED) che permette di gestire in tempi idonei i modelli meteorologici, marini ed oceanografici ad alta risoluzione.

Le attività necessarie per la modellistica operativa possono essere riassunte a grandi linee nei seguenti punti:

- gestione del Cluster di Calcolo;
- gestione dello scarico dati (condizioni iniziali e al contorno) per l'inizializzazione dei modelli (dati GFS dalla NOAA, dati ECMWF dal centro europeo tramite il Dipartimento Nazionale di Protezione Civile);
- Gestione delle corse dei modelli ad area limitata con differenti domini di integrazione, risoluzione e orizzonte temporale di previsione (si veda sotto);
- Gestione dei dati di output dei modelli (post-processing) al fine di realizzare prodotti e servizi specifici (tra cui mappe consultabili, prodotti statistici);
- Gestione della pubblicazione e/o della messa a disposizione delle informazioni prodotte (es. pubblicazione sul sito web, invio di dati per specifiche necessità).

Attualmente, il Consorzio LaMMA, fa "girare" sui propri cluster di calcolo operativamente i seguenti modelli:

- il modello atmosferico WRF (Weather Research and Forecasting model) nell'ultima versione disponibile (release 4.1).
- i modelli atmosferici BOLAM (idrostatico) e MOLOCH (non idrostatico) sviluppati dall'ISAC-CNR con il quale è stata stipulata apposita convenzione di collaborazione per l'utilizzo e lo sviluppo dei suddetti modelli.
- il modello di moto ondoso WW3 (Wave Watch III), versione 3.14 per il calcolo delle grandezze relative allo stato del mare.

Nel corso degli anni i modelli sono stati configurati per il territorio italiano ed in particolare toscano, tramite l'introduzione di parametri locali (quali uso suolo e tipo di vegetazione) e sono oggetto di continua ricerca e sviluppo.

Il modello WRF viene fatto girare quattro volte al giorno (corsa delle 00:00, 06:00, 12:00 e 18:00 UTC) su dati GFS sul dominio Europeo (che copre tutto il Mediterraneo) a circa 12 km di risoluzione sino a 5 giorni.

Una seconda serie di corse ad alta risoluzione del modello WRF-ARW viene fatta girare quattro volte al giorno (00:00, 06:00, 12:00 e 18:00 UTC) su dati IFS-ECMWF e GFS (per un totale di 8 corse al giorno) sul dominio italiano (che copre tutta la penisola) a 3 km con orizzonte temporale di 48 ore (42 ore per la corsa delle 06:00, 60 ore per la corsa delle 12:00 e 54 ore per la corsa delle 18:00 UTC).

Una terza serie di corse ad alta risoluzione del modello WRF-ARW viene fatta girare 8 volte al giorno (00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 e 21:00 UTC) su dati IFS-ECMWF sul dominio italiano (che copre tutta la penisola) a 3 km con orizzonte temporale di 24 ore, con assimilazione di dati radar, di stazioni meteorologiche a terra e di misure GNSS-meteo da stazioni fisse e dalla rete di stazioni mobili su nave realizzata e operata dal LaMMA. Tali *run* operative sono in corso di validazione in quanto di natura ancora sperimentale.

Il modello BOLAM viene fatto girare su dati GFS due volte al giorno (corsa delle 00:00 e delle 12:00 UTC) sul dominio Europeo (che copre tutto il Mediterraneo) a 7 km di risoluzione con un orizzonte temporale di 5 giorni (5 giorni e mezzo corsa delle 12:00).

Il modello MOLOCH viene fatto girare quattro volte al giorno (corsa delle 00:00, delle 06:00, delle 12:00 e delle 18:00 UTC) su dati IFS-ECMWF e GFS (per un totale di 8 corse al giorno) sul dominio italiano (che copre tutta la penisola) a 2.5 km di risoluzione con un orizzonte temporale di 48 ore (42 ore per la corsa delle 06:00, 60 ore per la corsa delle 12:00 e 54 ore per la corsa delle 18:00 UTC).

Il campo di vento del modello WRF-ARW a 12 km sul Mediterraneo è utilizzato come input per la corsa del modello di moto ondoso (2 corse al giorno) su tutto il Mediterraneo e quelli del modello WRF-ARW a 3 km per una corsa del moto ondoso ad alta risoluzione sul Mar Ligure e Alto Tirreno.

Infine notevoli risorse sono dedicate alla visualizzazione e alla analisi statistica delle uscite dei modelli. Tutte queste informazioni vengono rese disponibili in formato libero sul sito del Consorzio LaMMA.

Per la gestione della mole notevole di dati che arriva ogni giorno e di quelli che vengono creati direttamente al Consorzio è stato realizzato un database specifico, complesso ed impegnativo in termini di gestione, mantenimento ed aggiornamento. I dati dei modelli meteorologici sono disponibili anche per applicazioni particolari, per esempio modelli matematici di ecosistemi agricoli (*crop models*) per la stima delle rese delle colture e per modelli di innesco e diffusione di agenti patogeni oltre alla estrazione di variabili di interesse agrometeorologico. I dati previsionali del modello WRF-ARW ad alta risoluzione (3 km) sul territorio toscano, sono anche utilizzati per lo studio del rischio incendi boschivi a supporto del servizio regionale di Antincendi Boschivi (AIB).

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

3. Radar Meteorologici: gestione e manutenzione dei sistemi radar regionali e supporto al Dipartimento di Protezione Civile Nazionale per l'ammodernamento ed ampliamento della rete radar nazionale

Il LaMMA, grazie alla partecipazione a progetti co-finanziati dal Programma di cooperazione transfrontaliera "Italia-Francia marittimo" quali RESMAR, PROTERINA-2, PROTERINA-3E, si è dotato di una rete regionale di radar meteorologici in banda X. In particolare i radar al momento attivi sono installati all'Isola d'Elba, precisamente a Cima di Monte nel Comune di Rio nell'Elba, ed a Monte Verrugoli nel Comune di Riccò del Golfo in provincia di La Spezia. Il terzo radar, grazie ad una collaborazione tra il LaMMA e l'Autorità Portuale di Livorno (APL), è installato nell'area del Porto di Livorno, attualmente non operativo per mancata manutenzione da parte della proprietà.

Questa rete consente un monitoraggio continuo e ad alto dettaglio di tutte le perturbazioni provenienti da ovest. Il servizio di monitoraggio radar è operativo ed è disponibile in tempo reale nella sala meteo del LaMMA a supporto del servizio operativo di previsione.

L'attività di gestione dei sistemi radar riguarda in modo particolare il monitoraggio di corretto funzionamento e di intervento nel caso si verificano anomalie e/o danni. I sistemi radar, ed in particolare quello installato all'Isola d'Elba è soggetto a eventi meteo molto intensi che ne rendono la gestione e manutenzione più complessa di altri

equivalenti. Infatti il sistema radar situato presso l'Isola d'Elba è attualmente fermo e dovrà essere ripristinato nel corso dell'anno corrente, a valere su fondi di progetti straordinari del Consorzio.

Nel corso del 2023 il ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica ha iniziato la Progettazione Preliminare del Sistema Integrato di Monitoraggio SIM, un progetto che sarà finanziato su fondi PNRR e che prevede l'ammodernamento e la messa a sistema delle reti di osservazione meteorologica esistenti. Tra queste reti rientra anche la rete radar Nazionale gestita dal Dipartimento Nazionale di Protezione Civile (DPC). Il DPC ha chiesto il contributo di Regione Toscana e LaMMA per il miglioramento della capacità osservativa tramite sistemi radar meteorologici sul territorio toscano. Il contributo tuttora in essere consiste nel supporto e nella consulenza per l'installazione (da parte di MASE e DPC) di tre nuovi radar meteorologici in Toscana:

- Sistema radar in banda C da installare presso il porto di Livorno in sostituzione dell'attuale sistema radar in banda X di proprietà di APL.
- Sistema radar in banda X da installare presso Monte Verrugoli in sostituzione dell'attuale sistema radar in banda X di proprietà LaMMA
- Sistema radar in banda X da installare presso Cima di Monte in sostituzione dell'attuale sistema radar in banda X di proprietà LaMMA.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

4. Gestione della rete di misura meteo-climatica del consorzio in collaborazione con il Centro Funzionale Regionale

L'attività meteorologica, è basata, come detto in precedenza, sui modelli numerici di simulazione sui dati e immagini satellitari, e in generale sui dati acquisiti in-situ. Di questi fanno parte sia i dati acquisiti dalla rete radar meteorologica, descritta nel paragrafo precedente, che i dati acquisiti dalle centraline meteorologiche presenti sul territorio. La rete regionale di osservazione è gestita dal Centro Funzionale Regionale (CFR) che acquisisce, valida ed organizza i dati. Oltre a queste stazioni, il LaMMA, nel corso negli anni, si è dotato di proprie particolari centraline, oltre ad aver installato alcune postazioni, poi date in gestione allo stesso CFR.

L'attività di previsione è basata su un gran numero di informazioni in tempo reale o quasi reale. Per questo motivo il CFR rende disponibili i dati, che vengono poi gestiti e archiviati in un database complesso, progettato e sviluppato internamente al Consorzio. Questo garantisce anche un archivio nel caso non fossero, per qualsiasi ragione, disponibili i dati del CFR.

Oltre all'attività prettamente informatica legata alla gestione del database, alcune delle stazioni di proprietà LaMMA sono gestite e mantenute dal Consorzio. Questo si è reso necessario sia perché alcune stazioni sono dotate di sensori particolari che forniscono alcuni dati innovativi non integrabili nel database del CFR attualmente esistente, sia per l'impegno economico legato alla manutenzione che il CFR non può garantire per tutte le stazioni meteo (e che al momento è stato caricato su progetti straordinari del Consorzio).

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

5. Servizio di previsione meteo per la Società Autostrade relativamente alle tratte toscane per la stagione invernale

L'attività consiste in un servizio di previsioni meteorologiche per il periodo invernale, fino al 30 aprile dell'anno in corso, ed in particolare prevede:

- Le tratte autostradali identificate sono 10 così suddivise:
 - A1: Valico – Barberino, Barberino – Calenzano, Calenzano – Firenze Sud, Firenze Sud – Arezzo, Arezzo – Chiusi;
 - Variante di Valico: Firenzuola – Barberino;
 - A11: Firenze – Prato Ovest, Prato Ovest – Montecatini, Montecatini – Lucca, Lucca – Pisa.

- Il servizio si svolgerà secondo le modalità, la tempistica di aggiornamento e la tipologia di informazione descritte di seguito:
 - un bollettino meteo testuale relativo alla situazione dettagliata per oggi, domani e dopodomani su tutta la regione Toscana, aggiornato due volte al giorno dal lunedì al venerdì ed una volta il sabato, la domenica ed i festivi;
 - una tabella con informazioni meteorologiche ben determinate fra cui lo stato del cielo, la presenza di precipitazioni, i centimetri di neve, la quota dello zero termico, la temperatura minima, l'umidità relativa ed il vento aggiornato due volte al giorno dal lunedì al venerdì ed una volta il sabato, la domenica ed i festivi;
 - i meteogrammi relativi ad alcuni punti caratteristici e critici dei tronchi autostradali.
- I dati relativi al servizio saranno forniti oltre che su pagina web del sito del Consorzio LaMMA anche in formato xml, via ftp, per poter essere visualizzate sull'intranet di Autostrade per l'Italia.
- Il servizio di informazione meteorologica prevede la reperibilità telefonica del previsore di turno per ulteriori e più dettagliate informazioni via telefono durante gli orari di presenza del previsore nella sala meteo.

Attività Straordinaria: termine previsto 30/04/2024

6. Climatologia dinamica e previsioni stagionali

In un contesto di cambiamenti climatici evidenti è importante disporre di previsioni a medio-lungo periodo, affidabili e dettagliate, per pianificare al meglio diverse attività di valore socio economico.

A questo scopo è stato realizzato presso il LaMMA un sistema sperimentale di previsioni stagionali, valido per l'Italia, basato sul modello CFS della NOAA, ma potenzialmente su qualsiasi altro tipo di modello climatico di tipo *ensemble*. Le uscite di questo modello vengono tradotte in probabilità di occorrenza dei tipi di circolazione attesi nei tre mesi successivi. Per fare questo è stato usato un software dell'azione COST 733 grazie al quale sono state individuate due classificazioni, una per le temperature e l'altra per le precipitazioni, che discriminano al meglio la circolazione atmosferica in 9 tipologie. Al momento, basandosi su una metodologia Bayesiana, si è in grado di tradurre le anomalie di circolazione in probabilità di occorrenza di anomalie termiche e pluviometriche, queste ultime in termini di numero di giorni piovosi, in particolare focalizzandosi sul rischio che queste anomalie siano particolarmente marcate. In seguito sarà sviluppata anche la previsione probabilistica del superamento di determinate soglie. Questo sistema, verrà aggiornato coi nuovi dati satellitari, e con le altre eventuali sorgenti di informazione disponibili con dettagli e qualità crescenti.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

7. Cambiamenti climatici: analisi di trend climatici e proiezioni climatiche locali

L'andamento climatico viene analizzato giornalmente, mensilmente e annualmente a livello regionale utilizzando i dati meteorologici e satellitari ricevuti dal Consorzio LaMMA, raccolti e archiviati all'interno del database operativo ivi presente (dati disponibili dal 1995) su software *open* PostgreSQL. Una procedura automatica, che necessita di manutenzione, consente, accedendo al database meteorologico, la produzione quotidiana di mappe relative a numerose variabili meteorologiche (pioggia, temperatura, numero di giorni piovosi, etc.) su varie scale temporali (giornaliere, settimanali, decadali, mensili, annuali etc.). Al fine di poter effettuare studi sui trend di alcune variabili meteorologiche, sono state selezionate 38 stazioni storiche con dati disponibili dal 1955, validati, controllati e continuamente aggiornati. Presso il LaMMA disponiamo di un database giornaliero, a partire dal 1950, con 2 classificazioni di tipi di circolazione, una ottimizzata per l'analisi termica, l'altra per quella pluviometrica. In precedenza è stata fatta una verifica sulla presenza di trend sulla frequenza sui tipi di tempo di queste due classificazioni. Un'attività di ricerca è finalizzata ad aumentare la conoscenza sul rapporto tra tipi di circolazione e le variabili meteorologiche e tra tipi di circolazione e variabili dipendenti dal clima (es. produzioni e qualità in agricoltura).

Una nuova attività riguarderà invece la produzione di dati di proiezione delle grandezze atmosferiche alla scala locale (indicativamente 2-3 km), attraverso il *downscaling* di proiezioni a scala regionale, disponibili per vari scenari emissivi. Pertanto il lavoro sarà preceduto da un'attività di calibrazione della procedura di *downscaling*, fatta attraverso la ricostruzione di scenari passati e il confronto con campi atmosferici di riferimento. Quest'ultima in particolare sarà l'attività da realizzarsi del presente anno. I prodotti che verranno realizzati saranno poi funzionali e quindi utilizzabili per la produzione di scenari climatici in cascata relativamente, per esempio, a scenari idrologici e marini.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

8. Sviluppo e applicazioni della modellistica per la qualità dell'aria di supporto al Piano regionale della qualità dell'aria: previsione inquinanti, archivio meteo

Nell'ambito di questa linea di attività sono previste quattro azioni principali descritte di seguito nel dettaglio.

a) Mantenimento e Aggiornamento del sistema modellistico integrato per la qualità dell'aria

Questa azione prevede il mantenimento e continuo aggiornamento del sistema SPARTA - Sistema integrato di Previsione e Analisi della Qualità dell'Aria per la Regione Toscana - per la stima di concentrazione dei principali inquinanti atmosferici sul territorio toscano, che si basa sul modello meteorologico WRF-ARW e sul modello chimico CAMx, ed è costituito da due catene distinte, che operano in modalità previsionale e di analisi.

