



PIANO DELLE ATTIVITÀ 2026 E TRIENNALE 2026-2028

PROGRAMMAZIONE E LINEE DI INTERVENTO

Giugno 2026

INDICE

Premessa	5
Introduzione al Piano 2026-2028	5
L'innovazione scientifica a supporto dei servizi operativi	8
Quadro generale delle attività	10
SERVIZI OPERATIVI E SUPPORTO ALLA PROTEZIONE CIVILE	16
1. Servizio meteorologico operativo e supporto del sistema di Protezione Civile regionale ai sensi della DGRT 1526/2025	16
2. Attività correlate al servizio meteo: gestione tecnica e manutenzione ordinaria della Catena Operativa dei modelli atmosferici e di moto ondoso e loro visualizzazione grafica, reportistica e attività varie	17
3. Antincendio boschivo	19
4. Supporto alla Comunicazione di Protezione Civile regionale nell'ambito dell'allertamento meteo	19
5. Realizzazione supporto Servizio Meteo Regione Umbria	20
6. Servizio di previsione agro-meteorologica a supporto del servizio fitosanitario regionale	21
Servizi Conto Terzi	22
7. Servizio di previsione meteo per la Società Autostrade relativamente alle tratte toscane per la stagione invernale	22
8. Servizio di previsione di parametri astroclimatici per ESO	22
9. Fornitura dati meteo marini a Fincosit srl - Genova	22
10. Fornitura dati meteo marini a B13 Scarl	22
11. Servizio di fornitura dati meteo-marini a supporto delle operazioni del rigassificatore nel porto di Piombino	23
12. Servizio realizzazione sistema WEBGIS per Consorzio Bonifica 3	23
13. Realizzazione del sistema di modellistica biogeochimica a scala nazionale alla risoluzione di 500 m	23
14. Servizio di fornitura dati meteo-marini a supporto delle operazioni del rigassificatore al largo di Livorno – OLT	23
15. Servizio di previsioni meteo personalizzato per Eli-Lilly	23
16. Servizio di realizzazione e gestione operativa di un Bollettino di Analisi Meteo Antincendi Boschivi per la Regione Lazio	23
17. Fornitura dati da archivio meteo	24
ATTIVITÀ ORDINARIE DI CONDIVISIONE DEL DATA SPACE DEL LAMMA E TRASVERSALI A TUTTE LE AREE TEMATICHE	25
18. Intelligenza artificiale	25
19. Digital Twin	26
ATMOSFERA E CLIMA	27
20. Sviluppo e gestione del sistema di osservazione atmosferica costituito da radar, stazioni a terra, GNSS-meteo e sperimentazione nuove tecnologie	27
21. Cambiamenti climatici: previsioni stagionali, teleconnessioni e proiezioni climatiche locali	28
22. Sviluppo e applicazioni della modellistica per la qualità dell'aria di supporto al Piano regionale della qualità dell'aria: previsione inquinanti, archivio meteo	29

23. Sviluppo ed applicazioni avanzate nella modellistica atmosferica ad aria limitata attraverso anche l'utilizzo di tecniche di Intelligenza artificiale e machine learning	31
Progetti e attività straordinarie	32
24. Realizzazione progetto Worklimate 3.0	32
25. Realizzazione progetto EU-Proterina-4	32
26. Supporto realizzazione progetto REG4AI-TER	33
27. Accordo Collaborazione Agenzia ItaliaMeteo	33
OCEANOGRAFIA E COSTA	34
28. Servizio oceanografico operativo, sviluppo e gestione del sistema di osservazione marina (onde e circolazione) a scala di bacino e regionale	34
29. Sviluppo di prodotti di osservazione e previsione oceanografica di supporto alla protezione civile e alla sicurezza in mare	37
30. Studi e applicazioni avanzate per il monitoraggio e la governance della qualità dell'ambiente marino, dalla scala regionale a quella litoranea	37
31. Produzione di dati meteo-oceanografici, anche su richiesta, per il sostegno alla Blue Growth	38
32. Sviluppo e applicazioni di metodi e modelli per la caratterizzazione del rischio costiero e di previsione morfodinamica a lungo termine.	39
Progetti e attività straordinarie	40
33. Realizzazione attività progetto AMIS	40
34. Realizzazione attività progetto AMMIRARE	40
35. Realizzazione attività progetto SEASTEMAR	41
36. Realizzazione progetto JASON	41
GEOMATICA E TERRITORIO	42
37. 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.	42
38. Servizi di supporto, verifica e manutenzione di base degli archivi di Regione Toscana (SIPT Sistema Informativo e Pianificazione del Territorio)	43
39. 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	44
40. 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	46
41. DNSH and climate proofing	47
Progetti e attività straordinarie	47
42. 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)	47
43. Realizzazione attività progetto SINTETIC	48
44. Realizzazione della Carta Forestale (DB Foreste)	48
45. Aggiornamento della DB Uso e copertura del suolo	48
46. Piattaforma unica per la gestione dei procedimenti di formazione degli atti di governo del territorio (art.55ter LR 65/2014)	49

47.	Carta Pedologica	49
48.	Realizzazione Attività Progetto MEDSTAR-2	50
49.	Sviluppo di un sistema integrato a supporto delle istanze di VINCA comprensivo di uno studio degli effetti climatici su habitat ricompresi nelle aree naturali protette	50
50.	Realizzazione attività progetto SOLIDUS	50
51.	Carta uso e coperture del suolo edizione 2026	51
52.	Grafo unico e coevo su tutta la Toscana del reticolo idrografico	51
53.	Accordo di collaborazione Provincia di Grosseto	51
AMMINISTRAZIONE E IT		53
54.	Coordinamento e Programmazione, Servizi generali e anticorruzione	53
55.	Servizi di segreteria, amministrazione e contabilità	53
56.	Monitoraggio finanziario e rendicontazioni, predisposizione bilanci	53
57.	Affari giuridici, atti amministrativi, contratti e appalti	53
58.	Gestione dell'infrastruttura informatica dell'Ente, aggiornamento e manutenzione del Centro Elaborazioni Dati in termini Hardware e Software, gestione facilities dell'Ente	54
59.	Attività di comunicazione istituzionale dell'Ente (Sito web, comunicati stampa, social media, app mobile)	54
MODIFICHE GIUGNO 2026		55
60.	Perfezionamento della ricognizione delle aree tutelate per legge di cui all'art.142 del D.Lgs.42/2004 finalizzato all'aggiornamento del quadro conoscitivo del PIT-PPR	55
61.	Sistema informativo regionale della costa	55
62.	Supporto alle attività di sviluppo modellistico per la qualità dell'aria utili al recepimento della direttiva europea 2024/2881	56
63.	Supporto alla realizzazione del progetto europeo VAGUE	56

Premessa

Il presente documento costituisce il Piano Delle Attività (PDA) relativo al 2026 e triennale 2026-2028, 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 1779 del 30/12/2025.

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 €**.