La catena di analisi è adottata per:

- Stime modellistiche di lungo periodo, a supporto della Regione Toscana nella realizzazione dei Piani Annuali di Valutazione della Qualità dell'Aria, in ottemperanza ai compiti istituzionali previsti dalla normativa nazionale e comunitaria.
- Redazione e invio su piattaforma ISPRA dei data-base modellistici annuali secondo gli adempimenti di e-reporting come richiesto da Regione Toscana a seguito dei *requirements* europei (2011/850/UE).
- Analisi di scenario, come supporto per la pianificazione di interventi di mitigazione degli effetti dell'inquinamento atmosferico (supporto a PRQA).
- Supporto per la valutazione della rappresentatività spaziale delle stazioni di monitoraggio della rete regionale, in linea con il metodo basato su stime modellistiche indicato da ENEA che rappresenta l'interfaccia italiana al tavolo europeo FAIRMODE, in cui vengono valutate le proposte di aggiornamento della normativa avvalendosi del contributo delle varie regioni che ne hanno fatto richiesta. Il LaMMA, insieme ad ARPAT, partecipa in maniera attiva a questo tavolo per conto di Regione Toscana.

Il sistema modellistico si basa sulle stime prodotte dal modello CAMx, che simula il trasporto, la dispersione, le trasformazioni chimiche e la deposizione secca e umida di inquinanti aeriformi ed aerosol con input meteorologico fornito dal modello WRF-ARW a 3 Km di risoluzione, inizializzato e forzato con i dati di analisi dell'ECMWF, operativo presso il Consorzio LaMMA. Come condizioni iniziali e al contorno possono essere utilizzati sia i dati di analisi forniti da PREV'AIR (modello CHIMERE a scala continentale con risoluzione di 25 km), sia gli output dei modelli regionali a scala europea disponibili sulla piattaforma CAMS ad una risoluzione di 10 km. I dati di emissione derivano dall'inventario regionale IRSE, disaggregate su base spaziale (1 Km come risoluzione massima), su base temporale oraria, con speciazione chimica dei VOC e del PM.

Parallelamente, il sistema modellistico è implementato per la previsione operativa (72h) della concentrazione di PM10, PM2.5, NO2, O3 e polvere desertica (*dust*) sul territorio regionale.

Le mappe relative alle concentrazioni stimate di PM10, PM2.5, NO2, O3, *dust* sono pubblicate quotidianamente sul sito del Consorzio LaMMA.

Tutte le stime modellistiche sia previsionali che di analisi, sono validate attraverso il confronto con i dati di concentrazione degli inquinanti registrati dalla rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria (ARPAT) e anche attraverso l'utilizzo del "DELTA tool" come richiesto dalla comunità Europea. Il modello beneficia anche di un modulo per la *data-fusion* DaFT (Data Fusion in Tuscany) per "correggere" le stime modellistiche con i dati osservati dalla rete di monitoraggio, aumentando l'affidabilità relativamente alla concentrazione dei principali inquinanti. Inoltre è stato implementato un modulo "Source Apportionment" per l'identificazione e la quantificazione del contributo delle diverse sorgenti emissive ai livelli di concentrazione dei principali inquinanti in aria.

Le previsioni di O3 contribuiscono alla realizzazione del "bollettino ozono" (vedi punto b Servizio di informazione al pubblico sulle condizioni di qualità dell'aria).

La catena operativa WRF-CALMET ad alta risoluzione spaziale fornisce in output, tra le altre variabili, l'altezza dello strato di rimescolamento (Hmix) utile nell'analisi dei processi di dispersione di particolato atmosferico a supporto del calcolo dell'indice ICQA, Indice di Criticità per la Qualità dell'Aria, come previsto dal D.G.R. 814/2016 (vedi punto b Servizio di informazione al pubblico sulle condizioni di qualità dell'aria).

b) *Servizio di informazione al pubblico sulle condizioni di qualità dell'aria.*

Questa azione prevede il mantenimento di quanto sviluppato dal Consorzio LaMMA, in collaborazione con ARPAT, come servizio di informazione al pubblico sulle condizioni di qualità dell'aria relativo al PM10 nel periodo invernale, e all'ozono troposferico nel periodo estivo. Dal 1° novembre al 31 marzo è operativo un bollettino relativo all'indice ICQA, Indice di Criticità per la Qualità dell'Aria basato sulle concentrazioni di PM10 registrate dalle stazioni di fondo della rete regionale nelle Aree di Superamento, e sulle previsioni meteorologiche relative alla capacità dell'atmosfera di favorire l'accumulo degli inquinanti. Durante il periodo estivo LaMMA ed ARPAT realizzano invece un bollettino giornaliero sull'ozono troposferico in Toscana, che riporta i livelli delle concentrazioni di ozono misurati il giorno precedente dalla rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria e fornisce un'indicazione sulla tendenza per il giorno stesso e quello successivo in base alla previsione di specifici parametri meteo (come temperatura, irraggiamento solare e vento), e alle previsioni di ozono troposferico ottenute dal sistema modellistico SPARTA. Queste indicazioni (vengono spazializzate per le differenti aree di rappresentatività assegnate alle stazioni di rilevamento (ref. <http://servizi2.regione.toscana.it/aria>; citato in D.G.R.T. n. 964 del 12/10/15).

c) *Sviluppo e mantenimento di un Archivio meteorologico ad alta risoluzione e di procedure che ne permettano la gestione interattiva via web*

In molteplici ambiti applicativi, dalla modellistica degli inquinanti in atmosfera a studi nell'ambito eolico, è stata riscontrata la necessità di utilizzare dati meteorologici rappresentativi del territorio in esame, poiché i dati forniti dalle stazioni meteorologiche non sono sufficienti a garantire la necessaria copertura territoriale, anche in considerazione della complessità orografica della Toscana. Per integrare le informazioni ottenute dai dati misurati, da alcuni anni è stato realizzato un archivio di variabili meteorologiche, estratte dai campi previsti dal modello prognostico operativo. Tale archivio, a partire dal 2014, deriva dal modello Weather Research and Forecasting (WRF-ARW), inizializzato con i dati delle analisi ECMWF, ed è costituito da un data-set che copre l'intero territorio toscano con

una risoluzione spaziale pari a 3 km. A partire dall'anno 2018, il data-set alla risoluzione di 3 Km copre l'intero territorio nazionale. I campi meteo archiviati vengono poi sottoposti a validazione, attraverso il confronto con dati misurati. Inoltre, tale archivio costituisce l'input meteo all'interno sistema integrato SPARTA per la modalità di analisi.

d) Accordo di collaborazione ARPAT-LaMMA

Nell'ambito dell'accordo di collaborazione stipulato tra ARPAT e Consorzio LaMMA sottoscritto in data 24 maggio 2018, vengono poste in essere una serie di attività concordate e strutturate nel settore dell'inquinamento atmosferico e dell'influenza delle condizioni meteorologiche sui livelli di concentrazione delle sostanze inquinanti, quali ad esempio, la realizzazione di bollettini, la validazione dei sistemi modellistici, etc.

La collaborazione, ritenuta necessaria al fine di innalzare i livelli delle prestazioni che i due Enti già garantiscono al sistema regionale, si prefigge l'obiettivo di aumentare le sinergie e mettere in comune risorse e conoscenze per garantire il supporto tecnico-scientifico richiesto dalla Regione Toscana, nell'ambito della tutela della salute e dell'ambiente dall'inquinamento atmosferico.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

9. Assimilazione di osservazioni a scala regionale in modelli di previsione meteo ad area limitata

Obiettivo di questa attività è quello di analizzare e migliorare la catena di previsione WRF a breve termine con l'assimilazione di dati osservati. La sperimentazione in modalità operativa effettuata negli anni passati ha permesso di testare l'impatto di varie tipologie di misure, quali: stazioni meteorologiche a terra e mobili su mare, stazioni GNSS-meteo a terra e mobili su mare, radar meteo (in modalità diretta e indiretta). L'attività attuale è orientata alla continuazione quindi ampliamento della sperimentazione, alla verifica degli effetti dovuti a configurazioni diverse di assimilazione (es. diverse finestre e intervalli di assimilazione, combinazioni di dati, errori), all'inclusione delle osservazioni operative da satelliti meteorologici, non ancora completata. La finalità ultima è oggi quella di costruire una catena operativa in grado di fornire un valore aggiunto nelle prime ore di previsione, soprattutto a supporto della previsione di eventi estremi, da proporre come riferimento a ItaliaMeteo. Quest'ultimo obiettivo viene realizzato in cooperazione con la Fondazione CIMA, formalizzata attraverso un accordo di collaborazione

Una parte delle competenze è stata e verrà applicata anche per la valutazione dell'impatto di future piattaforme di osservazione atmosferica (es. FORUM). Parte di queste ultime attività sono state realizzate anche all'interno di precedenti progetti europei ed ESA.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

10. Intelligenza artificiale nella previsione numerica

I recenti sviluppi tecnologici hanno portato le più importanti aziende al mondo sviluppatrici di intelligenza artificiale (AI), a introdurre tali metodiche nell'ambito delle previsioni meteorologiche, con risultati di estrema rilevanza. In particolare, nel corso del passato anno, è stato condotto anche in ECMWF un esperimento di confronto, che ha mostrato i pregi di tale nuovo approccio e le limitazioni ancora esistenti. Il primo pregio fondamentale è sicuramente la velocità: una volta allenati, i modelli AI impiegano un tempo da 1.000 a 10.000 volte inferiore per produrre le previsioni, rispetto agli attuali modelli fisici, consentendo quindi una tempestività nel produrre tali informazioni senza precedenti. Allo stesso tempo va detto che la bontà dei modelli AI è criticamente legata alla disponibilità di campi omogenei di simulazione atmosferica per il passato, realizzati attraverso la produzione di analisi e rianalisi atmosferiche, ossia di *run* di modelli fisici e *data assimilation* del meglio delle osservazioni (globali) disponibili, che oggi è rappresentata principalmente dalle osservazioni satellitari (VIS-IR-MW, GNSS,

lidar ecc.) insieme comunque ad osservazioni in situ da terra, nave, aereo o radiosondaggi. I modelli AI hanno quindi bisogno di imparare dai risultati dei modelli fisici fatti girare per il passato e vincolati alle osservazioni disponibili, e sono in grado poi di riprodurre quelle grandezze relative ai fenomeni per i quali sono stati allenati. In questo senso quindi qualsiasi cambiamento nelle caratteristiche per la previsione (es. la risoluzione spaziale), ha in generale bisogno di un nuovo allenamento con uguali caratteristiche del passato. I modelli AI poi non riproducono in generale tutte le grandezze fisiche che sono ricostruite da un modello fisico, ma si limitano a quei parametri ritenuti di principale interesse nella fase previsionale (es. temperatura, pressione, precipitazione, vento, ecc.), e in generale la velocità di calcolo delle previsioni dipende anche dalla quantità di parametri che si decide di far prevedere al modello AI. Inoltre, pensando ai metodi di AI generativa, si è visto che se si realizzano campi di previsione sempre apparentemente realistici, in alcuni casi ci possono essere importanti incongruenze fisiche che ne limitano la qualità della conseguente previsione di fenomeni specifici. Un tipico problema poi è legato ai *bias*, in considerazione anche del fatto che gli eventi estremi, che in generale sono quelli più difficili da prevedere ma di maggior interesse, sono anche quelli statisticamente meno presenti, quindi quelli su cui un modello AI ha la minor possibilità di allenarsi. Una serie di metodiche sono applicabili comunque per ridurre almeno alcune delle problematiche sopracitate, e la capacità di successo dipende da vari fattori, che necessitano di ricerca specifica, a seconda degli obiettivi principali e delle scale di interesse.

All'alba di un possibile cambio di paradigma nella produzione delle previsioni a breve e anche a medio termine, il LaMMA ritiene opportuno lo sviluppo di competenze e studi relativamente all'applicazione di metodiche AI sulla previsione numerica in ambito operativo su aree limitate. Questa attività avrà carattere trasversale quindi svolta in coordinamento con le altre divisioni tecniche, oceanografia e geomatica, attraverso l'istituzione di un gruppo di lavoro congiunto.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

11. Integrazione di parametri relativi alla precipitazione da misure eterogenee

Il LaMMA gestisce una serie di strumenti per la misurazione della precipitazione standard e sperimentale (es. pluviometri, disdrometri a impatto, radar meteo, visibilimetri) e di parametri a questa strettamente legati (es. vapor d'acqua), inoltre ha accesso a piattaforme di misura avanzata di precipitazione in collaborazione con il CNR (disdrometri radar e laser, celiometri, SmartLNB). L'attività sarà focalizzata al confronto di queste misure laddove sovrapponibili e alle metodiche di integrazione per la riduzione dell'errore nella misura locale della pioggia e nella sua spazializzazione.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

12. Misure di variabili di stato atmosferiche da segnale GNSS

I segnali GNSS, nel percorso dai satelliti ai ricevitori, acquisiscono informazioni sullo stato dell'atmosfera. Riguardo all'ambito più prettamente meteorologico, in particolare contengono informazioni sul contenuto di vapore acqueo lungo la tratta troposferica.

L'interesse in tali misure risiede anche nell'espansione dei sistemi GNSS e nell'aumento della precisione del segnale inviato, nonché nella crescita del numero di stazioni riceventi a terra per scopi di posizionamento di precisione, ma comunque in buona parte utilizzabili anche in ambito meteo. Le tecniche indagate per l'elaborazione di tali dati, di elevata complessità, si pongono come obiettivo la misura del ritardo troposferico integrato, gettando le basi per la realizzazione, in prospettiva, di sounding troposferico.

L'attività di ricerca ha prodotto anche la prima infrastruttura operativa di misura di parametri atmosferici con stazioni GNSS-meteo installate su alcune navi operanti nel Mediterraneo, con un focus particolare sull'Alto Tirreno e il Mar Ligure, grazie a una serie di progetti ASI, europei, ESA e INTERREG. Un ulteriore progetto **INTERREG (Proterina 4-Future)**, descritto in attività n°23 **del presente PDA2024, che parte nel 2024, permetterà di gestire, mantenere ed ampliare tale rete osservativa**. Di recente sono stati operati radiosondaggi atmosferici lungo la tratta di navigazione, per una prima diretta validazione di tali misure. L'attività si concentrerà quindi anche nell'elaborazione di tali misure e nella pubblicazione delle metodiche e dei risultati. Una ulteriore possibilità di validazione per le osservazioni GNSS-meteo si concretizzerà attraverso una collaborazione con il CNIT

(Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Telecomunicazioni) iniziata con il progetto SATCROSS (terminato a marzo 2022). Tale opportunità prevede una campagna di misura e di confronto fra strumenti, in cui il sistema GNSS-meteo potrà essere confrontato con altri sistemi di misura quali un sistema DOAS (Differential Optical Absorption Spectroscopy) ed un sistema NDSA (Normalized Differential Spectral Attenuation) in grado di stimare il contenuto di umidità relativa lungo la tratta Monte Cimone – Bologna. Nel corso di tale campagna di misura, un sistema GNSS-meteo del LaMMA sarà temporaneamente installato o presso il Monte Cimone o presso la sede del CNR di Bologna.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

13. Sviluppo di previsioni probabilistiche

La richiesta di informazioni sempre più complete a supporto delle decisioni specie in condizioni di emergenza, ha fatto emergere la necessità di cominciare a trasmettere agli utenti operativi l'informazione intrinsecamente probabilistica delle previsioni meteorologiche, in maniera sintetica ma più completa possibile. Una prima attività riguarda la previsione probabilistica dell'accadimento di fenomeni di fulminazioni, per cui si sta procedendo attraverso una procedura basata su un metodo presente in letteratura che fa uso di un algoritmo *random forest* per connettere in maniera causale una serie di predittori, con la probabilità di accadimento di fulminazioni. Un futuro ampliamento del metodo potrà prevedere anche l'estensione ad altri predittandi. In prospettiva si vuole infatti allargare tale formulazione probabilistica anche alle altre variabili meteorologiche di primario interesse e nei prossimi anni all'elaborazione degli output delle varie catene di previsione meteo disponibili.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

14. Realizzazione supporto Servizio Meteo Regione Umbria

Attività nell'ambito dell'accordo tra la Regione Toscana e la Regione Umbria, approvato per la RT con la delibera 723 del 19/07/2016. In base alla suddetta delibera la Regione Toscana, avvalendosi del LaMMA, dovrà svolgere alcune specifiche attività a supporto del Centro Funzionale Umbro. L'attività prevedeva una fase iniziale legata allo sviluppo di una componente modellistica ed operativa ad hoc per il territorio umbro. Terminata questa fase di avviamento, dal punto di vista operativo, le attività prevedono azioni legate a:

1. **Bollettino qualitativo:** redazione bollettino meteo qualitativo **il sabato, la domenica ed i festivi**. Per il resto della settimana tale prodotto verrà elaborato dal CFD. Qualora il CFD abbia difficoltà nello svolgere tale attività nei giorni infrasettimanali (malattie, ferie, etc.) potrà richiedere ulteriore supporto.
2. **Vigilanza e Criticità: briefing meteo** (via telefono o videoconferenza) con il previsore di turno incaricato per l'Umbria, tale supporto si ritiene propedeutico alla redazione del bollettino qualitativo da parte del CFD. Il briefing sarà subordinato alla situazione meteo in atto o prevista: in caso di palese assenza di fenomeni in atto o previsti, le interlocuzioni con i previsori saranno limitate al documento di vigilanza meteo.

Emissione vigilanza: entro le ore 12:00 produzione di un documento, ad uso interno del CFD, con le indicazioni quantitative di pioggia e fenomeni significativi per temporali, vento, ghiaccio, neve, visibilità e temperature.

3. **Monitoraggio:** supporto al **monitoraggio H24** in caso di evento critico, con una email contenente situazione meteo in atto, fenomeni significativi ed evoluzione nel breve termine; da emettere ogni 3/6/12 ore a seconda della velocità di evoluzione del fenomeno, in genere da concordare con il CFD all'emissione dell'Avviso di Criticità per l'Umbria.
4. **Fenomeno non previsto:** Il reperibile CF Umbria può chiamare il reperibile LaMMA, se necessario, e concordare tempistiche e modalità di supporto meteo.
5. **Visualizzazione modelli meteo:** accesso alla **piattaforma LaMMA** per visualizzare le mappe dei principali modelli meteo usati presso il LaMMA stesso, eventualmente con grafica personalizzata sulle zone di allerta dell'Umbria, di cui verranno forniti i file in formato SHP, ed integrata, eventualmente, con la grafica per i dati del modello COSMO-5M fornito dal CF Umbria.
6. **Fornitura dati modelli meteo a scala limitata (LAM):** fornitura, tramite scambio su protocollo sicuro (HTTPS o SFTP), di **file GRIB** contenenti selezionate grandezze, calcolate dai modelli meteo MOLOCH

e WRF-ARW entrambi inizializzati ECMWF, per le corse 00Z e 12Z, su un'area ridotta contenente l'Umbria. Tali dati di previsione verranno principalmente utilizzati per alimentare le previsioni dei modelli idrogeologici ed idraulico-idrologici del CFD.

7. **Sistema DSS** per la visualizzazione su Web di dati di precipitazione media e massima, sulle aree di allerta dell'Umbria, in formato grafico e/o tabellare. Tutte le elaborazioni dovranno essere archiviate per successive elaborazioni e verifiche. Dovrà essere fornito anche il codice, per implementarlo sui server del CFD. Tale attività può rientrare in un'attività di ricerca congiunta CFD Umbria – Consorzio LaMMA, per lo sviluppo di una piattaforma comune per le valutazioni delle precipitazioni previste.
8. **Condivisione della conoscenza:** nel corso della convenzione saranno organizzati seminari, workshop ed incontri tecnici per condividere conoscenze, metodi e procedure tra i partecipanti alla convenzione;
9. **Supporto** alla definizione ed attuazione delle procedure decisionali tenendo conto **dell'incertezza previsionale**, come da nuovo Codice della Protezione Civile D.Lgs 1/2018 Art.17, attraverso appositi incontri tecnico-scientifici.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2024

15. Realizzazione attività progetto SCORE – Across ATM-Oceanografia

SCORE (Smart Control of the Climate Resilience in European Coastal Cities) è un progetto europeo realizzato da 28 partner di 12 diversi paesi della durata di quattro anni ed un valore di circa 10M€. L'obiettivo è l'incremento della capacità di resilienza delle città costiere alle sfide poste al cambiamento del clima, in particolare in relazione ai cambiamenti in frequenza e intensità degli eventi alluvionali indotti da fenomeni estremi di precipitazione, marea e stato del mare, o a fenomenologie di lungo termine come l'erosione costiera e l'innalzamento del livello del mare (DLR – Sea Level rise). Il progetto coinvolge 10 città costiere per la sperimentazione, attraverso la costituzione di Coastal City Living Lab (CCLL) in ognuna delle città costiere. Una di queste città è in Italia ed è la città di Massa. Nell'ambito del progetto il LaMMA in particolare ha la responsabilità del WP3 relativo alle proiezioni climatiche a scala regionale e locale, downscaling e modellazione dei fenomeni di impatto alle scale appropriate, analisi dei risultati e valutazione delle incertezze. Nel 2024, in particolare, saranno completati gli scenari di proiezione del moto ondoso su tutte le coste europee con focus sulle città costiere coinvolte nel progetto, nonché i modelli di proiezione del livello del mare e i modelli idrologici. Saranno realizzati gli scenari di alluvionamento a scala urbana, rispetto a diversi tempi di ritorno, in assenza o in presenza di possibili strategie di adattamento anche tramite EbA (Ecosystem-based Approaches). Tutta l'attività è svolta in stretta sinergia con la Divisione di Oceanografia del Consorzio. La centralità di tale lavoro all'interno del progetto comporta un coinvolgimento del LaMMA anche all'interno di vari altri WP di progetto, nonché alla partecipazione attiva al CCLL di Massa.

Attività Straordinaria: termine previsto 30/06/2025

16. Servizio di previsione di parametri astroclimatici per ESO

In collaborazione con INAF-OAA (Osservatorio Astrofisico di Arcetri), a valle della fase di *commissioning* del servizio prototipale, LaMMA dovrà fornire un servizio operativo di previsione della turbolenza ottica e di tutti i parametri atmosferici che hanno rilevanza per le osservazioni astronomiche, per la gestione del Very Large Telescope (VLT), in Cile, sistema di telescopi di cui 4 principali, ciascuno da 8.2 m di diametro, funzionanti anche in configurazione interferometrica. Oltre all'attività operativa LaMMA realizzerà operativamente il report mensile e supporterà INAF in una serie di attività sperimentali previste nel progetto finanziato, riguardanti il miglioramento del servizio e la valorizzazione delle misure in situ disponibili.

Attività Straordinaria: attività pluriennale termine previsto 30/06/2024

17. Servizio di previsione agro-meteorologica a supporto del servizio fitosanitario regionale

Il servizio nasce dall'esigenza del settore fitosanitario della Regione Toscana di procedere alla pubblicazione di un bollettino Agrometeorologico a supporto degli agricoltori nell'ambito dell'attuazione della lotta integrata in ambito fitosanitario, così come stabilito da norme a livello europeo.

Obiettivo principale del servizio svolto dal LaMMA è pertanto quello di fornire al servizio fitosanitario regionale tutte le informazioni meteorologiche necessarie per poter valutare lo sviluppo delle colture e delle fitopatologie ad esse associate, al fine di allertare e supportare gli agricoltori nelle decisioni che riguardano la protezione delle colture dagli agenti meteorologici e fitopatologici.

Il servizio svolto dal LaMMA prevede la fornitura settimanale di un bollettino meteo-climatico facendo particolare riferimento ai parametri meteorologici chiave per l'agricoltura nei vari periodi dell'anno. Il bollettino è composto da due sezioni: una previsionale e una climatologica.

Nella sezione previsionale vengono riportate le previsioni meteo a 7 giorni su base provinciale sia in forma testuale che in forma grafica, facendo anche particolare attenzione alla segnalazione di fenomeni intensi (temporali, raffiche di vento, estremi termici). Tale sezione viene compilata dal previsore a seguito dell'analisi degli output dei modelli meteorologici operativi al LaMMA.

Nella sezione climatologica, sempre su base provinciale, si riporta l'andamento delle temperature e delle precipitazioni osservate nei sette giorni precedenti la data di emissione del bollettino. Questa sezione è costituita da una tabella, dove, per ciascun giorno, vengono riportati i valori misurati della temperatura minima e massima e il cumulato di precipitazione per le principali località della provincia; viene inoltre calcolato il valore medio delle temperature e il cumulato di pioggia su base settimanale. Ad ulteriore supporto di questa sezione, vengono riportate le mappe regionali riferite agli ultimi sette giorni, relative alle anomalie termiche riscontrate nei valori minimi e massimi e quelle del numero dei giorni di pioggia e del cumulato di pioggia in mm. La creazione di tali mappe, così come il popolamento dei dati in tabella, è basato su una serie di procedure (verifica dei dati, elaborazione numerica, spazializzazione, etc.) che attingono ai dati da un database in continuo aggiornamento ed ampliamento.

Mediante l'utilizzo di una specifica piattaforma software sviluppata al LaMMA, le due sezioni "previsionale" e "climatologica" vengono rese visibili al servizio fitopatologico regionale, che procede a compilare la sezione fitopatologica e a creare la versione finale del bollettino agrometeorologico, pubblicata sul web e diffusa agli agricoltori anche secondo ulteriori modalità di trasferimento.

Ad integrazione della collaborazione con il servizio fitopatologico della Regione, il LaMMA fornisce i dati meteorologici pregressi (temperatura minima e massima e precipitazione a livello giornaliero) per 129 punti della Toscana (stazioni virtuali poste in vigneti e oliveti), allo scopo di integrare i dati monitorati dalla rete di stazioni meteorologiche con quelli ottenuti mediante una procedura di spazializzazione degli stessi. Questo si è reso necessario in quanto la rete di stazioni meteorologiche della Toscana è stata progressivamente ridotta, in particolare in aree di interesse agricolo, determinando la mancanza di dati di input per i modelli agrometeorologici (modelli di sviluppo delle fitopatologie, delle colture, di bilancio idrico, ecc.). A fine stagione agricola sono inoltre frequentemente richieste, dal servizio fitopatologico, analisi climatiche della stagione appena trascorsa, al fine di mettere in relazione l'andamento di certe fitopatologie con il decorso meteo-climatico e conseguentemente di poter attuare pratiche di lotta più efficaci nelle stagioni successive.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2024

18. Attività supporto per Next-Geosolution SPA – Across ATM-Oceanografia

Il servizio di fornitura di bollettino di previsioni meteo-marine fino a 7 giorni con aggiornamenti 2 volte/giorno. Le previsioni riguardano soprattutto il vento e le onde, per un periodo di circa 8 mesi di durata.

La previsione riguarda un tratto di mare lungo la rotta del collegamento elettrico pianificato tra Termini Imerese e Cagliari, nel Tirreno meridionale. Il bollettino di previsione è fornito per varie zone predeterminate dal Committente lungo il tracciato a seconda dell'area di lavoro delle navi.

Attività Straordinaria: termine previsto 30/04/2024

19. Servizio di fornitura di dati meteo per la realizzazione di un portale di servizi per l'agricoltura

Il servizio riguarda la fornitura di dati meteo nell'ambito di un servizio di fornitura di informazioni meteo previsionali. Il servizio sarà realizzato attraverso la fornitura di previsioni meteo fino a 3 giorni con aggiornamenti 1 volta al giorno. Le previsioni riguarderanno tutto il territorio italiano.

Attività Straordinaria: termine previsto 30/03/2024

20. Attività supporto per VADO LIGURE - Across ATM-Oceanografia

Servizio di fornitura di bollettino di previsioni meteo-marine fino a 5 giorni con aggiornamenti 2 volte/giorno. Le previsioni riguardano soprattutto i parametri di vento e onde. Il bollettino di previsione riguarda l'aria antistante il porto di Vado Ligure. Sono anche fornite previsioni lungo il tratto di mare fra il porto di Vado Ligure e quello di Savona e di Genova.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2024

21. Servizio di fornitura dati meteo marini per il porto di Genova - Across ATM-Oceanografia

Servizio di fornitura di dati meteo-marini nell'ambito delle operazioni per la realizzazione della diga del porto di Genova e si riferisce in particolare ad un servizio di fornitura di informazioni meteo previsionali. Il servizio prevede anche il supporto meteo per lo spostamento del cassone dal porto di Vado a Genova.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2024

22. Realizzazione progetto Workclimate 2.0

Il LAMMA partner del progetto Workclimate 2.0 contribuirà alla realizzazione delle attività di progetto che prevede in particolare di:

- fornire stime di dettaglio relative ai costi sociali e aziendali conseguenti all'esposizione agli estremi termici oltre che la tracciatura dei fattori di rischio per vari settori lavorativi;
- caratterizzare i fattori di vulnerabilità individuale dei lavoratori attraverso il *record linkage* delle banche dati sanitarie e di INAIL/INPA e la conduzione di analisi epidemiologiche;
- prevedere un ampliamento delle conoscenze sulla percezione e conoscenza del rischio legato a temperature estreme, oltre a una estensione dei casi studio indirizzati al monitoraggio puntuale microclimatico e fisiologico in aziende selezionate e alla caratterizzazione delle soluzioni tecnologiche indossabili per contrastare gli estremi termici;
- sviluppare strumenti a supporto delle attività aziendali in termini di stima della perdita di produttività o aumentati costi con dettaglio a livello geografico e per vari scenari espositivi;
- implementare la piattaforma previsionale e la WebApp con previsioni personalizzate del rischio caldo oltre che lo sviluppo di un sistema prototipale di previsioni del rischio freddo per vari settori lavorativi;
- migliorare il sistema informativo e proporre programmi innovativi di educazione e formazione del personale aziendale per contrastare i rischi dovuti a esposizione a temperature estreme in ambito occupazionale.

Il LAMMA sarà principalmente impegnato nelle attività legate alla modellistica meteo-climatica, alla valutazione dei rischi e alle attività di comunicazione e divulgazione.