Ai contributi dei soci del Consorzio, a partire dall'esercizio 2024, si aggiunge un contributo previsto dall'art. 1, comma 308 della legge 30 dicembre 2023 n. 213, attuato con DPCM del 25 giugno 2024, di € 110.400, destinato alla promozione dello sviluppo professionale di ricercatori e tecnologi e alla valorizzazione professionale del personale tecnico-amministrativo.

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 per un importo previsto pari a 1.293.170,00 €. I fondi ordinari rimanenti, pari a 1.826.830,00 €, sono assegnati alle varie aree tematiche del Consorzio.

Le risorse straordinarie, comprensive di tutte le quote di ammortamento dei contributi in conto capitale, escluse le risorse del MUR (e i rimborsi per il personale in comando), ammontano a **2.027.790 €**.

Le attività ed i servizi svolti negli ultimi anni hanno visto l'affermarsi di temi che, sempre all'interno dei settori di competenza del Consorzio LaMMA, come evidenziato dalla L.R. 87/2016, vengono ad assumere maggiore peso e maggiore evidenza, fra questi:

- il tema **oceanografia**, uno dei campi di attività operativa di ricerca e di cooperazione più importanti. Oltre ad essere servizio operativo meteo-ocenografico, il LaMMA è attivo in molti progetti internazionali, garantendo un continuo sviluppo degli studi sulle caratteristiche fisiche e biogeochimiche dell'ambiente marino;
- il tema della **partecipazione e dello sviluppo di progetti Europei** che assume sempre maggiore importanza in quanto rappresenta uno strumento fondamentale per sostenere attività di ricerca applicata e di sperimentazione di nuovi strumenti e tecnologie. Tali attività sono finalizzate principalmente allo sviluppo e al potenziamento dei servizi favorendo l'introduzione di soluzioni tecnologiche innovative e il trasferimento dei risultati della ricerca verso applicazioni operative per mantenere il Consorzio al passo con i più recenti sviluppi scientifici e tecnologici nei settori di competenza, garantendo al contempo un ritorno in termini di risorse economiche, competenze e capacità di innovazione, a fronte di un maggiore impegno delle risorse interne;
- il tema della **comunicazione**, il rapporto con i sistemi d'informazione che si deve adeguare alle 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 2026-2028

Il Piano delle Attività 2026 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 2026-2028 e con la delibera degli indirizzi DGRT 1779 del 30/12/2025.

In particolare, le risorse che costituiscono il fondo ordinario risultano per il 2025 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 2026 è strutturato per garantire e acquisire una crescente specializzazione nei campi indicati come priorità nella delibera degli indirizzi:

1. **Meteorologia e previsioni meteo:** che comprende l'esigenza di mantenere allo stato dell'arte della ricerca il servizio meteo operativo facente parte integrante del Centro Funzionale Regionale a supporto della Protezione Civile. Questa funzione è stata ulteriormente consolidata nel 2025 con l'approvazione della Delibera di Giunta Regionale 1526 del 20/10/2025, in sostituzione della delibera 395 del 07/04/2015, che definisce i dettagli della riorganizzazione del sistema di protezione civile e di allertamento, consolidando il ruolo del Consorzio LaMMA quale "Servizio Funzionale Meteo";
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. Questa competenza è stata riconosciuta istituzionalmente identificando il LaMMA quale primo servizio meteo-oceanografico regionale 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 cambiamenti climatici incidono infatti direttamente su vari settori, dalla difesa del suolo all'agricoltura, allo sviluppo economico alla biodiversità, alla risorsa idrica, alla difesa della costa. Fondamentale è l'identificazione dei segnali di cambiamento climatico, la loro valutazione qualitativa, il loro impatto nei vari ambiti applicativi, 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;
4. **Geomatica e gestione dati territoriali:** 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 ad esempio delle previsioni meteo, da confrontare con realtà simili in Italia e all'estero. Il controllo e monitoraggio consente di individuare, tramite opportuni indicatori 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 2026 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 2026.

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. 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 2026;
- 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 2026;
 - risorse 2026, derivanti cioè da risorse relative all'anno in corso. In questo caso nel dettaglio economico è prevista un'ulteriore distinzione in quanto le risorse 2026 possono derivare da progetti pluriennali e da progetti che iniziano nel 2026.

PDA 2026 e triennale 2026-2028

In particolare, la Tabella 1 e il bilancio di previsione 2026 riportano:

• RISORSE ORDINARIE 2026	3.120.000 €
• RISORSE MUR	110.400 €
• RISORSE STRAORDINARIE 2026	670.939 €
◦ di cui 140.000 € per nuovi progetti da Regione Toscana (attività 6-42-51-52)	
◦ di cui 159.699 € per nuovi progetti da altri soggetti (Attività 24-50-53)	
◦ di cui 253.640 € per attività commerciale (Attività dalla 7 alla 17)	
◦ di cui 117.600 € per nuove attività di Regione Toscana (modifiche giugno 2026 Attività dalla 60 alla 62)	
• RISORSE RESIDUE DA ANNI PRECEDENTI e PLURIENNALI	1.072.422 €
• RISORSE AMMORTAMENTI	284.429 €
TOTALE IN BILANCIO:	5.258.190 €*

A cui vanno aggiunti 7.000 € di rimborsi per personale in comando

Le risorse del budget di previsione per l'anno 2027:

• RISORSE ORDINARIE 2027	3.120.000 €
• RISORSE MUR	110.400 €
• RISORSE RESIDUE DA ANNI PRECEDENTI e PLURIENNALI	824.730 €
• RISORSE AMMORTAMENTI	264.861 €
TOTALE IN BILANCIO:	4.319.991 €

Le risorse del budget di previsione per l'anno 2028:

• RISORSE ORDINARIE 2028	3.120.000 €
• RISORSE MUR	110.400 €
• RISORSE RESIDUE DA ANNI PRECEDENTI e PLURIENNALI	189.990 €
• RISORSE AMMORTAMENTI	183.860 €
TOTALE IN BILANCIO:	3.604.250 €

L'innovazione scientifica a supporto dei servizi operativi

Il Consorzio LaMMA, rappresenta un riferimento regionale e nazionale per la previsione, il monitoraggio e la comunicazione del rischio ambientale e climatico.

Questa caratteristica deriva dalla natura del Consorzio LaMMA, in quanto costituisce un ponte istituzionale tra Regione Toscana e CNR, un luogo dove si trasforma efficacemente la ricerca avanzata in servizi operativi a beneficio della collettività. Col DPR n.186 del 15 ottobre 2020, è stato formalmente riconosciuto quale Ente Meteo costituendo un nodo del sistema nazionale connesso all'Agenzia ItaliaMeteo, con una consolidata specificità di competenza sulle aree marino-costiere e sulla modellistica oceanografica del Tirreno e del Mediterraneo occidentale.

In questo ambito il LaMMA può valorizzare in particolare le proprie capacità osservative per l'acquisizione di nuovi dati ad elevata accuratezza fondamentali per tutte le attività di modellistica integrata, comprese le più recenti applicazioni di data assimilation di misure innovative e non convenzionali (es. GNSS-meteo da nave, radar-HF costieri).