Attività Straordinaria: termine previsto 15/05/2025

23. Realizzazione progetto EU-Proterina-4

Il LAMMA è partner del progetto PROTERINA-4 finanziato nell'ambito del Programma INTERREG Italia Francia Marittimo 2021-2027 che è stato ammesso a finanziamento e partirà presumibilmente il 1/3/2024.

Nell'ambito di tale progetto il LAMMA contribuisce alla realizzazione di attività inerenti le seguenti tematiche:

- GNSS Meteorology: Mantenimento e sviluppo di una infrastruttura di monitoraggio di parametri meteo basata su ricevitori GNSS e sensori meteorologici installati a bordo di navi di linea operative sul mar Tirreno settentrionale.
- Radar Meteorologia Transfrontaliera: il LAMMA dovrà contribuire all'interscambio dati radar meteorologici delle regioni dello spazio marittimo (operativo dalla passata programmazione), inoltre manterrà il sistema di raccolta e mosaicatura dei vari dati, anche attraverso campagne di intercalibrazione e di sviluppo di prodotti di stima della precipitazione
- Modellistica numerica meteorologica: Sviluppo di una catena modellistica che preveda l'assimilazione dei dati di stazioni a terra, radar meteorologici e sensori GNSS-meteo. Le catene modellistiche saranno messe a disposizione per attività correlate quali valutazione del rischio alluvione e calcolo degli indici di siccità.
- Divulgazione e Diffusione di prodotti e risultati: Le attività, i prodotti ed i risultati del progetto saranno divulgati attraverso i mezzi che nel corso del progetto saranno ritenuti più idonei. Il LAMMA è attivo su diversi canali di comunicazione e divulgazione scientifica: news sul proprio sito, social media, visite scuole, pubblicazioni scientifiche, partecipazione a convegni e workshop.

Nel corso dei mesi di progetto che ricadono nel 2024 il LAMMA provvederà a:

- Rimettere in operatività il sistema radar di Cima del Monte attraverso un servizio di manutenzione straordinaria.
- Iniziare e portare a compimento le procedure amministrative per l'assunzione di un tecnico a tempo determinato che collaborerà per portare a compimento le attività di progetto.
- Portare avanti le attività legate alla sperimentazione ed implementazione di prototipi di sensoristica di misura nell'ambito delle attività GNSS Meteorology.
- Iniziare il censimento dello stato di funzionamento dei sistemi GNSS meteorology installati a bordo delle navi per pianificare i successivi acquisti ed interventi di ripristino.
- Portare avanti attività scientifiche anche di intercalibrazione con altri sistemi di misura di parametri atmosferici delle osservazioni degli apparati GNSS Meteorology.
- Portare avanti attività scientifiche di sviluppo di una catena modellistica che preveda l'assimilazione di dati di stazioni a terra, radar meteorologici e stazioni GNSS-meteo fissi e mobili.
Divulgare prodotti e risultati delle attività di progetto anche tramite partecipazione a convegni e workshop e tramite pubblicazioni.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/08/2027

Divisione Oceanografia

In questo capitolo vengono descritte in dettaglio le attività di ricerca e servizio inerenti all'osservazione e modellizzazione del mare e della fascia costiera alle scale di interesse regionale. Queste attività comprendono componenti fisiche, biogeochimiche, e geomorfologiche, e sono da realizzarsi principalmente presso le sedi di Sesto Fiorentino e Livorno, e in stretta collaborazione con l'Istituto CNR di riferimento per questa divisione (Istituto di Scienze Marine, CNR ISMAR). Vengono inoltre dettagliati gli ambiti di applicazione di questi servizi, con particolare riguardo alla sicurezza/sorveglianza in mare, al monitoraggio marino-costiero, al monitoraggio della fascia costiera, alla Crescita Blu.

24. Servizio oceanografico operativo, sviluppo e gestione del sistema di osservazione marina (onde e circolazione) a scala di bacino e regionale

In questa attività rientrano, sotto forma di servizio operativo, gran parte delle attività di osservazione (in-situ e remota) e di modellizzazione operativa dello stato del mare che sono state sviluppate e consolidate negli ultimi anni. Questi prodotti sono tra i più richiesti da parte degli utenti dei servizi del Consorzio, e ormai maturi per supportare gli ambiti applicativi descritti nei successivi paragrafi, dalla sicurezza in mare al monitoraggio ambientale, dall'erosione costiera alle attività legate alla Blue Growth.

L'attività del Consorzio LaMMA nel settore marino si è sviluppata a partire dalle competenze acquisite nel tempo, risultanti dall'implementazione e sviluppo di strumenti di indagine (modelli, strumenti di misura), dalle raccolte di dati ambientali e dallo sviluppo di studi specialistici. Quest'attività, a livello internazionale definita come Oceanografia Operativa e sviluppata dal LaMMA alla scala regionale e costiera di propria competenza, è una *science-based engineering*, sviluppo ingegneristico di applicazioni che richiedono, alla base, competenze molto approfondite e interdisciplinari nei settori dell'oceanografia fisica, della meteorologia, della biologia marina, del telerilevamento, dell'idrologia (per la rilevanza degli apporti fluviali in mare), della geomorfologia costiera e delle tecnologie marine, e infine, in misura crescente, delle necessità socio-economiche del territorio. Le componenti fondamentali del servizio sono:

1) una componente modellistica operativa, ovvero un sistema complesso di relazioni, aggiornate dinamicamente, con la capacità di ricostruire lo stato del mare, sia in superficie che su tutta la colonna d'acqua, con elevata risoluzione spaziale e temporale, in modo operativo; lo stesso sistema è poi utilizzato per prevedere lo stato del mare (correnti, moto ondoso, temperatura, ecc.);

2) una componente osservativa (da misure *in situ* e osservazioni remote), per quanto possibile in tempo reale, coerente con il sistema di ricostruzione/previsione adottato;

Lo sviluppo di queste componenti di osservazione e modellazione permette infine di identificare una terza componente, dettagliata nei successivi paragrafi, ovvero:

3) applicazioni e servizi ad alto valore aggiunto, con forti implicazioni per settori di grande importanza per l'economia toscana e non solo (trasporti, pesca e acquacoltura, industria energetica, sistema portuale, turismo sostenibile, etc.) e per l'ambiente (contributo all'implementazione delle direttive europee di salvaguardia del mare, aree marine protette, etc.).

È opportuno sottolineare come lo sviluppo non solo dei "prodotti-base" (attraverso cui vengono ricavate le informazioni ambientali) ma anche delle applicazioni che su queste informazioni si appoggiano, viene realizzato in un contesto di continuo aggiornamento, miglioramento, studio, volto soprattutto a migliorare l'affidabilità dei prodotti, così come richiesto dagli utenti dei servizi. Questo continuo aggiornamento viene sviluppato in un contesto di ricerca che tiene necessariamente conto del dibattito scientifico da parte di una vasta Comunità Scientifica di settore, a cui il LaMMA si salda attraverso la partecipazione a importanti iniziative europee e nella collaborazione con importanti centri di ricerca nazionali e internazionali in iniziative di rete.

La previsione operativa, realizzata con modelli numerici allo stato dell'arte, si configura sempre più come un'attività multimodello e multiscala.

Dalla modellistica del moto ondoso, consolidata ormai da anni presso il Consorzio, vengono tratti alcuni prodotti che vanno ad arricchire i servizi meteorologici operativi, e che sono molto richiesti da chi pratica il mare per la

propria attività di lavoro (per operare in sicurezza), sportiva (es. per le regate veliche) o nel tempo libero. Il modello di onde è forzato direttamente dai modelli atmosferici che girano presso il Consorzio e che sono periodicamente aggiornati.

Il modello idrodinamico completa la visione dello stato del mare con le informazioni relative a correnti, livello del mare, temperatura e salinità, e offre molte potenzialità applicative rispetto a prodotti di interesse per la Regione e la Protezione Civile, quali la dispersione e il trasporto degli inquinanti di superficie in mare (idrocarburi, plastiche, etc.), il trasporto solido litoraneo, le attività di ricerca e soccorso, la previsione sui livelli del mare lungo la costa, i trasporti marittimi. Anche questa attività richiede necessariamente un continuo aggiornamento dei flussi di dati da essa utilizzati (forzante meteorologica, condizioni al contorno oceanografiche, apporti fluviali), e dei sistemi hardware su cui i modelli si appoggiano.

Tutti i modelli citati girano in cascata a partire dai prodotti del servizio marino di Copernicus (CMEMS).

Il quadro informativo volto a fornire una caratterizzazione del mare, sia come sistema fisico sia come ambiente di vita (su cui inevitabilmente impattano alcune delle attività economiche sopra descritte), si completa con le attività di misura, fondamentali per valutare l'affidabilità dei modelli e permetterne l'adeguamento.

Per quanto riguarda le misure *in situ*, l'obiettivo è di inserire le misure realizzate dalle diverse istituzioni regionali (a cominciare dal Servizio Idrologico Regionale e ARPAT) in un contesto di maggiore integrazione, che permetta l'interscambio dei dati e faciliti la realizzazione di un ambiente di lavoro collaborativo e condiviso fra le stesse istituzioni.

L'implementazione della rete di osservazione oceanografica, finalizzata al miglioramento della precisione e affidabilità dei modelli previsionali, basata sull'integrazione degli strumenti in-situ esistenti (boe ondametriche, correntometri) e dei radar marini, è prevista dalla DGRT n. 883/12 e dal conseguente Protocollo di Intesa firmato dalla stessa Regione con il Comando Generale del Corpo delle Capitanerie di Porto. La Guardia Costiera ha manifestato l'interesse ad estendere la collaborazione prevista ad attività di fondamentale interesse istituzionale, quali il supporto per la ricerca e soccorso in mare, e la previsione di evoluzione degli sversamenti di petrolio osservati in mare. Negli anni precedenti si sono verificati numerosi casi in cui la Capitaneria ha richiesto un supporto di questo tipo, e il Consorzio ha risposto positivamente garantendo i propri dati e servizi, oltre a bollettini appositamente dedicati, per diversi giorni, in seguito ad incidenti in mare, sversamenti di idrocarburi, naufragi, eventi alluvionali, oppure spiaggiamenti di grossi cetacei.

Infine il Consorzio eredita dai passati progetti transfrontalieri una rete di osservazione del mare di Toscana unica nel suo genere nel Mediterraneo, per supportare il monitoraggio, il controllo e la previsione meteo-marina. Nello specifico le attività di misura prevedono:

1. l'attività operativa di misure radar per il rilevamento dello stato del mare, attraverso i radar marini e principalmente la rete radar HF implementata grazie ai progetti del programma Interreg Marittimo IT-FR che comprende anche i radar HF recentemente acquisiti dal LaMMA con il progetto SICOMARplus; si prevede che un'ulteriore iniziativa per l'ampliamento e il consolidamento di queste reti possa essere il progetto PNRR MER di ISPRA, che comprende una specifica azione sui radar HF supportata, oltre che dal LaMMA, dalle Università di Napoli e Palermo, e che dovrebbe partire entro l'estate del 2024..
2. Attività di misura in mare, anche in collaborazione con i principali attori del monitoraggio a scala del Nord-Mediterraneo, tra cui OGS (profilatori lagrangiani o float, di cui può essere previsto il ripristino e/o il recupero), ISPRA, ARPAL, ARPAS, CNR-ISMAR, IFREMER, Università di Genova e Università di Tolone-MIO, nel quadro della costruzione di un sistema di osservazione/previsione idrodinamica operativa del Mediterraneo Nord-Occidentale. Altre campagne di misura potranno essere previste in collaborazione con altri partner. Si prevedono campagne sperimentali che comprendono l'utilizzo di drifter lagrangiani recentemente acquisiti, in particolare in collaborazione con CNR-ISMAR, CNR- IBE e INGV.

Le *misure remote* del mare sono sviluppate attraverso la costante attenzione ai prodotti che derivano dai più avanzati e recenti sistemi di osservazione satellitare: questo permette di mantenere l'attività agganciata al contesto di ricerca e, al tempo stesso, di proseguire lo sviluppo di alcuni prodotti operativi (SST, Clorofilla-a) già disponibili presso il LaMMA. Per quanto riguarda l'SST, l'attività riguarda la produzione di mappe composite prodotte sull'area Mediterranea ogni 3, 24 ore e 7 giorni.

Le mappe (visualizzabili sul sito web del LaMMA) sono ottenute a partire dai prodotti orari di SST (EUMETSAT OSI&SAF) derivati dal satellite METEOSAT di nuova generazione (MSG), così come acquisiti in tempo reale dalla stazione ricevente MSG installata presso il Consorzio.

L'attività di misura remota ha molte indeterminazioni, che nascono dal tipo e qualità delle immagini telerilevate, dalle correzioni ad esse applicate, dalla metodologia seguita per estrarre le informazioni (ad es. le concentrazioni di clorofilla). Si tratta, in altre parole, di studiare e applicare gli algoritmi migliori per la caratterizzazione delle masse d'acqua, che richiedono un confronto continuo tra le stime degli algoritmi e le misure *in situ*.

Più in generale, riguardo a questa attività generale, e con riferimento specifico all'anno 2024 dovranno pertanto essere svolte le seguenti azioni:

- 1) mantenimento della catena operativa esistente di simulazione idrodinamica (modello ROMS) con aggiornamento delle condizioni iniziali, al contorno e di forzante atmosferica sul dominio corrispondente al Mediterraneo Nord-Occidentale (sopra 39.5° di latitudine, innestato su CMEMS a 1/72° di risoluzione, ovvero 1.2 km circa);
- 2) rivisitazione (da valutare in termini di sostenibilità, ma possibilmente da inserire all'interno delle attività del progetto SeaSteMar del PC IFM 21-27) della catena operativa esistente di simulazione idrodinamica-biogeochimica accoppiata (modello MITgcm-BFM), ereditata dal progetto SHAREMED, con aggiornamento delle condizioni iniziali, al contorno e di forzante atmosferica sul dominio al Mar Ligure e Nord Tirreno;
- 3) mantenimento della catena operativa esistente di simulazione di moto ondoso a scala mediterraneo (modello WW3 a maglia non strutturata), con risoluzione crescente per le aree costiere; il modello abilita una serie di servizi costieri in cascata alcuni già operativi (servizio per SNAM), altri in corso di progettazione;
- 4) mantenimento operativo e gestione dei dati della rete radar HF toscana; calibrazione del sistema radar; progettazione degli sviluppi da realizzare con i prossimi progetti europei (sui programmi MED, H2020, ecc.) e per le eventuali iniziative del PNRR (citato progetto MER di ISPRA);
- 5) pianificazione e procedurizzazione delle attività di misura, tramite organizzazione di campagne oceanografiche.