Il LaMMA è inoltre un laboratorio territoriale in cui valorizzare le competenze di modellazione di infrastrutture di dati interoperabili sia per la strutturazione di database e servizi WEB specifici sia nell'architettura dei sistemi per implementare e sperimentare strumenti digitali e modelli integrati che – dall'intelligenza artificiale ai gemelli digitali – in quanto interoperabili, possano essere riusabili e scalabili a livello nazionale ed europeo.

Il futuro del LaMMA passa proprio attraverso lo sviluppo di gemelli digitali di sistemi territoriali e matrici ambientali (terra, atmosfera, mare), capaci di integrare modellistica avanzata, le osservazioni e intelligenza artificiale. Questi strumenti permettono di offrire servizi di alta qualità, replicabili e scalabili, e di rispondere alle sfide poste dal cambiamento climatico con soluzioni innovative, praticabili ed efficaci.

È in questa prospettiva che il Consorzio rafforza il suo ruolo di piattaforma di raccordo tra ricerca, istituzioni e società e può sviluppare la sua specificità di hub per la costa, capace di integrare conoscenze ambientali e climatiche con le politiche di sviluppo e uso del territorio, offrendo un contributo concreto alla resilienza delle comunità e alla sostenibilità del Paese con un'attenzione particolare alla resilienza climatica e allo sviluppo sostenibile delle aree costiere.

In questo senso 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, raccordando le 3 aree tematiche relative a Atmosfera e clima, Oceanografia e costa, Geomatica e territorio, in unico "Digital Data Space" come ecosistema digitale interoperabile, luogo comune di applicazione dell'Artificial Intelligence e dei Digital Twin

Più nel dettaglio:

Atmosfera e clima, che include i sistemi di osservazione e la modellistica meteorologica a scale diverse sia a supporto del servizio meteo operativo sia 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.). Inoltre esplora e sperimenta nuove tecnologie per l'osservazione dei fenomeni fino allo sviluppo delle tecniche di Intelligenza artificiale e machine learning nei diversi campi del settore di competenza

Oceanografia e costa, 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. Attività che impattano su vari settori produttivi: dal trasporto marittimo alla pesca, alla tutela della costa al turismo, oltre che sullo studio delle problematiche ambientali e non ultimo sulle emergenze gestite dalla Protezione Civile e dalla Guardia Costiera.

Geomatica e territorio, 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. Elemento fondante del LaMMA di quest'area è l'approccio interdisciplinare che integra dati atmosferici, modelli marini, oceanografici, idrologici e idraulici per implementare e sperimentare modelli integrati quali le rappresentazioni virtuali del territorio (*digital twin*). Lo sviluppo di questi strumenti consente di simulare scenari di impatto, pianificare interventi di adattamento e fornire avvisi in tempo reale. Inoltre 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.

Per supportare le attività delle 3 aree tematiche Il LaMMA ha investito nella divulgazione scientifica e nella comunicazione attraverso i diversi canali mediatici per costruire una cultura condivisa del rischio, incrementare la qualità dei servizi svolti valorizzando anche le attività dei due soci Regione Toscana e CNR. In questo ambito rientrano 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 dotati di specifiche risorse economiche, l'organizzazione di eventi di divulgazione scientifica.

L'organizzazione e la responsabilità dei servizi operativi sviluppati nelle tre aree tematiche rimangono in capo all'Amministratore Unico, vista la potenziale responsabilità verso terzi insiti nel loro svolgimento. L'Amministratore Unico per la gestione delle attività è supportato dal Tavolo di Coordinamento costituito con il decreto 37 del 23 aprile 2025 modificato col decreto 80 del 5 settembre 2025.

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 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.

Quadro generale delle attività

La Tabella 1 riassume le attività istituzionali del Consorzio per il 2026. 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.

PDA 2026 e triennale 2026-2028

	S/R	Attività	Ord	COSTO € 2026-2028	S [Comm.]	COSTO € 2026	COSTO € 2027	COSTO € 2028
		SERVIZI OPERATIVI E SUPPORTO PROTEZIONE CIVILE						
1.	S	Servizio meteorologico operativo e supporto del sistema di Protezione Civile regionale ai sensi della DGRT 1526/2025	X	485.000				
2.	S	Attività correlate al servizio meteo: gestione tecnica e manutenzione ordinaria della Catena Operativa dei modelli atmosferici e di moto ondoso e loro visualizzazione grafica, reportistica	X					
3.	S	Antincendio Boschivo	X					
4.	S	Supporto alla comunicazione di protezione civile regionale	X					
5.	S	Realizzazione Supporto Servizio Meteo Operativo alla Regione Umbria			DRT 14060-25	40.000		
6.	S	Servizio di previsione agro-meteorologica a supporto del servizio fitosanitario regionale			DRT 5566-25	5.000	16.000	
		SERVIZI CONTO TERZI						
7.	S	Servizio di previsione meteo per la Società Autostrade relativamente alle tratte toscane per la stagione invernale			CT Autostrade spa	41.000	41.000	
8.	S	Servizio di previsione di parametri astroclimatici per ESO			C.T. INAF-ESO	17.145		
9.	S	Fornitura dati meteo-marini a FINCOSIT SPA Genova			C.T. Fincosit spa	9.000		
10.	S	Fornitura dati meteo marini a B13 Scarl			C.T. B13 Scarl	800		
11.	S	Servizio di fornitura dati meteo-marini a supporto delle operazioni del rigassificatore nel porto di Piombino			CT SNAM	10.800		
12.	S	Servizio realizzazione sistema WEBGIS per Consorzio Bonifica 3			CT Consorzio Bonifica 3	12.295		
13.	S	Realizzazione del sistema di modellistica biogeochimica a scala nazionale alla risoluzione di 500 m			C.T. OGS	111.700		
14.	S	Servizio di fornitura dati meteo-marini a supporto delle operazioni del rigassificatore OLT			CT OLT	22.800	21.600	21.600
15.	S	Servizio di previsioni meteo personalizzato per Eli-Lilly			CT Eli-Lilly	5.100		
16.	S	Lazio antincendio boschivo			CT Regione Lazio	20.000		
17.	S	Forniture di dati da archivio meteo			CT vari	3.000		

		ATTIVITA' ORDINARIE DI CONDIVISIONE DEL DATA SPACE DEL LAMMA E TRASVERSALI A TUTTE LE AREE TEMATICHE						
18.		Intelligenza Artificiale	X					
19.		Digital Twin	X					
		ATMOSFERA E CLIMA						
20.	S	Sviluppo e gestione del sistema di osservazione atmosferica costituito da radar, stazioni a terra, GNSS-meteo e sperimentazione nuove tecnologie	X					
21.	R	Cambiamenti climatici, previsioni stagionali, teleconnessioni e proiezioni climatiche locali	X					
22.	S/R	Sviluppo e applicazioni della modellistica per la qualità dell'aria supporto al Piano regionale della qualità dell'aria: previsione inquinanti, archivio meteo	X	400.000				
23.	R	Sviluppo ed applicazioni avanzate nella modellistica atmosferica ad aria limitata attraverso anche l'utilizzo di tecniche di Intelligenza artificiale e machine learning	X					
		PROGETTI E ATTIVITA' STRAORDINARIE						
24.	R	Realizzazione del progetto WORKCLIMATE 3.0			INAIL	10.000	35.000	5.000
25.	R	Realizzazione progetto EU-Proterina-4			POM	79.100	60.500	
26.	S	Supporto realizzazione progetto REG4AI-TER			DRT 26531-25	72.484		
27.	R	Accordo collaborazione Agenzia ItaliaMeteo			Agenzia ItaliaMeteo	113.270	80.000	14.000
		OCEANOGRAFIA E COSTA						
28.	S	Servizio oceanografico operativo, sviluppo e gestione del sistema di osservazione marina (onde e circolazione) a scala di bacino e regionale	X					
29.	R	Sviluppo di prodotti di osservazione e previsione oceanografica di supporto alla protezione civile e alla sicurezza in mare	X	300.000				
30.	R	Studi e applicazioni avanzate per il monitoraggio e la governance della qualità dell'ambiente marino, dalla scala regionale a quella litoranea	X					

PDA 2026 e triennale 2026-2028

31.	S	Produzione di dati meteo-oceanografici, anche su richiesta, per il sostegno alla Blue Growth	X					
32.	R	Sviluppo e applicazioni di metodi e modelli per la caratterizzazione del rischio costiero e di previsione morfodinamica a lungo termine	X					
		PROGETTI E ATTIVITA' STRAORDINARIE						
33.	R	Realizzazione attività progetto AMIS			POM	212.290		
34.	R	Realizzazione attività progetto AMMIRARE			POM	51.000	58.630	
35.	R	Realizzazione attività progetto SeaSTEmar			POM	100.000	50.800	
36.	R	Realizzazione attività progetto JASON			POM	70.000	80.000	70.000
		GEOMATICA E TERRITORIO						
37.	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	650.000				
38.	S	Servizi di supporto, verifica e manutenzione di base degli archivi di Regione Toscana (SIPT Sistema Informativo e Pianificazione del Territorio)	X					
39.	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					
40.	S	Modellazione 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	X					
41.	S	DNSH and climate proofing	✗					
		PROGETTI E ATTIVITA' STRAORDINARIA						
42.	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		
43.	R	Realizzazione attività progetto SINTETIC			HE	90.500	133.400	

PDA 2026 e triennale 2026-2028

44.	S	Realizzazione della Carta Forestale (DB Foreste).			DRT 11954-23 (cap. 53387)	9.928		
45.	S	Aggiornamento della DB Uso e copertura del suolo			DRT 24259/24	100.000		
46.	S	Piattaforma unica per la gestione dei procedimenti di formazione degli atti di governo del territorio (art.55ter LR 65/2014)			DRT 10605-25	13.850	20.000	
47.	S	Carta Pedologica			DRT 10605-25	30.000		
48.	R	Realizzazione attività progetto MEDSTAR 2			POM	30.000	30.000	14.390
49.	S	Sviluppo di un sistema integrato a supporto delle istanze di VINCA comprensivo di uno studio degli effetti climatici su habitat ricompresi nelle aree naturali protette			DRT 23951-25	60.000	20.000	
50.	R	Realizzazione attività progetto SOLIDUS			ASI	76.000		
51.	S	Carta uso e copertura del suolo edizione plus 2026			DRT NDF (capitolo 34322)	120.000		
52.	S	Grafo unico e coevo su tutta la Toscana del reticolo idrografico			DRT NDF (capitolo 34322)	5.000		
53.	R	Accordo collaborazione Provincia di Grosseto			Provincia Grosseto	3.699		
		AMMINISTRAZIONE E IT						
54.	S	Coordinamento e Programmazione, Servizi generali e anticorruzione	X	1.275.000				
55.	S	Servizi di segreteria, amministrazione e contabilità	X					
56.	S	Monitoraggio finanziario e rendicontazioni, predisposizione bilanci	X					
57.	S	Affari giuridici, atti amministrativi, contratti e appalti	X					
58.	S	Gestione dell'infrastruttura informatica dell'Ente, aggiornamento e manutenzione del Centro Elaborazioni Dati in termini Hardware e Software, gestione facilities dell'Ente	X					
59.	S	Attività di comunicazione istituzionale dell'Ente (Sito web, comunicati stampa, social media, app mobile, gestione delle visite scolastiche, convegni e workshop)	X					
		MODIFICHE GIUGNO 2026						

PDA 2026 e triennale 2026-2028

60.	S	Perfezionamento della ricognizione delle aree tutelate per legge di cui all'art.142 del D.Lgs.42/2004 finalizzato all'aggiornamento del quadro conoscitivo del PIT-PPR			DRT NDF (capitolo 14105)	30.000		
61.	S	Sistema informativo regionale della costa			DRT NDF (capitolo 42594)	50.000	100.000	50.000
62.	S	Supporto alle attività di sviluppo modellistico per la qualità dell'aria utili al recepimento della direttiva europea 2024/2881			DRT NDF (capitolo 42967)	37.600	37.600	
63.	R	Supporto alla realizzazione del progetto europeo VAGUE			Accordo Coll. AdSP MTS	70.000	40.000	15.000
		FONDI AGGIUNTIVI MUR		110.400				
		AMMORTAMENTI TOTALI				284.429	264.861	183.860
		TOTALE €		3.230.400		2-027.790	1.089.391	373.850

Tabella 1: Attività, ordinarie e straordinarie, del Consorzio LaMMA per il triennio 2026-2028. I contributi per l'anno 2026 devono essere aumentati di 33.596 € a titolo di rimborso per il personale in comando presso un'altra pubblica amministrazione.

Le attività straordinarie della Regione Toscana relativa al bollettino agrometeo (attività 6) e grafo unico (attività 52) prevedono contributi annuali da decreto pari a 16.000 e 55.000 euro rispettivamente ma in bilancio di previsione sono considerate solo le quote previste in C/esercizio mentre le restanti quote utilizzate per investimenti in C/capitale sono ricomprese negli ammortamenti totali.

SERVIZI OPERATIVI E SUPPORTO ALLA PROTEZIONE CIVILE

1. Servizio meteorologico operativo e supporto del sistema di Protezione Civile regionale ai sensi della DGRT 1526/2025

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 del sistema di Protezione Civile così come previsto dalla DGRT 1526/2025 e relativo allegato tecnico, che definisce la riorganizzazione del Sistema di Allertamento Regionale e del Centro Funzionale Regionale.

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 sabato, domenica e 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 1526/2025 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.
- 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.