Le attività operative sono discusse, oltre che internamente, anche all'interno dei tavoli di concertazione nazionali e internazionali (a scala del Mediterraneo) a cui il LaMMA partecipa, tra cui le iniziative:

- Copernicus User Forum - Tavolo Tecnico sulla Fascia Costiera, organizzato da ISPRA con l'obiettivo di definire i requisiti tecnici e delineare gli ambiti operativi di nuovi servizi riguardanti la Space Economy. Il tavolo si riunisce in media 5/6 volte l'anno.
- Gruppo di Lavoro sulla balneazione, organizzato da ISPRA con la collaborazione del SNPA (ARPA), con l'obiettivo di redigere le linee guida riguardanti la modellazione dei fenomeni di inquinamento intenso e breve durata. Le linee guida sulla modellistica a supporto della balneazione non sono state ancora pubblicate ma si ritiene possano esserlo nel prossimo biennio, anche accompagnando un'altra iniziativa del progetto PNRR MER in cui al momento partecipa il personale del CNR ISMAR che afferisce al LaMMA.
- MONGOOS (Mediterranean Operational Network for the Global Ocean Observing System) la componente mediterranea del sistema di osservazione globale degli oceani (GOOS). GOOS è articolato in diverse componenti, tra cui l'organizzazione europea (EUROGOOS) e la sua affiliazione nel Mediterraneo (MONGOOS). Il LaMMA è entrato nel network a partire dal 2018, partecipando regolarmente alla General Assembly e al Workshop annuale, e ha rinnovato la sua membership sul nuovo accordo proposto. Nel 2022, sia il Workshop che l'Annual general Assembly si sono svolte a Firenze, mentre nel 2024 si svolgerà a Malaga in Ottobre. All'interno di MONGOOS il LaMMA è impegnato anche nel gruppo che lavora sui radar HF (MONGOOS-HFR) e nell'Application Group.
- EUROGOOS: anche se il LaMMA non partecipa a questa organizzazione, contribuisce ai lavori del HF radar Task Team. Infine, con finanziamento probabilmente a carico del PNRR-MER, si prevede di dover realizzare lo spostamento di uno dei radar HF installati con il progetto SICOMAR plus dal promontorio di Piombino ad altro sito, per motivi derivanti dalla difficoltà di rilevamento del segnale a causa dell'eccessivo rumore elettromagnetico nel sito attuale.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

25. Sviluppo di prodotti di osservazione e previsione oceanografica di supporto alla protezione civile e alla sicurezza in mare

All'attività di servizio precedentemente descritta, si accompagna un'attività di ricerca che ha ricadute importanti sull'operatività nel miglioramento dell'affidabilità e precisione dei modelli. Quest'attività di ricerca sarà sviluppata, nel 2024, secondo una lista di priorità che prevede:

- a. Il proseguimento dell'attività di implementazione di procedure di *data assimilation* all'interno del modello di circolazione (assimilazione variazionale), con particolare riferimento alle misure radar HF, al fine di migliorare l'affidabilità e la precisione delle previsioni oceanografiche e dei servizi collegati, in continuità con le attività svolte dal progetto SICOMARplus che, in collaborazione con il Prof. Andrew Moore dell'Università della California e con la Prof.ssa Anne Molcard dell'Università di Tolone, hanno portato ad una pubblicazione scientifica su Ocean Modelling (Bendon et al., 2023).
- b. L'implementazione del modello SHYFEM, modello oceanografico a maglia non strutturata sviluppato da CNR-ISMAR sotto la guida del Dott. Georg Umgiesser. Il modello è destinato a supportare l'operatività della previsione oceanografica a scala costiera, a cominciare da alcune zone di particolare interesse per gli sviluppi futuri (Area marina tra la Foce dell'Arno e la Versilia; Golfo di Follonica).
- c. Il proseguimento della calibrazione e validazione della nuova versione di modelli idrodinamici multi-scala innestati a partire dai dati CMEMS- Copernicus a 4 km di risoluzione, utilizzando schemi di nesting nativo; attualmente il modello ha una versione a larga scala (Blue, 1/72° sul Mediterraneo Nord-Occidentale) e una versione innestata sull'area Toscana (Purple, 1/216°).
- d. Validazione e intercomparazione di dati di radar HF con i prodotti satellitari a disposizione, e con le misure lagrangiane (drifter); oltre ai dati storici (campagne degli anni scorsi) saranno utilizzati i dati di nuova acquisizione; sulla validazione dei dati radar è stato preparato e sottomesso un lavoro scientifico che si prevede di pubblicare entro il 2024.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

26. Studi e applicazioni avanzate per il monitoraggio e la governance della qualità dell'ambiente marino, dalla scala regionale a quella litoranea

Il quadro delle recenti direttive europee (recepite dalle normative nazionali) nell'ambito della qualità delle acque marino-costiere è oggi di stimolo per le regioni, e permette al LaMMA di valorizzare le proprie competenze nella realizzazione di modelli fisici e di qualità ambientale, basati sulle misure, come richiesto dalla Regione Toscana. In particolare l'implementazione di un sistema di monitoraggio integrato nell'area marina toscana (comprensivo di misure in-situ, misure remote e modelli) permette di supportare la Regione nell'applicazione della Direttiva sulla Strategia Marina (MSFD), in particolare per quanto riguarda lo studio delle interazioni tra l'ambiente fisico e quello biologico. Tra i descrittori della MSFD, quelli sui quali il Consorzio dà il maggiore contributo riguardano le Condizioni Idrografiche (descrittore 7), la Rete Trofica marina (4), i Contaminanti (8) e il Marine Litter (10). Riguardo al tema del Marine Litter prosegue la collaborazione con il Dipartimento di Scienze Fisiche della Terra e dell'Ambiente dell'Università di Siena, con ISPRA e con IFREMER, per cercare di identificare le zone di accumulo delle plastiche sulla base delle caratteristiche della circolazione (ad es. gyres a mesoscala), in particolare per ciò che riguarda le aree marine dell'Arcipelago Toscano che risultano particolarmente impattate da questo fenomeno. La collaborazione prevede anche l'individuazione di criteri che giustificano la maggiore o minore presenza di specie pelagiche (cetacei) in alcune aree marine, nell'ambito del network denominato "Plastic-Pelagos" coordinato dall'Università di Siena, e dei relativi progetti (progetto Med Plastic Busters MPAs, in corso).

Lo sviluppo di queste attività potrà inoltre essere supportato da progettualità specifiche. L'attività specifica prevista per il 2024 consiste in:

- 1) Attività di studio, tramite combinazione di modelli e osservazioni sperimentali, delle aree di concentrazione relativa di particelle flottanti in superficie, utile alla comprensione delle potenziali aree "hot spot" per inquinanti in superficie e per guidare le campagne di misura previste per il rilevamento di plastiche e micro-plastiche di superficie nell'area di competenza (anche in collaborazione con ARPAT); il modello è stato validato con dati raccolti in collaborazione con altri enti che operano nell'area del Santuario Pelagos (CIMA, ISPRA, IFREMER, UNISI, ARPAT). Si prevede di realizzare una pubblicazione a riguardo entro la seconda metà del 2024.
- 2) Le attività di studio riguardanti le potenziali aree di accumulo di plastiche proseguiranno anche in

collaborazione con l'Università di Firenze (DICEA), con cui si stanno portando avanti attività combinate di sperimentazione in laboratorio e modelli di dispersione estesi a tutta la colonna d'acqua, nell'ambito di un'attività di collaborazione su cui si stanno proponendo diverse iniziative progettuali.

- 3) Le attività di studio riguardanti lo studio di sistemi accoppiati fisici-biogeochimici, per il quale è stata co-finanziata un assegno di ricerca in collaborazione con OGS, nell'ambito del programma HPC-TRES. Il titolo di questa attività è "Study of the evolution of chlorophyll fronts through high resolution models, HF radars and data assimilation".
- 4) Applicazioni di metodi di monitoraggio satellitare per lo studio della qualità delle acque costiere. Attività di studio delle fioriture algali dannose (Harmful Algal Blooms, HABs), in collaborazione con ISPRA, utilizzando dati satellitari Copernicus, in situ dati meteomari. È in corso la messa a punto di un modello concettuale sulle condizioni di innesco del bloom di *Ostreopsis ovata*, sviluppando nuovi approcci metodologici nell'ottica di un possibile impiego previsionale. L'uso combinato di dati satellitari OLCI da Copernicus e dati in situ ISPRA, mediante l'algoritmo di machine learning Random Forest, sta producendo risultati promettenti nella stima dell'indice trofico TRIX nelle acque costiere italiane occidentali. Il consorzio LaMMA utilizza i dati del satellite Sentinel 3 di Copernicus per mappare le concentrazioni medie di clorofilla *a* in superficie, fornendo una stima indiretta della biomassa fitoplanctonica tramite una mappa presente sulla pagina Water Quality sul sito del Consorzio. L'indice TRIX fa parte dei parametri previsti del Descrittore 5 della MSFD, Eutrofizzazione; il monitoraggio di *Ostreopsis ovata* è parte della Direttiva Balneazione 2006/7/CE.
- 5) Studio e applicazione di modelli idrodinamici e di qualità delle acque a scala costiera per supportare Regione Toscana e ARPAT nella definizione di procedure per la gestione delle acque di balneazione, in continuità con quanto previsto nelle attività straordinarie del 2017-2019. In questo ambito, come detto, in collaborazione con il sistema agenziale (SNPA) e ISPRA, è in corso la collaborazione per la stesura di un manuale operativo contenente le "Linee di indirizzo per lo studio dell'area d'influenza ai fini della gestione della qualità delle acque di balneazione" che, in gran parte, è confluito in una iniziativa finanziata nell'ambito del PNRR-MER.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

27. Produzione di dati meteo-oceanografici, anche su richiesta, per il sostegno alla Blue Growth

I dati meteo-marini ed oceanografici prodotti dal Consorzio supportano importanti attività lungo la costa (come ad esempio cantieri navali, impianti offshore, turismo costiero, pesca e acquacoltura), e la loro distribuzione andrà consolidata e resa ancora più efficiente ed affidabile, visto il notevole interesse che riveste il tema della Blue-Growth all'interno dell'Unione Europea.

La presenza di un archivio consistente di dati di moto ondoso e di idrodinamica da modello, spazializzati nell'area marina toscana e validati con le misure *in situ* disponibili, permette oggi di avere una base informativa di grande utilità per l'esecuzione di progetti nella fascia costiera e offshore. Questo archivio andrà tuttavia rivisto sulla base di rianalisi di dati su un periodo più lungo di quello attualmente disponibile, utilizzando le migliori tecniche di ricostruzione dei dati, utilizzando dati meteorologici di analisi e ri-analisi come forzante, (eventualmente anche tramite assimilazione dei dati di boa e satellitari): l'obiettivo, in questo caso, è sia quello di verificare e stimare la presenza di alcuni trend di medio-lungo periodo del sistema marino legati ai cambiamenti climatici (nella prospettiva dei climate services), sia di supportare con dati affidabili le attività di progettazione lungo la costa e in mare aperto.

Le attività specifiche per il 2024 prevedono:

- 1) Il mantenimento/aggiornamento dell'attuale catena di produzione e archiviazione dei dati in *real time* per le onde e l'idrodinamica a scala regionale.
- 2) L'analisi dei dati di climatologia delle onde a scala costiera anche nell'ambito dello Special Project finanziato da ECMWF per il triennio 2018-2020. Il progetto ha realizzato un hindcast relativo agli ultimi 40 anni (1979-2019) a partire dai dati del nuovo dataset di rianalisi ERA5 disponibile presso ECMWF, e di cui è stato fatto un downscaling tramite la catena BOLAM-MOLOCH-WW3. Oltre a produrre una climatologia delle onde a scala costiera, è stato possibile produrre dati di qualità certificata su vento e onde nelle aree costiere di interesse, e anche stimolare numerose attività di ricerca (trend di lungo periodo anche in associazione ai tipi di circolazione atmosferica, analisi di rischio costiero, onde estreme in mare aperto). L'attività prevede anche la pubblicazione del dataset a disposizione degli utenti, e la valorizzazione dei dati anche tramite diverse pubblicazioni scientifiche.

- 3) La produzione dei dati di idrodinamica e biogeochimica per il Mediterraneo Nord-Occidentale nell'ambito dello Special Project finanziato da ECMWF per il triennio 2022-2024 utilizzando i dati del precedente Special Project (ERA5-BOLAM-MOLOCH-WW3) come forzante del modello MIT-gcm-BFM (accoppiato idrodinamico biogeochimico) in collaborazione con OGS. L'obiettivo è di produrre una climatologia delle correnti per l'area anche per comprendere trend di lungo periodo della circolazione legati anche ai cambiamenti climatici.
- 4) Implementazione di un modello di previsione climatica (fino al 2100) delle onde e del livello del mare per tutte le città europee coinvolte nel progetto H2020-SCORE, e utilizzando come forzante i dati dei modelli regionali di proiezione climatica (scenari EURO-CORDEX). L'attività prevede l'implementazione dei modelli WW3 e Shyem a maglia non strutturata su tutti i mari europei (compresi l'Atlantico, Il mare del Nord, il Mar Baltico e il Mar Nero) e con dettaglio specifico sulle città costiere di interesse per il progetto, a supporto della pianificazione delle città costiere e per applicazioni che vanno dallo studio dell'impatto dei fenomeni di alluvionamento estremi lungo la costa, all'erosione costiera. <gli scenari di alluvionamento costieri, sono realizzati, sempre all'interno del progetto SCORE, attraverso l'utilizzo di un insieme complesso e articolato di modelli che comprendono anche le componenti idrologiche (modello LISFLOOD), e le componenti di "ultimo miglio" (modello marino XBeach, e modello idraulico a scala urbana HEC-RAS).

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

28. Sviluppo e applicazioni di metodi e modelli per la caratterizzazione del rischio costiero e di previsione morfodinamica a lungo termine.

Nell'ambito del Documento operativo per il recupero e riequilibrio della fascia costiera in attuazione dell'art.18 della L.R.80/2015 "Norme in materia di difesa del suolo, tutela delle risorse idriche e tutela della costa e degli abitati costieri" approvato con Delibera di Giunta Regionale 433/2016 il LaMMA è impegnato nelle previste attività di monitoraggio.

In questa attività il Consorzio LaMMA, in accordo col settore competente della Regione Toscana, ha supportato la Regione nella definizione e nell'implementazione di strumenti operativi per la governance della fascia costiera e la pianificazione territoriale, basati sull'evoluzione morfodinamica di medio-lungo periodo della fascia costiera, anche a seguito dei cambiamenti climatici in atto, nonché di strumenti operativi per la gestione delle emergenze e la riduzione del rischio (early-warning e valutazione preventiva di impatto delle mareggiate sulla costa). Queste attività sono discusse anche all'interno di riunioni periodiche con gli uffici competenti della Regione Toscana.

Come attività ordinaria, nel 2024, sarà valutato il possibile aggiornamento degli studi realizzati a partire dal 2017, che hanno assunto un carattere non più soltanto descrittivo ma interpretativo dei cambiamenti in atto lungo la costa toscana.

- In particolare si prevede di aggiornare, per l'ultimo triennio, l'archivio di dati di moto ondoso lungo la costa, utilizzando l'hindcast sviluppato dal progetto SPITBRAN;
- la pubblicazione in open-data del dataset costiero elaborato in questi anni;
- analisi variazione linea di riva ed elaborazione del rapporto sul monitoraggio a scala regionale, ponendo i tassi evolutivi in relazione a:
 - caratteristiche del clima meteomarinico (distribuzione direzionale, frequenze ed energia sottocosta) e degli eventi estremi;
 - caratteristiche degli eventi di piena (anche riferendosi ai dati del CFR) dei principali corsi d'acqua delle unità fisiografiche della costa toscana;
 - volumi di sedimenti movimentati lungo la fascia costiera per effetto degli interventi pubblici e/o privati realizzati (in base all'archivio RT).