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;
- Il venerdì produzione di un video in diretta streaming sulle piattaforme Facebook e YouTube relativo al tempo del fine settimana e dei giorni successivi con approfondimenti metro-climatici;
- 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) messe a disposizione di emittenti TV locali dal lunedì al venerdì;
- Il venerdì registrazione di un video con le previsioni per il fine settimana per l'emittente RTV-38
- 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 Siena, Novaradio);
- RegISTRAZIONI di previsioni per radio (5 previsioni al giorno) a disposizione per le altre emittenti radio regionali;
- Post sui principali social network (Facebook, YouTube, Whatsapp, Telegram, Instagram, X) 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 dal settore IT, che assicura la continua e corretta funzionalità della piattaforma di calcolo e delle procedure ad essa connessa, e dall'Area tematica 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.

E' 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 strumenti 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 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.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2028

2. Attività correlate al servizio meteo: gestione tecnica e manutenzione ordinaria della Catena Operativa dei modelli atmosferici e di moto ondoso e loro visualizzazione grafica,

reportistica e attività varie

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.
- i modelli atmosferici MOLOCH 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) 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 a 3 km di risoluzione orizzontale sul dominio italiano (che copre tutta la penisola), quattro volte al giorno su dati IFS-ECMWF (00, 06 12, 18 UTC) con orizzonte temporale di 72 ore per la corsa delle 00 UTC, 66 ore per la corsa delle 06:00, 84 ore per la corsa delle 12:00 e 78 ore per la corsa delle 18:00 UTC.

Il modello MOLOCH viene fatto girare a 5km di risoluzione sul dominio Europeo (che copre tutto il Mediterraneo) su dati GFS e IFS due volte al giorno (corsa delle 00:00 e delle 12:00 UTC) con un orizzonte temporale di 132 ore (5 giorni e mezzo).

Il modello MOLOCH viene fatto girare a 1.5 km di risoluzione orizzontale sul dominio italiano (che copre tutta la penisola) su dati IFS-ECMWF, quattro volte al giorno (00, 06 12, 18 UTC), con orizzonte temporale di 72 ore per la corsa delle 00 UTC, 66 ore per la corsa delle 06:00, 84 ore per la corsa delle 12:00 e 78 ore per la corsa delle 18:00 UTC.

Il campo di vento del modello MOLOCH a 5 km e 1.5 km è utilizzato come input per la corsa del modello di moto ondoso (2 corse al giorno) su tutto il Mediterraneo con griglia non strutturata.

Infine notevoli risorse sono dedicate alla visualizzazione e all'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 dei modelli ad alta risoluzione, sono anche utilizzati per lo studio del rischio incendi boschivi a supporto del servizio regionale di Antincendi Boschivi (AIB).

Fra le attività correlate al servizio meteo vengono prodotti 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

meteorologico 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.

Ogni tre mesi sono elaborati report sull'andamento stagionale in cui sono riportate le analisi meteo-climatiche sulla stagione appena trascorsa attraverso testo, mappe e grafici.

Annualmente viene prodotto un report con infografiche relative all'anno appena trascorso con trend climatici e record sulla Toscana.

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 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.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2028

3. Antincendio boschivo

L'attività antincendio boschivo (AIB) svolta dal Consorzio LaMMA per la Regione Toscana si inserisce nei servizi operativi a supporto della Protezione Civile, con l'obiettivo di trasformare dati meteorologici osservati e previsionali in informazioni utili alla gestione del rischio e alle decisioni operative.

Nel quadro del Piano AIB triennale della Regione Toscana, il Bollettino meteorologico AIB è uno degli strumenti previsti per la valutazione del pericolo, l'early warning e il supporto alle scelte di prevenzione, previsione e lotta attiva agli incendi boschivi. Il bollettino è integrato con un Spatial Decision Support System (SDSS) che rende disponibili quotidianamente mappe e indicatori sintetici a scala comunale, utili a definire prontezza e priorità territoriali.

Operativamente, il Consorzio LaMMA gestisce un workflow basato sul Canadian Forest Fire Weather Index (FWI), calcolato da osservazioni in situ e previsioni numeriche per descrivere la predisposizione dei combustibili all'innesco e alla propagazione del fuoco. Durante la stagione a massimo rischio (giugno-settembre), gli output vengono diffusi tramite SDSS e riassunti in un bollettino giornaliero; nelle giornate "rosse", ossia ad alto rischio, entro le 12:00 viene inviato alla filiera AIB un bollettino di analisi meteo strutturato in due sezioni ("cosa abbiamo avuto / cosa ci aspettiamo"), per inquadrare gli incendi del giorno precedente e le condizioni attese nelle ore successive.

A integrazione, viene prodotto anche un Bollettino Settimanale di Analisi Meteo AIB, pensato per offrire una lettura di medio periodo: include una sintesi sinottica dell'evoluzione attesa, mappe previsionali (es. su orizzonte di pochi giorni) degli indici e informazioni di contesto come meteogrammi di località e un quadro sullo stato del combustibile.

Nell'ambito della APP sviluppata da ANCI Toscana, che offre ai Comuni uno strumento informativo su varie tematiche, il Consorzio LaMMA contribuisce con contenuti dedicati anche al rischio incendio boschivo. Oltre ai dati meteorologici, l'App rende disponibili per ciascun Comune le informazioni sul rischio incendio nello spazio di allertamento di Protezione Civile rivolto ai cittadini, così da favorire una comunicazione chiara e uniforme delle condizioni di rischio e una maggiore consapevolezza della popolazione nelle fasi più critiche.

4. Supporto alla Comunicazione di Protezione Civile regionale nell'ambito dell'allertamento meteo

Le competenze e le professionalità maturate dal Consorzio LaMMA nel supporto alla Protezione Civile includono anche la comunicazione dei rischi derivanti da eventi meteorologici intensi. Su richiesta della Regione Toscana, il LaMMA fornisce supporto tecnico e divulgativo nell'ambito di diverse iniziative strategiche:

- Progetto Meno Rischio. Il LaMMA supporta le attività del progetto "Meno Rischio", un percorso di formazione e comunicazione promosso dal Settore Difesa del Suolo e Protezione Civile regionale. L'obiettivo è promuovere una maggiore cultura del rischio presso la cittadinanza, i media e il

personale tecnico degli enti coinvolti (Comuni, enti tecnici, volontariato). Il contributo del LaMMA si declina in: Interventi formativi specifici sulla comunicazione del rischio; Supporto tecnico-scientifico focalizzato sulle dinamiche di allertamento meteo,

- Coordinamento scientifico Tavolo della Comunicazione regionale. Il LaMMA garantisce il coordinamento scientifico del Tavolo della Comunicazione regionale, promosso sempre nell'ambito di "Meno Rischio". L'attività è finalizzata alla definizione della strategia regionale "Verso un Piano di Comunicazione di Regione Toscana su rischio meteo, alluvioni e frane". In questo contesto, il LaMMA: supporta la Regione nella gestione del Tavolo e nel coordinamento degli enti partecipanti; Contribuisce alla redazione e supervisiona il documento finale contenente le Linee Guida per la nuova strategia regionale.
- Comunicazione di Emergenza (Ordinanza 50/2025 - Piano Curcio). LaMMA supporta la regione nella definizione e implementazione di un piano di interventi in ambito della comunicazione di emergenza previsti da Regione Toscana da finanziarsi con fondi speciali messi a disposizione dall'ordinanza 50/2025 - Commissario straordinario Curcio (Interventi di comunicazione previsti dal Piano Curcio (Programma di intervento ai sensi dell'articolo 1 dell'Ordinanza 50/2025 relativa al Piano di comunicazione alla popolazione concernente la realizzazione di iniziative finalizzate alla diffusione della conoscenza del rischio idraulico e idrogeologico in relazione all'evoluzione delle condizioni del territorio a seguito dell'attuazione degli interventi in Emilia-Romagna, Toscana e Marche).
- Nuove strategie digitali nella comunicazione del rischio meteo LaMMA collabora alla progettazione di un nuovo spazio web della Regione Toscana, concepito come unico punto di accesso per tutte le informazioni relative all'allertamento meteo regionale. Il supporto riguarda: la definizione dell'architettura informativa del portale; l'individuazione di processi e modalità ottimali per la diffusione dell'informazione verso i diversi target di riferimento.

5. 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 1310 del 21/11/2022. 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:

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, ecc.) potrà richiedere ulteriore supporto.

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.

Monitoraggio: supporto al **monitoraggio H24** in caso di evento, 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 del Documento di Allerta per l'Umbria.

Fenomeno non previsto: Il reperibile CF Umbria può chiamare il reperibile LaMMA, se necessario, e concordare tempistiche e modalità di supporto meteo.

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.

Fornitura dati modelli meteo a scala limitata (LAM): fornitura 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.

Condivisione della conoscenza: nel corso della convenzione saranno organizzati seminari, workshop e incontri tecnici per condividere conoscenze, metodi e procedure tra i partecipanti alla convenzione;

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 31/12/2026

6. 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 cumulo di precipitazione per le principali località della provincia; viene inoltre calcolato il valore medio delle temperature e il cumulo 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 cumulo di pioggia in mm. La creazione di tali mappe, così come il popolamento dei dati in tabella, è basata 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 31/12/2027

Servizi Conto Terzi

7. 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 30/04/2027

8. Servizio di previsione di parametri astroclimatici per ESO

In collaborazione con INAF-OAA (Osservatorio Astrofisico di Arcetri) a partire dal 1 giugno 2025 il LaMMA sta fornendo 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 di sviluppo previste nel progetto finanziato, riguardanti il miglioramento del servizio e la valorizzazione delle misure in situ disponibili.

Attività Straordinaria: pluriennale termine previsto 31/05/2026

9. Fornitura dati meteo marini a Fincosit srl - Genova

Servizio di fornitura di previsioni meteo-marine fino a 7 giorni con aggiornamenti 2 volte/giorno. Le previsioni riguarderanno soprattutto il vento e le onde. La previsione riguarderà un tratto di mare nei pressi della diga foranea di Genova. Data la posizione, particolarmente vicina a costa, del punto d'interesse, in fase di sviluppo del servizio, verranno presi in considerazione più punti griglia del modello meteo-marino e verrà scelto il punto griglia che meglio caratterizza l'area.

Attività Straordinaria: termine previsto 30/11/2026

10. Fornitura dati meteo marini a B13 Scarl

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.

La previsione riguarda la zona di imbocco del porto di Civitavecchia.

Attività Straordinaria: termine previsto 09/02/2026

11. Servizio di fornitura dati meteo-marini a supporto delle operazioni del rigassificatore nel porto di Piombino

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

Attività Straordinaria: termine previsto 30/06/2026

12. Servizio realizzazione sistema WEBGIS per Consorzio Bonifica 3

Prosecuzione delle attività di implementazione, sviluppo e manutenzione dell'infrastruttura di dati spaziali sviluppata negli anni precedenti per il biennio 2025-2026.

Le azioni saranno concordate dal personale LAMMA con i referenti del CB3.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2026

13. Realizzazione del sistema di modellistica biogeochimica a scala nazionale alla risoluzione di 500 m

L'attività prevede l'implementazione, da integrare con quanto in fase di sviluppo presso OGS, di un sistema modellistico a scala nazionale composto da un insieme di sistemi a scala regionale, a copertura dei mari italiani, con particolare attenzione alla fascia costiera. La descrizione analitica del sistema nazionale è riportata in dettaglio nei documenti della gara d'appalto.

Il servizio da realizzare riguarda, in particolare, i seguenti aspetti:

- supporto all'implementazione dei sistemi modellistici a scala regionale in area tirrenica /Canale di Sicilia: verifica e integrazione dei dati batimetrici con dataset locali, verifica e ottimizzazione dei dati sugli apporti fluviali (portate e carichi di nutrienti), verifica e integrazione della disponibilità di dati in-situ per la taratura e validazione dei modelli;
- ottimizzazione dei sistemi modellistici di cui al punto precedente: taratura dei parametri principali dei modelli idrodinamici e biogeochimici (timestep, processi turbolenti e interazione oceano-atmosfera, coefficienti dei vari comparti biogeochimici);
- supporto alla validazione dei modelli di cui ai punti precedenti;
- supporto alla stesura dei documenti di descrizione e validazione dei sistemi modellistici regionali.

Attività Straordinaria: termine previsto 30/04/2026

14. Servizio di fornitura dati meteo-marini a supporto delle operazioni del rigassificatore al largo di Livorno – OLT

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

Attività Straordinaria: termine previsto 30/06/2029

15. Servizio di previsioni meteo personalizzato per Eli-Lilly

Sviluppo e manutenzione di un servizio di fornitura di un bollettino di informazioni meteorologiche personalizzato sulla zona di proprietà della ditta Eli Lilly di Sesto Fiorentino

Attività Straordinaria: termine previsto 30/06/2026

16. Servizio di realizzazione e gestione operativa di un Bollettino di Analisi Meteo Antincendi

Boschivi per la Regione Lazio

L'attività prevede la **realizzazione e gestione operativa** di un *Bollettino di Analisi Meteo Antincendi Boschivi* per la **Regione Lazio**, a supporto delle funzioni di monitoraggio e decisione del **Centro Funzionale**. Il servizio include l'implementazione di **catene operative** per la produzione giornaliera delle **mappe di input spazializzate** derivate dalle stazioni meteorologiche regionali (temperatura dell'aria, vento a 10 m, umidità relativa, precipitazione delle ultime 24 ore) e per il calcolo degli indici del **Canadian Forest Fire Weather Index (FWI)** (FFMC, DMC, DC, ISI, BUI, FWI). Gli stessi indici vengono inoltre prodotti in modalità **previsionale a tre giorni** utilizzando un **modello ad alta risoluzione** gestito dal Consorzio LaMMA sulla propria infrastruttura di calcolo. A completamento, viene implementata una **pagina web** dedicata alla consultazione delle mappe utili alla redazione del bollettino, includendo anche **Indice di Haines**, campi di **vento e umidità relativa a 2 m** da modello e l'**Hot Dry Windy Index (HDWI)**, con funzionalità di **generazione automatica del bollettino in PDF** comprensivo delle mappe e delle **tipologie di incendio previste**. È infine contemplata, come possibile evoluzione, la produzione di una **climatologia 1991–2020** degli indici (ad es. per il *percentile* del Drought Code), con tempistiche più estese e fattibilità da valutare entro la stagione estiva 2027.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2026

17. Fornitura dati da archivio meteo

Questa attività riguarda la richiesta di estrazione specifica per i dati meteo dall'archivio presente al LAMMA per le successive elaborazioni nelle varie pratiche relative alle diverse autorizzazioni ambientali. I dati sono richiesti da professionisti e aziende che operano su tutto il territorio nazionale. Si tratta di estrazioni a listino di importi molto bassi che singolarmente non rappresentano attività specifiche.