Quest'ultima componente delle attività è comunque vincolata all'eventuale nuova acquisizione delle immagini satellitari da realizzare tramite risorse ancora da determinare.

Il LaMMA parteciperà alle attività previste nell'ambito dell'accordo tra Regione Toscana, ISPRA e ARPAT sull'analisi dei sedimenti movimentati nelle attività di gestione ordinaria degli arenili.

È prevista la prosecuzione di attività di monitoraggio idrodinamico e morfologico tramite le webcam costiere acquisite con il progetto MAREGOT (area pilota di Marina dei Ronchi presso Massa) e altre di nuova installazione.

A livello modellistico, infine, si prevede:

- 1) l'implementazione di modelli di rischio costiero basati sui codici X-Beach, per le applicazioni previste all'interno del progetto H2020 SCORE.
- 2) l'implementazione di modelli di previsione del livello del mare e, più in generale, di previsione idrodinamica costiera tramite modelli a maglia non strutturata. A questo proposito è stato attivato un accordo di collaborazione scientifica con il CNR-IAS.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

29. Servizio di fornitura dati meteo-marini a supporto delle operazioni del rigassificatore nel porto di Piombino – Across Oceanografia - ATM

Sviluppo e manutenzione di un servizio di previsione meteo-marina dedicato nell'area del terminale FSRU (Floating Storage and Rigasification Unit) di Piombino.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2024

30. Realizzazione attività progetto AMIS

AMIS affronta in modo innovativo il tema del monitoraggio delle aree costiere tra Francia e Italia che sono eccezionali hotspot di biodiversità e motori di sviluppo economico, ma tuttavia vulnerabili agli effetti dei cambiamenti climatici, con conseguente rischio per insediamenti e infrastrutture. AMIS intende lavorare alla creazione di modelli digitali avanzati delle aree costiere, noti come "gemelli digitali", che integrino dati geografici, climatici, ecosistemici e socio-economici. Questi oggetti avanzati di rappresentazione e simulazione di dati geospaziali, permettono di comprendere meglio le dinamiche costiere passate, presenti e future, supportando la valutazione del rischio e la pianificazione.

AMIS, finanziato all'interno del primo avviso del PC IFM 21-27, è il primo progetto capofilato dal Consorzio, e il LAMMA coordinerà le attività scientifiche e finanziarie. Come contributo tecnico al progetto, in un modello di responsabilità diffusa, il LaMMA capitalizzerà la climatologia meteomarina ad altissima risoluzione realizzata all'interno del progetto MAREGOT (PC IFM 21-27), e sarà responsabile, assieme al BRGM, della costruzione del framework per l'implementazione dei gemelli digitali della costa.

Il LaMMA contribuirà inoltre alle attività di monitoraggio nei siti pilota (attività coordinata dal CNR), e sarà responsabile della realizzazione delle attività nel sito di Marina di Massa, capitalizzando i risultati dei progetti MAREGOT e H2020-SCORE (sistema di video monitoraggio), contribuendo inoltre alla realizzazione delle campagne di misura utilizzando i droni aerei di prossima acquisizione.

Infine il Lamma contribuirà alla realizzazione dei prodotti di mappatura del rischio costiero (Atlante del rischio), all'implementazione locale dei gemelli digitali, e alle attività di comunicazione del progetto, quali l'organizzazione dell'evento di lancio, in modalità diffusa e in contemporanea su tutti e cinque i territori. Contribuirà infine all'attività di disseminazione del progetto, all'attività didattica delle scuole secondo i criteri impostati con il partner CPIE, impostati sui criteri di Comunicazione & Partecipazione.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/08/2026

31. Realizzazione attività progetto AMMIRARE

AMMIRARE è un progetto strategico del PC IFM 21-27, della durata di 4 anni, con inizio al 1 Marzo 2024. L'obiettivo di AMMIRARE è aumentare la resilienza intrinseca del sistema spiagge, migliorando il processo di adattamento ai cambiamenti climatici (CC). Il partenariato, rappresentativo dello scenario transfrontaliero realizza

azioni pilota basate sul concetto di natural based solution (NbS) a cui si uniscono innovativi sistemi di monitoraggio e strumenti per il contrasto e la previsione degli effetti dei CC sul sistema spiaggia.

All'interno del progetto AMMIRARE, il LaMMA seguirà le attività di comunicazione del progetto, in particolare per quanto riguarda le attività in Toscana, e contribuirà alla divulgazione delle attività del progetto attraverso i social network e le pagine web predisposte dal programma.

A livello tecnico, il LaMMA lavorerà assieme al CNR IAS, alla realizzazione di specifiche campagne di misura e all'utilizzo di modelli di downscaling di parametri meteorologici e di moto ondoso per l'area marino-costiera transfrontaliera, capitalizzando l'esperienza del progetto europeo H2020 SCORE sulla resilienza del territorio costiero agli effetti dei cambiamenti climatici, nel quale è responsabile dell'attività di downscaling degli scenari di cambiamento climatico sulla costa.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/08/2027

32. Realizzazione attività progetto SEASTEMAR

Il progetto SEASTEMAR, progetto semplice finanziato dal primo avviso del PC IFM 21-27, affronta i rischi per la navigazione legati alla presenza di grandi cetacei e specie sensibili, e a fenomeni meteo-marini non facilmente prevedibili, anche in relazione alla variabilità dei cambiamenti climatici. L'obiettivo del progetto è quello di portare a soluzioni operative e condivise che consentano agli stakeholder e agli utenti del mare in generale, in particolare nello spazio marittimo transfrontaliero che comprende il Mar Ligure e il Mar Tirreno Settentrionale, di affrontare i rischi legati alla navigazione in modo più consapevole e pronto. Il progetto porterà quindi allo sviluppo di sistemi di allerta in tempo reale e di protocolli di condivisione dei dati, il cui sviluppo e implementazione saranno seguiti da un gruppo di lavoro transfrontaliero, che coinvolgerà importanti partner istituzionali (ad esempio Capitaneria di Porto, Prefettura Marittima, Pelagos, Accobams).

Il LaMMA contribuirà alle attività del progetto, proseguendo la collaborazione storica con la Guardia Costiera per la fornitura di prodotti di previsione meteorologica a supporto della sicurezza in mare, e garantendo la fornitura di previsioni meteorologiche e di circolazione anche fornendo i dati di osservazione in suo possesso. In collaborazione con ARPAL, CIMA e Guardia Costiera seguirà le attività relative all'utilizzo dell'AIS in ambito meteorologico e di protezione ecosistemica (sistemi anticollisione con i cetacei), garantendo così una piena capitalizzazione dei risultati ottenuti con i progetti SICOMAR, SICOMARplus, GIAS e SINAPSI delle passate programmazioni.

Infine il LaMMA si occuperà ad ampio spettro delle attività di ricostruzione e proiezione climatica, finalizzate alla stima degli effetti dei cambiamenti climatici sullo stato trofico ed ecosistemico dell'area marina. In particolare utilizzerà la sua esperienza nell'ambito della modellistica oceanografica per ricostruire la circolazione degli ultimi 30 anni sull'area (hindcast) e per le proiezioni climatiche per i prossimi 30-50 anni, capitalizzando le esperienze acquisite in vari progetti passati (es. H2020-SCORE).

Attività Straordinaria: termine previsto 28/02/2027

Divisione Geomatica

L'attività di questa struttura è fondata sulle competenze del personale in: Geomatica, Telerilevamento e Scienze della terra. La struttura è capace di fornire soluzioni per la valorizzazione dei dati geospaziali attraverso tutte le fasi del ciclo di vita: progettazione, acquisizione-aggiornamento, archiviazione, elaborazione ed analisi, pubblicazione-condivisione.

I campi di applicazione potenziali sono molteplici e spaziano dal monitoraggio ambientale e del territorio, all'*open-government* e alle *smart cities* fino alle soluzioni per la sicurezza.

La struttura ha competenze nella modellistica in ambito agricolo-forestale per le tematiche di caratterizzazione dei suoli e la stima della loro erosione.

Due sono i filoni principali su cui si incardinano le attività sia di ricerca e sviluppo, sia di servizio operativo e si articolano in:

- Geomatica ed elaborazione dati telerilevati satellitari, aerei e da droni per applicazioni su numerose tematiche territoriali (Pianificazione territoriale, monitoraggio, protezione civile, difesa del suolo) per la produzione di cartografia tematica e informazioni geografiche.
- Progettazione e sviluppo di infrastrutture di dati spaziali (SDI) secondo standard internazionali di modellazione delle informazioni geospaziali, di archiviazione e gestione, di condivisione attraverso servizi WEB e geoportali. Gli aspetti più strategici e di ricerca sulla modellazione delle basi di dati riguardano le tematiche:
 - Elaborazione ed analisi di Digital Twin territoriali e delle connessioni BIM (*Building Information Modeling*) - GIS (*Geographic Information System*) sulla modellazione 3D;
 - Classificazione e segmentazione delle nuvole di punti in un sistema informativo geografico;
 - Elaborazione ed analisi delle connessioni tra topologia spaziale planare e topologia dei reticoli informativi modellati a *network*;

L'elaborazione di immagini digitali telerilevate e lo sviluppo dei sistemi informativi geografici sono competenze di base presenti sin dalla nascita del laboratorio nel 1997. La divisione geomatica è in grado di progettare e di supportare le varie direzioni di Regione Toscana, nella definizione di soluzioni orientate alla produzione, all'archiviazione, all'aggiornamento e alla condivisione di dati geospaziali.

Con riferimento alle competenze di standardizzazione ed interoperabilità dei dati geografici, il LaMMA partecipa sin dal 2002 all'organo tecnico UNI/CT 506 "UNINFO Informazioni geografiche" per la normazione dei dati geospaziali ed è impegnato anche sulle problematiche di definizione dei dati aperti (OPENDATA e Linked OPENDATA). Per valorizzare al meglio il patrimonio informativo prodotto, il loro uso, riuso e condivisione, risulta necessario che i dati, ed i relativi metadati, siano resi disponibili in formati standard e aperti, organizzati in strutture e contenuti interoperabili, secondo standard internazionali. Con queste caratteristiche i dati risultano effettivamente interoperabili, tanto da utenti come da applicazioni software in grado di leggerli ed elaborarli senza alcun intervento umano.

Per tutte le attività, descritte nei successivi paragrafi, nel rispetto degli indirizzi e delle direttive stabilite dalla Regione ai sensi della legge regionale 26 gennaio 2004, n. 1 (Promozione dell'amministrazione elettronica e della società dell'informazione e della conoscenza nel sistema regionale. Disciplina della "Rete telematica regionale Toscana"), le rispettive componenti spaziali eventualmente utilizzate per la rappresentazione cartografica, saranno valutate in conformità ai requisiti delle componenti fondamentali della Base Informativa Territoriale (BIT) di cui al comma 4 dell'art. 55 della l.r. n. 65/2014, per le quali si prevede il coinvolgimento della DRZ Urbanistica. In particolare saranno concertati con tale Direzione gli aspetti relativi a: sistemi di riferimento geodetico e geografico, modello spaziale adottato, meta-informazione, accuratezza plano-altimetrica e tematica se pertinenti, condivisione dei dati e servizi di accessibilità.

33. Progettazione delle caratterizzanti delle basi di dati spaziali, o delle sole componenti geografiche, delle informazioni gestite e/o realizzate dal LaMMA, nei settori Geomatica, Climatologia, Meteo e Oceanografia, e della loro pubblicazione tramite servizi ed interfacce WEB in coerenza con gli indirizzi della Infrastruttura Territoriale regionale.

L'attività prevede la definizione delle specifiche di prodotto (*Data Product Specifications*) che riguarda la modalità di allestimento e di fornitura dei dati geospaziali, a partire da una modellazione concettuale (*Conceptual Schema*), fino alla definizione dello schema logico-fisico da implementare (*Application Schema*). È prevista la definizione di specifiche tecniche sia in linguaggio naturale che formale tramite *tools* standard di modellazione strutture di dati in linguaggio UML (Unified Modeling Language).

Più nel dettaglio viene fornita la **piattaforma strutturale ed informativa** per la gestione di numerosi campi di applicazione dove la **componente geospaziale** costituisce la caratteristica fondamentale nella strutturazione dell'informazione.

In questa linea di attività sono incluse le azioni di progettazione a supporto degli archivi prodotti nelle varie attività ordinarie, in particolare:

- a) Gestione e monitoraggio della risorsa idrica;
- b) Difesa del suolo e della fascia costiera;
- c) Climatologia (temperatura, pioggia, vento, umidità). In questa linea di attività si prevede anche lo sviluppo di indici climatici su base comunale da inserire nel sistema denominato "Ecosistema della pianificazione" il cui sviluppo e manutenzione è previsto come attività straordinaria;
- d) Meteorologia (modelli atmosferici di previsione, osservazioni dati);
- e) Oceanografia (modelli meteo-marini, osservazione dati).

L'attività di progettazione ha intrinsecamente un legame di supporto alle attività straordinarie che richiedono lo sviluppo di nuovi archivi.

Verranno sviluppate nuove attività per la gestione delle banche dati prodotte dal Consorzio che riguarderanno il potenziamento della archiviazione del dato e alla sua fruibilità sia internamente al Consorzio sia verso gli utenti esterni. In generale verranno potenziate le attività di:

- Fruibilità attraverso servizi geografici standard (WMS, WFS etc.) e sviluppo API (*Application Programming Interface*).
- Sviluppo di servizi ed applicazioni web-gis per la visualizzazione ed integrazione dei dati geografici attraverso interfacce di navigazione delle mappe digitali.
- Catalogazione delle informazioni secondo standard.

Anche per i dati derivanti dai modelli meteo, il Consorzio implementerà attraverso l'installazione e configurazione di un server-dati scientifico un sistema di scambio dati attraverso servizi. In particolare sarà implementato il software ERDDAP che consentirà di:

- Realizzare un catalogo dati con le opportune descrizioni;
- Accedere al dato meteo con interfaccia semplice permettendo di filtrare le richieste per dominio spaziale, temporale e variabili da scaricare;
- API per lo scarico del dato con interfaccia python
- Assegnazione del DOI (*Digital Object Identifier*), generato dominio registrato LaMMA, ai dataset esposti.

Le attività di sviluppo ed implementazione della soluzione software sarà condivisa con la direzione Sistemi Informativi infrastrutture tecnologiche e innovazione regionale.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

34. Servizi di supporto, verifica e manutenzione di base degli archivi di Regione Toscana (SIPT Sistema Informativo e Pianificazione del Territorio)

Negli anni passati il Lamma ha fornito un costante e continuo supporto alla Regione Toscana finalizzato alla realizzazione di un importante numero di archivi geografici utili alla pianificazione e gestione del territorio dal livello regionale a quello comunale, nonché alla tutela dell'ambiente e del paesaggio, in accordo con quanto previsto dalle leggi regionali 1/2005 e da ultimo la L.R. 65/2014 (Norme per il governo del territorio).

Il Consorzio garantisce un servizio di supporto concordato per gli aspetti cartografici con il settore SIPT per le seguenti attività:

- Aggiornamento e manutenzione delle basi informative relative ai beni culturali riguardo le aree tutelate per decreto relative ai vincoli della parte II del Codice dei beni culturali e del paesaggio (con particolare riferimento ad archeologico, monumentale e paesaggistico).
- Aggiornamento e manutenzione delle basi informative sui vincoli paesaggistici vincolati con provvedimento ministeriale o regionale di "dichiarazione di notevole interesse pubblico" (art.136 Codice dei beni culturali e del paesaggio).
- Supporto alle attività di ricognizione, delimitazione e rappresentazione in scala idonea alla identificazione delle aree tutelate per legge ai sensi dell'art.142 del Codice dei beni culturali e del paesaggio.
- Supporto alle attività cartografiche di individuazione e gestione delle aree gravemente compromesse o degradate cui all'articolo 143, comma 4, lettere a) e b) del Codice dei beni culturali e del paesaggio (ex art. 22 disciplina PIT – PPR).
- Supporto alle attività cartografiche della Commissione Regionale per il Paesaggio (art. 137 Codice dei beni culturali e del paesaggio).

Al fine di assicurare una costante e accurata validità, sia fisica che normativa, degli archivi geografici inerenti la pianificazione e gestione del territorio, disponibili presso il settore SIPT della Regione Toscana, il LAMMA è impegnato, in continuità col passato, nell'attività di integrazione e aggiornamento e/o correzione topologica di alcuni specifici tematismi appartenenti alla Base Informativa Regionale, in particolare dovrà garantire:

- Manutenzione del DB Uso e Copertura del Suolo di Regione Toscana anche secondo l'eventuale revisione delle specifiche Tecniche approvate con DRT n. 18011 del 4/11/2020. La parte di aggiornamento tematico della copertura, verrà invece approntata come attività straordinaria quando rese disponibili dalla DRZ Urbanistica le relative fonti informative fotografiche.
- Verifica di qualità cartografica dei dati territoriali inerenti al conferimento degli atti di governo del territorio nel Sistema Informativo Regionale Integrato per il Governo del Territorio ai sensi della L.R. 65/2014. In base al numero degli archivi che saranno prodotti dai vari enti, la suddetta attività sarà oggetto di rimodulazione con la Direzione Urbanistica.

Sono infine previste in questa attività ordinaria tutte le azioni di ordinaria manutenzione informatica della piattaforma ospitante il geoportale dell'ecosistema informativo del territorio allocato presso il TIX, nonché di supporto alla DRZ Urbanistica relativamente ad attività progettazione e definizione di specifiche tecniche di nuovi dataset o di evoluzione delle infrastrutture informatiche che li espongono.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

35. Ricerca e sviluppo nei sistemi di elaborazione di immagini aeree e satellitari e dei rilievi Lidar per la tutela e monitoraggio dell'ambiente e del territorio a supporto delle necessità della Regione Toscana

Le attività di ricerca in questo ambito riguardano principalmente lo sviluppo di modelli per la tutela e monitoraggio dell'ambiente e del territorio tramite l'utilizzo di nuove tecnologie di rilevazione e acquisizione dei parametri ambientali: immagini satellitari ottiche e SAR, dati LIDAR, dati da sensori e stazioni terrestri (SWE Web Services). Le linee principali di ricerca sono orientate all'utilizzo di algoritmi per la classificazione degli indicatori nel territorio, come ad es. la caratterizzazione della copertura del suolo attraverso classificazioni ad oggetti, l'utilizzo di dati ad altissima risoluzione spaziale, l'elaborazione di dati iperspettrali e l'utilizzo di dati laser altimetrici (LIDAR). Nel contempo il settore Geomatica ha acquisito negli anni elevate competenze nell'elaborazione di dati digitali telerilevati ed è in grado di fornire informazioni anche in tempo "quasi reale". Il sistema, infatti, funziona grazie ad accordi con i principali fornitori europei di immagini satellitari che sono in grado di consegnare immagini acquisite a richiesta ed elaborate presso il Consorzio per la realizzazione di prodotti a valore aggiunto.

1. Proseguiranno le attività di ricerca e sviluppo nel campo del rischio incendi in stretta collaborazione della Direzione Agricoltura e Foreste (Servizio AIB Toscana) ed in particolare saranno approfondite le seguenti tematiche:
 - Calcolo frequenza di accadimento degli incendi passati in base agli indici del Fire Weather Index. Stima della probabilità di accadimento dell'evento considerato mediante *fitting* dei dati analizzati. Realizzazione di servizi di previsione di pericolosità d'incendio boschivo dedicati sia al periodo estivo che al periodo invernale. Elaborazione di un approccio statistico alla stima del pericolo

incendi boschivi tramite telerilevamento.

- Stime satellitari di alcuni parametri delle foreste e loro legame con il comportamento degli incendi e dunque al pericolo. Stime satellitari di contenuto gravimetrico d'acqua e di anomalia di temperatura superficiale antecedenti l'incendio e loro legame su base statistica alla velocità di propagazione delle fiamme, alla durata degli incendi e all'area bruciata.
 - Sperimentazione di un servizio di previsione meteo Antincendi Boschivi, in qualità di Analista di sala AIB, coordinato dal Servizio AIB Regione Toscana, da effettuare sia nel periodo invernale (primo quadrimestre) sia nel periodo estivo (secondo quadrimestre), con l'obiettivo di valutare se si determinano condizioni di rischio tali da rendere necessarie le attivazioni di servizi operativi.
2. Acquisizione di immagini a media risoluzione su tutto il territorio regionale (LANDSAT, SENTINEL 1 - 2).
 3. Realizzazione di una banca dati multispettrale su tutto il territorio regionale di immagini ortorettificate da utilizzare per diverse applicazioni. Questa comprenderà anche una copertura di immagini satellitari su tutta la Regione Toscana a risoluzione media (20-10-5 metri) per lo sviluppo di attività interdisciplinari.
 4. Realizzazione e mantenimento di un archivio di immagini a media-bassa risoluzione (250 metri) NDVI derivate dal sensore MODIS, per il monitoraggio della vegetazione.
 5. Realizzazione di una banca dati relativa alla stima dei consumi irrigui attraverso l'applicazione di un modello (Maselli et al., 2020 – 2021) di calcolo che utilizza i dati delle stazioni meteorologiche e le immagini satellitari a media (Sentinel 2) e bassa risoluzione (MODIS). A partire dalla stima dell'evapotraspirazione reale è possibile definire un bilancio idrico semplificato che, a livello del singolo pixel, calcola l'acqua utilizzata per l'irrigazione, ovvero l'acqua che viene consumata oltre a quella fornita naturalmente dalle precipitazioni. Sulla base del bilancio idrico semplificato si prevede la fornitura di bollettino specifico del consumo idrico su specifici riferimenti territoriali (comuni, distretti irrigui, etc.).
 6. Identificazione delle aree irrigue attraverso l'utilizzo delle immagini satellitari a media e bassa risoluzione ed i modelli digitali del terreno (DTM). È prevista l'applicazione di algoritmi che partendo dalle informazioni del DTM derivano le caratteristiche morfometriche del terreno.
 7. Servizio *imaging on demand*, consistente nella possibilità di acquisire in tempo quasi reale immagini da satellite ad altissima e media risoluzione (0,70 – 10 metri), su richiesta da parte degli enti della Regione Toscana in particolari situazioni di necessità (es. calamità naturali).
 8. Spazializzazione dati meteorologici osservati e previsti (output dei modelli numerici operativi) e applicazione del modello di previsione rischio incendi boschivi disponibile ed accessibile mediante applicazione WEBGIS.
 9. Implementazione di procedure per la mappatura speditiva attraverso l'utilizzo di immagini digitali ed elaborazioni con tecniche di elaborazioni *machine learning*. In questo ambito si prevede l'utilizzo delle immagini della costellazione dei satelliti Sentinel 2 e, se rese disponibili, riprese digitali ad altissima risoluzione per una prima mappatura dell'uso e copertura del suolo. In pratica verranno realizzati archivi (cartografie tematiche) relativi a:
 1. Uso e copertura del suolo (con immagini Sentinel 1 - 2), con legenda semplificata, per utilizzi nell'indagine dei cambiamenti dell'uso del suolo;
 2. Studio preliminare sulla distribuzione degli Habitat e sulla distribuzione delle specie forestali sul territorio regionale;
 3. Classificazione delle aree forestali sulla base di determinate categorie forestali presenti;
 4. Monitoraggio della vegetazione naturale e i suoi "disturbi" (utilizzazioni forestali, incendi boschivi);
 5. Analisi della ripresa vegetativa delle aree colpite dal disturbo (incendi e utilizzazioni forestali);
 6. Individuazione dei cambiamenti di copertura sul territorio regionale attraverso elaborazioni semiautomatiche;
 7. Urban sprawling analisi connessi al consumo del suolo, monitoraggio delle trasformazioni urbanistiche così come definite dall'allegato A alla decisione di Giunta n 34 del 09/07/2018;
 8. Applicazioni di elaborazioni automatiche di *machine learning* (attraverso l'utilizzo di software specifici di analisi ad oggetti) e produzione di strati informativi relativi alle principali coperture dell'uso del suolo;
 9. Verifica delle potenzialità di applicazione sulla derivazione del DSM (modello digitale della superficie), a partire dai fotogrammi acquisiti da voli aerei presenti nell'archivio regionale.
 10. Individuazione delle aree allagate a seguito di eventi alluvionali ed esondazione di corsi e corpi idrici attraverso analisi di dati SENTINEL 1.
 11. Individuazione degli elementi ecologici lineari (siepi, filari di alberi, vegetazione ripariale minore)

attraverso tecniche di classificazione *Object-oriented* su dati spettrali (foto aeree, immagini satellitari) e LIDAR.

Proprio per la loro trasversalità tali strumenti sono funzionali a potenziali applicazioni di supporto del settore SIPT di Regione Toscana.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

36. Modellizzazione ed implementazione delle informazioni in archivio unico per la difesa del suolo, la protezione civile e il governo del territorio a supporto della formazione dei quadri conoscitivi per il Governo del Territorio e dell'Ambiente

Le attività svolte in ambito di difesa del suolo per l'amministrazione regionale si possono inquadrare come supporto tecnico e tematico per la soluzione di problematiche specifiche nel settore della geomatica e nell'elaborazione di specifici sistemi informativi.

In generale le attività riguardano l'acquisizione di dati e creazione di Banche Dati ex-novo, e attività di manutenzione di interfacce web e repository-geoportali sviluppati negli anni precedenti.

Manutenzione e aggiornamento archivi e interfacce web:

- Reticolo idrografico.
- Modello digitale del terreno (sulla base delle nuove acquisizioni lidar).
- Pericolo idraulico e pericolo idrogeologico.
- Manutenzione dell'applicativo WEB e del relativo DB degli "interventi".
- Manutenzione del DB delle "opere".
- Manutenzione e aggiornamento del DB Geomorfologico. Questa attività prevede l'utilizzo del DB Inventario IFFI nazionale e altri dati geomorfologici acquisiti da altri enti e settori regionali in modo da costituire un unico archivio informatizzato. Rientra in questa attività anche quella individuata al tavolo nazionale IFFI gestito da ISPRA sulle tematiche relative ai fenomeni franosi, per la quale il Consorzio LaMMA è coinvolto nell'aggiornamento del portale IdrGEO in qualità di "validatore" per la Regione Toscana. Gli aggiornamenti vengono effettuati utilizzando i dati del PAI del Distretto Appennino Settentrionale e acquisendo le segnalazioni di nuove frane ed "eventi" da validare in collaborazione con gli uffici del Genio Civile della Regione Toscana.
- Collaborazione con la Regione Toscana per l'adeguamento al Progetto PNRR GeosciencesIR di tute le banche dati di ambito geologico, pubblicate dalla Regione Toscana. Il progetto è volto alla realizzazione di una infrastruttura di ricerca per la Rete Italiana dei Servizi Geologici – RISG, rete di coordinamento tra ISPRA, Servizio Geologico d'Italia e i Servizi Geologici Regionali.
- Sorveglianza in aree a rischio, analisi del rischio, simulazioni tramite modelli previsionali.
- Monitoraggio radar satellitare delle deformazioni del terreno (manutenzione del servizio predisposto per la visualizzazione e scarico del dato). Nell'ambito di questa linea di attività verrà analizzata la possibilità di utilizzo dei dati interferometrici congiuntamente al DB Geomorfologico e all'inventario IFFI per la validazione delle informazioni sullo stato di attività dei fenomeni franosi e per la ridefinizione delle geometrie sulla base delle evidenze interferometriche. Supporto all'amministrazione regionale nell'attività di archiviazione e gestione delle pratiche relative al catasto degli invasivi regionali. Fase di aggiornamento del catasto regionale sulla base delle nuove coperture fotografiche. In questa fase non è prevista la digitalizzazione delle pratiche presenti negli archivi cartacei negli uffici del Genio Civile.
- Supporto all'amministrazione regionale nell'emissione dei pareri sugli impianti soggetti a rischio valanghe. Realizzazione delle cartografie tematiche CLPV (Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe) per la parte di lavoro riguardante le analisi morfometriche e la fotointerpretazione dei modelli 3D del territorio (elaborati a partire da fotogrammi AGEA) al fine di individuare le aree di possibile pericolo per la presenza di fenomeni valanghivi.
- Attività di acquisizioni immagini e fotogrammetria con voli di drone. Le relative missioni saranno pianificate on-demand con la Direzione Difesa del suolo e protezione civile, per esempio a seguito di particolari eventi meteo-idrologici.
- Aggiornamento e revisione PGR (Piano Gestione Rischio Alluvione) anni 2021-2027. In questa linea

di attività è previsto il supporto agli uffici regionali che seguono la tematica per lo studio delle strategie e metodologie per la successiva fase di revisione e aggiornamento operativo.

- Analisi della problematica di accesso ai portali web sviluppati con il sw MAPSTORE attraverso autenticazione con SPID o CNS.
- Manutenzione del sistema di rilevazione e gestione delle occupazioni del demanio idrico e dei prelievi, fornendo il supporto tecnico agli uffici del genio civile nelle fasi di inserimento dati.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

37. Conclusione della realizzazione della Carta Litotecnica Regionale (BD_Litec)

Verranno concluse le attività del progetto Carta Litotecnica e relativa Banca Dati (già realizzata per le province di Arezzo, Lucca, Massa Carrara, Pistoia, Firenze, Prato e Siena) completando le province di Grosseto, Livorno e Pisa per un'estensione totale di 8162 km².

Attività Straordinaria pluriennale: termine previsto 29/02/2024

38. Supporto allo sviluppo del sistema informativo per l'analisi e valutazione delle condizioni di rischio per lo sviluppo incendi boschivi (analisi contenuti e sviluppo informatico)

Supporto allo sviluppo di nuove componenti e funzionalità del sistema informativo per l'analisi e valutazione delle condizioni di rischio per lo sviluppo degli incendi boschivi. Questi aggiornamenti saranno resi disponibili nel geoportale del Consorzio con l'emissione di un bollettino di rischio la cui gestione, divulgazione e disponibilità a tutte le autorità e amministrazioni interessate è garantita dall'amministrazione regionale. Tutta l'attività è svolta in stretta connessione con gli uffici regionali dell'agricoltura e dell'Antincendio Boschivo di Regione Toscana (AIB).

Attività Straordinaria: attività pluriennale termine previsto 31/12/2024

39. Caratterizzazione e monitoraggio idromorfologico dei corpi idrici superficiali di interesse per la pianificazione regionale e distrettuale della Regione Toscana – progetto ACQUACENTRO.