ATTIVITÀ ORDINARIE DI CONDIVISIONE DEL DATA SPACE DEL LAMMA E TRASVERSALI A TUTTE LE AREE TEMATICHE

Sono qui descritte le attività che trasversalmente coinvolgono le differenti aree tematiche e che riguardano gli elementi più innovativi e di sviluppo della ricerca da condividere come elemento di crescita delle competenze del consorzio individuate come unico Data Space. Il Data Space (Spazio di Dati) indica un ecosistema digitale interoperabile dove la nostra organizzazione possa condividere e scambiare dati, procedure e competenze in modo sicuro, controllato e di fiducia, seguendo regole, standard e modelli di governance comuni, per creare valore e innovazione, come previsto dalla strategia europea per i dati (EU Data Strategy).

Non è necessariamente servita come piattaforma unica, ma identifica una struttura che abilita la sovranità dei dati e la condivisione delle procedure. La conformazione del data Space del LaMMA non può prescindere dal continuo e fondamentale apporto della componente CED.

E' una attività in continua espansione che attualmente include due sotto attività: le applicazioni dell'intelligenza artificiale e quelle dei digital twin. Nei vari ambiti tematici tali attività rivestono carattere di specificità e sono orientate a specifici progetti o implementate per specifici scopi, in questa sezione, invece, rivestono carattere di ordinarietà, di sviluppo e ricerca, e sono approfondite e osservate, in continuo, rispetto allo stato dell'arte globale.

Queste attività, avendo carattere trasversale, saranno svolte in coordinamento con le altre aree tematiche di Atmosfera e Clima, Oceanografia e Costa, Geomatica e Territorio, attraverso l'istituzione di un gruppo di lavoro congiunto.

18. Intelligenza artificiale

I recenti sviluppi tecnologici hanno portato i più importanti centri mondiali sviluppatori di intelligenza artificiale (AI), a introdurre tali metodiche di elaborazione dati nei campi più diversi, inclusi quelli della meteorologia, climatologia, oceanografia, geomatica e qualità dell'aria.

Con riferimento alle previsioni numeriche, ad esempio, nel corso degli anni passati sono stati proposti, anche da ECMWF, dei test di confronto tra i tradizionali modelli fisici ed i modelli AI, che hanno mostrato la possibilità di ottenere previsioni di precisione paragonabile, impiegando un tempo da 1.000 a 10.000 volte inferiore rispetto agli attuali modelli fisici, e consentendo quindi una tempestività senza precedenti, nella produzione di tali informazioni. Per come sono concepiti, i modelli AI sono fortemente dipendenti dalla disponibilità di dati provenienti da sorgenti eterogenee come misure superficiali, dati telerilevati da sensori, dati da satellite e rianalisi ottenute tramite l'applicazione di modelli numerici previsionali, per la ricostruzione degli stati atmosferici relativi al passato.

In generale, la disponibilità di una mole di dati sempre crescente, ha creato l'esigenza di aumentare l'efficienza della loro gestione, tramite sistemi di basi di dati spaziali e non. Ad esempio, anche nel settore della geomatica l'AI è in continua evoluzione, mettendo a disposizione tecnologie di apprendimento automatico utilizzabili per l'elaborazione di immagini (satellitari, basate a terra e aeree), per tecniche di data processing basate su algoritmi di data science e data mining, per la riduzione della dimensionalità e per l'individuazione di errori strumentali.

Altro impiego di rilievo dell'IA, è l'inferenza statistico-probabilistica che consente di estrarre informazioni a partire da estesi dataset. In questa tipologia rientrano le tecniche di regressione basate su algoritmi di machine learning, utili per identificare una relazione tra parametri noti (predittori di input) ed uno o più parametri target non noti (predittandi di output). Tali tecniche necessitano di estesi dataset con i quali creare e addestrare l'algoritmo, al fine di determinare i parametri e le relazioni di connessione tra input e output; l'algoritmo può essere quindi applicato, con tempi di esecuzione rapidissimi, su nuovi dati di input per stimare le variabili di output.

Altro importante aspetto, correlato con i precedenti, è rappresentato dall'uso (al momento di frontiera) dell'intelligenza artificiale generativa quale strumento per il monitoraggio e la previsione meteo-oceanografica, sfruttando la sua capacità di creare e simulare dati e scenari anche complessi. Ad esempio modelli generativi come le GAN (Generative Adversarial Networks) possono essere utilizzati per simulare condizioni oceaniche e atmosferiche con dettagli elevati, integrando dati provenienti da satelliti, e sensori in situ. Inoltre i modelli generativi possono apprendere dai dati storici e creare scenari futuri plausibili, migliorando la capacità di monitoraggio di territorio, coste e qualità delle acque e di prevedere fenomeni come temporali, intense precipitazioni, onde anomale, ondate di calore etc..

Nonostante le prestazioni già raggiunte e le ancor più promettenti prospettive future, l'IA non può comunque essere intesa come sostitutiva della modellistica fisica, numerica e non, che, almeno nei campi di interesse

del Consorzio, resta alla base dell'addestramento dell'IA stessa, soprattutto per gli eventi estremi, più rari e quindi con minor massa di dati osservati, e per la ricostruzione di campi di variabili fisiche ad alta risoluzione, non direttamente osservabili. L'impiego della IA, e la sua integrazione con modellistica e osservazioni, necessita quindi di una formazione e di un'attività di ricerca specifica, da consolidare nel tempo.

Per quanto detto si ritiene opportuno lo sviluppo di competenze che rendano possibile l'applicazione di metodiche AI ai vari ambiti di operatività e ricerca applicata, per sfruttare in maniera efficiente la sempre maggiore disponibilità di misure e modelli numerici e con la prospettiva di sviluppare servizi all'avanguardia in ambito di previsione numerica, nowcasting, analisi climatiche e ambientali.