Lo studio idromorfologico dei corpi idrici superficiali riveste un aspetto di fondamentale importanza per la gestione della risorsa idrica e la valutazione dello stato ecologico dei corpi idrici di cui alla direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE. L'importanza del monitoraggio idromorfologico è acclarata in letteratura, in quanto gli aspetti di carattere morfologico-sedimentario sono direttamente connessi con i principali processi fisici che controllano il sistema fluviale. Infatti, le caratteristiche idraulico-geometriche di un corso d'acqua in ogni punto (variabili dipendenti) sono frutto di una serie di variabili di controllo (o variabili indipendenti) connesse con il clima, con la geologia, l'uso del suolo e i caratteri fisiografici del bacino idrografico.

Tutti questi elementi, insieme, determinano il regime idrologico e sedimentologico del corso d'acqua. In aggiunta ai suddetti controlli naturali, è necessario considerare l'attività antropica che interferisce con i corpi idrici interessati sia agendo direttamente sulle sue caratteristiche morfologico-sedimentarie (es. interventi in alveo) sia indirettamente, modificando le variabili di controllo (es. modificazioni dell'uso del suolo). In pratica, lo scopo ultimo è quello di identificare le condizioni che determinano l'equilibrio naturale del sistema e valutare i condizionamenti apportati dall'uomo che spesso lo allontanano da tale stato di equilibrio.

I dati che saranno acquisiti contribuiranno a migliorare le conoscenze ai fini della pianificazione regionale e distrettuale ed aggiornare/verificare/rivedere i valori del DMV/Deflusso ecologico, tutti elementi essenziali ai fini della valutazione delle misure e delle strategie per la tutela ambientale dei corpi idrici e per l'utilizzo e la gestione sostenibile della risorsa idrica anche al fine di dare attuazione alle previsioni della Direttiva derivazioni e della Direttiva deflussi ecologici del distretto, adottate rispettivamente con delibere n. 3 e 4 del 14.12.2017 dalle Conferenza Istituzionale Permanente delle Autorità di Distretto, dell'Appennino Centrale e Settentrionale.

L'attività sarà oggetto degli accordi di collaborazione tra Regione Toscana, Autorità di Distretto dell'Appennino Centrale e LaMMA nell'ambito, ed a valere, sui fondi del Piano Operativo Ambiente FSC 2014-2020 e delle convenzioni che il MiTE ha stipulato con le Autorità di Distretto.

Attività Straordinaria pluriennale: termine previsto 31/12/2025

40. Realizzazione del progetto SINTETIC (progetto europeo H2020).

Il progetto prevede lo studio e la progettazione della banca dati per il tracciamento della filiera legno.

Il consorzio LaMMA dovrà occuparsi della progettazione del GeoDB (WP1 Leader), facendo uno studio dei requisiti utente sulla base dei dati presenti e raccolti dai vari partner di progetto. Successivamente (WP3) collaborerà alla implementazione fisica dell'infrastruttura dati e allo sviluppare i moduli di accessibilità e gestione del GeoDB tramite algoritmi, API e servizi WEB dedicati. Elemento caratterizzante del progetto è la tracciabilità e connessione delle diverse fasi, aspetto questo che verrà garantito, all'interno del GeoDB, tramite l'adozione di UUID (Universally Unique IDentifiers) e della strutturazione in chiave genealogica degli stessi.

Attività straordinaria pluriennale: termine previsto 31/05/2027

41. Realizzazione della Carta Forestale (DB Foreste).

Il database foreste della Regione Toscana sarà realizzato su base cartografica in scala 1:10.000, in formato poligonale. Ogni poligono rappresenterà un'area boscata, identificata per caratteri omogenei delle stesse, definite in modo completo nelle specifiche tecniche predisposte per la realizzazione della banca dati.

La fase cruciale nelle specifiche del DB prevede la rimodulazione delle banche dati pregresse regionali in conformità a quelle sviluppate dal CREA per il corrispondente DB forestale nazionale, di cui la Regione Toscana costituisce la copertura federata.

I poligoni del DB forestale saranno derivati dalla DB "Uso e Copertura del Suolo" risultandone quindi un approfondimento in termini di attributi associati relativamente ai poligoni dei boschi, in modo da mantenere coerente, dal punto di vista geometrico, il suddetto DB.

Il livello di approfondimento dei singoli poligoni, già individuati come bosco dalla legenda Corine Land Cover (Uso e copertura del suolo di RT), si riferirà alla nomenclatura adottata per le tipologie forestali che hanno sviluppo gerarchico su 3 livelli, così come individuate dagli studi di Del Favero.

L'iniziale approfondimento tematico riguarderà la realizzazione di un primo livello delle unità tipologiche chiamate "Categorie" e "Sottocategorie" come unità di vegetazione classificate in modo puramente fisionomico (leccete, sugherete, faggete, etc.).

Il DB sarà realizzato per fotointerpretazione a video con strumenti GIS, con l'ausilio di ulteriori dataset ancillari disponibili (CHM derivato da Lidar, Carta Natura 2000 etc.), così come verrà dettagliato nelle relative specifiche tecniche.

Attività straordinaria: termine previsto 31/12/2024

42. Rilevazione delle occupazioni del demanio idrico e dei prelievi di risorsa idrica (DRZ difesa del suolo)

Il lavoro previsto risulta una continuazione delle attività già avviate con la Direzione difesa del suolo, e prevede un continuo confronto per l'individuazione delle attività da svolgere per completare il DB con i relativi dati di occupazione suolo nel demanio idrico.

Le attività saranno incentrate principalmente sul supporto tecnico e operativo per la raccolta dati da diverse fonti (dati storici, archivi, banche dati disponibili) e della relativa gestione dei flussi operativi e dell'archiviazione dei dati digitali.

Attività Straordinaria annuale: termine previsto 31/12/2024

43. Aggiornamento della DB Uso e copertura del suolo

E' previsto l'aggiornamento periodico della DB Carta di copertura e uso del suolo in scala 1:10.000, ma è in attesa di formalizzazione presso la DRZ URBANISTICA del decreto e dei tempi richiesti per il suo aggiornamento.

L'aggiornamento prevede l'utilizzo delle nuove acquisizione digitali aeree (ortofoto) e consiste nel consueto riconoscimento dei cambiamenti sulle foto aeree analizzando il passaggio attuale con quello precedente.

Primo archivio prodotto consiste quindi nel DB dei cambiamenti che è costituito solo da poligoni che indicano l'area del possibile aggiornamento.

Segue una seconda fase di fotointerpretazione e editing del DBUCS2019 dove vengono modificati opportunamente i poligoni che si trovano nelle aree di cambiamento.

Il database DBUCS aggiornato sarà realizzato su base cartografica in scala 1:10.000 in formato poligonale. Ogni poligono rappresenterà un'area omogenea che presenta determinate caratteristiche definite in modo completo nelle specifiche tecniche predisposte da RT per la realizzazione del DB.

La prima fase del lavoro consiste in una analisi automatica dei cambiamenti su immagini digitali che permette una differenziazione dei pixel mutati.

Segue una fotointerpretazione a video dei cambiamenti, al fine di correggere eventuali errori o cambiamenti falsi dovuti ad esempio a non perfetta sovrapposizione delle immagini ed effetti legati alle ombre.

Utilizzando lo strato informativo realizzato (cambiamenti 2019-2022), verranno foto-interpretati ed editati a video i poligoni che risultano effettivamente cambiati nel tempo.

È prevista la partecipazione all'Accordo Quadro, non oneroso, per l'Ecosistema Informativo Regionale Integrato per il Governo del Territorio.

Attività Straordinaria in corso di definizione

44. Servizio realizzazione sistema WEBGIS e monitoraggio erosione dei suoli

L'attività di servizio al Consorzio di Bonifica 3 si articola in due attività ben distinte. La prima è la prosecuzione delle attività di implementazione, sviluppo e manutenzione dell'infrastruttura di dati spaziali sviluppata negli anni precedenti per il biennio 2023-2024.

La seconda attività riguarda il servizio di analisi territoriale e studio integrato sull'erosione del suolo in ambito fluviale per il periodo 2023-2025.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2025

Divisione Tecnica e Funzionale

Le attività che rientrano in questo ambito operativo racchiudono tutta la componente di gestione e di programmazione dell'Ente. Nei costi sono compresi i compensi previsti per gli organi del Consorzio, le imposte e i servizi generali e gli ammortamenti. Nel seguito il dettaglio delle attività.

Le attività riportate, pur avendo un carattere estremamente ordinario sono spesso supportate economicamente dai progetti esterni, in particolare nazionali ed internazionali, che prevedono nei budget voci di spesa specifiche per le spese generali e di amministrazione.

45. Coordinamento e Programmazione, Servizi generali e anticorruzione

Questa attività prevede la gestione generale dell'Ente, è quindi previsto un forte raccordo con l'Amministratore Unico nelle attività legate alla predisposizione dei documenti programmatici, quali, tra gli altri, il presente PDA e il PIAO (Piano Integrato di Attività e Organizzazione) con le relative formalizzazioni e adempimenti. È altrettanto importante il forte raccordo con i referenti scientifici delle varie Divisioni soprattutto nelle attività di programmazione e predisposizione delle proposte progettuali nazionali ed internazionali.

Sono curati i rapporti con i soci, in particolare con gli uffici di riferimento della Direzione Difesa del Suolo della Regione Toscana, con i vari Istituti del CNR che collaborano con il LaMMA e con la sede centrale del CNR a Roma. In quest'ambito è inquadrato il supporto all'Amministratore Unico nella partecipazione alle Assemblee dei Soci. Allo stesso modo è in seno a questa attività il coordinamento dei rapporti con i fornitori, con i vari partner dei progetti e, in generale con Enti e Istituzioni che operano e collaborano con il Consorzio.

Inoltre, è qui inclusa la supervisione delle ulteriori attività relative all'amministrazione del LaMMA (sicurezza, privacy, etc.) e la responsabilità degli adempimenti previsti in materia di anticorruzione.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

46. Servizi di segreteria, amministrazione e contabilità

Questa attività riguarda i servizi di segreteria del Consorzio, la gestione del protocollo e la gestione delle presenze dei dipendenti nei rapporti con il consulente del lavoro.

Sono incluse in questa attività la gestione e l'aggiornamento continuo della contabilità, la gestione della cassa e dei pagamenti mediante la predisposizione dei mandati di pagamento.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

47. Monitoraggio finanziario e rendicontazioni, predisposizione bilanci

Questa attività, oltre ad una supervisione delle attività legate alla contabilità, prevede la predisposizione dei bilanci, consuntivo e di previsione.

Viene garantito il costante monitoraggio finanziario sia delle spese ordinarie che delle risorse straordinarie. La gestione dei fondi e dei cespiti.

Nel caso siano attivi progetti esterni, oltre al monitoraggio finanziario, vengono predisposte le rendicontazioni delle spese secondo i requisiti previsti dai vari programmi di finanziamento.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

48. Affari giuridici, atti amministrativi, contratti e appalti

In questa attività vengono predisposti i decreti del Consorzio, le convenzioni e i contratti con altri Enti pubblici e con i fornitori.

Vengono predisposti i documenti di gara, per le varie tipologie di gara e per le diverse piattaforme di acquisto online. Il LaMMA utilizza per l'acquisizione di beni e servizi sia il sistema START della Regione Toscana che il MEPA tramite l'adesione alle convenzioni CONSIP o tramite acquisti diretti e RDO.

È garantita la predisposizione di tutte le azioni necessarie per rispettare la normativa legata alla Trasparenza degli Enti Pubblici.

Anche per questa attività, nel caso di progetti esterni, deve essere rispettato lo svolgimento di gare e contratti secondo quanto previsto dai vari programmi di finanziamento.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

49. Gestione dell'infrastruttura informatica dell'Ente, aggiornamento e manutenzione del Centro Elaborazioni Dati in termini Hardware e Software, gestione facilities dell'Ente

Gestione, aggiornamento e manutenzione del Centro Elaborazioni Dati in termini Hardware e Software, gestione della rete dati in accordo con l'amministrazione regionale, supporto ai vari settori nella gestione delle catene modellistiche operative e di ricerca, gestione dei DB meteorologici. Definizione delle architetture di sistema informatico più opportune nell'esposizione dei dati (opendata) e dei servizi verso l'esterno, secondo una specifica Data Policy del Consorzio, definizione delle licenze d'uso relative, secondo un costituendo data management plan, per la manutenzione e gli aggiornamenti necessari.

In raccordo con la componente più amministrativa vengono redatti i capitolati tecnici relativi agli acquisti e alle gare necessarie per i contratti di manutenzione e aggiornamenti dell'intero sistema CED.

Nel corso del 2024 è previsto l'avvio della migrazione del CED verso TIX, acquisizione in cloud di potenza di calcolo e gestione dello cyberspazio in conformità alle disposizioni della ACN (Autorità nazionale per la cybersicurezza).

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024

50. Attività di comunicazione istituzionale dell'Ente (Sito web, comunicati stampa, social media, app mobile)

Gestione e aggiornamento dei contenuti del sito web, realizzazione delle news e dei comunicati stampa del Consorzio, organizzazione delle visite al Consorzio LaMMA e supporto nell'organizzazione degli eventi di comunicazioni (seminari, workshop, congressi) che il Consorzio realizza principalmente nell'ambito dei progetti nazionali ed internazionali.

Il LaMMA può vantare una forte relazione con la collettività toscana, che si è costruita nel tempo in particolare grazie ai servizi di previsione meteorologica, distribuiti al pubblico sia sui media tradizionali che sul web. Un sito internet che conta quasi 20 milioni di utenti l'anno, costituisce oggi uno straordinario valore in termini di fiducia e radicamento sul territorio (nonché potenzialmente economico), che necessita di essere sostenuto con un impegno in comunicazione che sia organizzato e stabile. Per questo vengono operate:

- Attività online:
 - *content management* del sito istituzionale www.lamma.toscana.it;
 - programmazione editoriale e *web writing*;
 - sviluppo di nuovi contenuti e prodotti per il web;
 - mantenimento e animazione dei canali *social network* (attraverso la pagina istituzionale Facebook e il canale Twitter meteo) specificatamente attivati per fornire informazioni brevi agli utenti anche su piattaforme mobili;

- Attività sul territorio con prodotti ed eventi:
 - organizzazione della partecipazione del LaMMA agli eventi, mostre e festival in cui è chiamato a presenziare, anche su invito della stessa Regione Toscana;
 - organizzazione di eventi e convegni scientifici nazionali nei principali settori di ricerca in cui opera il Consorzio;
 - produzione di materiali di comunicazione istituzionale, sia dell'ente che dei settori di attività;
 - produzione di pannelli e presentazioni;
- Divulgazione scientifica e didattica verso le scuole:
 - organizzazione di visite didattiche e seminari per le scuole della Toscana, sui temi della meteorologia, climatologia, ciclo dell'acqua e del carbonio e sostenibilità energetica;
 - ideazione e redazione di materiali e pubblicazioni di supporto per gli insegnanti e il pubblico appassionato di queste tematiche.

La diffusione delle piattaforme cellulari mobili di ultima generazione, ha fatto sì che una parte (già grande e in rapidissima crescita) dei contenuti informativi passi attraverso tali mezzi, attraverso specifiche applicazioni web. Non essendo più rimandabile l'accesso a tali mezzi per la diffusione delle informazioni più ricercate prodotte dal Consorzio, è prevista un'attività di sviluppo di applicativi di base per la comunicazione dei contenuti di maggiore (attuale o potenziale) interesse.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2024