19. Digital Twin

Il secondo ambito di ricerca e sviluppo trasversale delle attività del Consorzio riguarda l'applicazione dei cosiddetti Digital Twins. Nella definizione più generale, il Digital Twin (o "gemello digitale") è una replica virtuale, dinamica e costantemente aggiornata di un oggetto, sistema o processo fisico reale, connessa tramite sensori che inviano dati in tempo reale, permettendo di simulare, analizzare, monitorare le prestazioni e prevedere guasti o modifiche prima di intervenire sull'entità fisica, ottimizzando così il ciclo di vita. Rispetto alle attività del Consorzio si intende identificare con tale concetto la virtualizzazione in digitale di qualunque processo, fenomeno ambientale e monitoraggio che è alla base dello svolgimento delle attività di sviluppo in un determinato ambito tematico secondo logiche di interoperabilità e accessibilità comuni a tutto l'ecosistema informativo.

Nell'ambito delle Scienze della Terra il concetto di Digital Twin non è limitato alla diretta virtualizzazione di un territorio, ma ingloba tutte le caratteristiche dinamiche del sistema (es. urbano, marino, costiero) che possono essere rappresentate da un'integrazione coerente tra modelli e osservazioni in tempo reale. Un Digital Twin consente così non solo di simulare e monitorare lo stato presente del sistema, ma soprattutto di generare scenari futuri on demand a supporto della pianificazione e della governance ambientale, nonché della valutazione degli impatti legati ai cambiamenti climatici, secondo una logica di analisi di tipo "what-if". Pertanto è facile intuire che anche i Digital Twin rappresentino una componente fondamentale di sviluppo trasversale rispetto alle varie tematiche del Consorzio, sia per le continue innovazioni tecnologiche che lo interessano a livello globale, sia per la necessità di una progettazione organica e interoperabile nei vari settori tematici (Atmosfera, Oceanografia e Geomatica). Come per l'AI, anche i Digital Twin rappresentano il focus e lo strumento base di applicazioni specifiche di alcune attività di progetto o ambito tematico, ma sono qui inquadrati nel loro carattere di ordinarietà al fine di mettere a fattor comune i requisiti di progettazione e sviluppo organico del core informativo e tecnologico del Data Space del LAMMA.

ATMOSFERA E CLIMA

In questo paragrafo vengono descritte attività di ricerca e innovazione inerenti nuovi sistemi di osservazione e la modellistica dell'atmosfera alle varie scale e domini di interesse regionale sia a supporto dei servizi operativi sopra descritti sia in relazione agli input necessari per applicazioni di varia natura fra i quali quello urbano relativo alla modellistica diffusionale di inquinanti. Sono qui incluse attività di sperimentazione di applicazioni di Intelligenza artificiale e machine learning.

20. Sviluppo e gestione del sistema di osservazione atmosferica costituito da radar, stazioni a terra, GNSS-meteo e sperimentazione nuove tecnologie

In questo ambito rientrano tutte le attività di osservazione operative dell'atmosfera sviluppate nel corso degli anni e che si sono consolidate a livello non solo regionale ma anche nazionale. L'attività del Consorzio LaMMA nel settore della fisica dell'atmosfera si è sviluppata su diversi ambiti: lo sviluppo, gestione e manutenzione di un sistema di radar meteo regionali, lo sviluppo di una prima infrastruttura operativa di misure di variabili di stato atmosferiche da segnale GNSS, la sperimentazione per l'integrazione di parametri relativi alla precipitazione da misure eterogenee e la progettazione e gestione del database che raccoglie la notevole mole di dati di osservazione e modellizzazione.

1) Sviluppo, gestione e manutenzione dei sistemi radar meteorologici 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 de 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 verifichino 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

2) Sviluppo di una infrastruttura operativa di misure di variabili atmosferiche da segnale GNSS

I segnali GNSS, nel percorso dai satelliti ai ricevitori, interagendo con l'atmosfera subiscono modifiche su alcuni parametri caratteristici, acquisendo in tal modo informazioni sullo stato dell'atmosfera attraversata. 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 ricevitori a terra, in primis 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, e, in prospettiva, potenzialmente 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 su Alto Tirreno e Mar Ligure, grazie a una serie di progetti finanziati da ASI, **FP7**, ESA e INTERREG. Un ulteriore progetto **INTERREG (Proterina 4-Future)**, descritto successivamente, **iniziato** 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.

3) Sperimentazione di tecnologie per l'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 radar ed 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 e della tipologia di idrometeore in collaborazione con il CNR (disdrometro laser e 3D-Stereo, cieliometro, SmartLNB, MicroRain Radar). 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. Inoltre nell'ambito di una pregressa collaborazione con UniFi (Dipartimento di Ingegneria dell'informazione-DINFO) saranno sviluppate tecniche di stima della precipitazione basate su tecnologie di Intelligenza Artificiale applicate a dati rada meteorologici. Per tali attività saranno stipulati specifici accordi di collaborazione.

4) Progettazione e gestione del database per gestire il flusso di dati di osservazione e modellistica

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 semplicemente 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).

5) Misura sperimentali di radiazione ultravioletta (UV)

Prosecuzione dell'attività di monitoraggio della radiazione ultravioletta (UV) e conseguente ampliamento della serie storica dei dati già presente sull'archivio del Consorzio, mediante strumentazione radiometrica fissa installata presso la sede del Consorzio LAMMA, integrata da possibili campagne di misura in esterno finalizzate alla caratterizzazione di differenti ambienti radiativi. Le attività sono orientate alla quantificazione dei livelli di radiazione UV sia in termini radiometrici sia in relazione agli impatti sulla salute umana e sull'ambiente in generale.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2028

21. **Cambiamenti climatici: previsioni stagionali, teleconnessioni e proiezioni climatiche locali**

Il clima e l'emergenza climatica sono uno dei temi fondanti del Consorzio LaMMA ed in particolare le attività riguardano l'analisi dei dati per poter identificare i segnali dei cambiamenti climatici in atti, determinando modifiche nella frequenza e nell'intensità degli eventi estremi sia per gli aspetti che possono impattare sul servizio meteo operativo, sulla modellistica meteo e per fornire informazioni a tutti quei settori ed attività economiche legate al clima.

In questo ambito 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). Inoltre, a seguito delle conoscenze acquisite nel progetto SCORE, utilizzando i dati modellistici CORDEX (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment), si intende acquisire conoscenze sul probabile cambio delle circolazioni atmosferiche sulla nostra penisola nei vari scenari SSP (Shared Socioeconomic Pathways). Questa attività naturalmente si avvarrà delle 2 classificazioni di tipi di tempo realizzata precedentemente oltre che della disponibilità del software realizzato nell'**Azione COST 733**, intitolata "Harmonisation and Applications of Weather Type Classifications for European Regions".

In una fase di cambiamento climatico è importante disporre di previsioni a medio-lungo periodo affidabili, per pianificare diverse attività di valore socio economico. Uno degli approcci scientificamente più collaudato è quello modellistico di tipo ensemble.

Allo scopo di fornire previsioni stagionali affidabili sull'Italia vengono analizzati gli output di molti modelli climatici messi a disposizione dal Copernicus Climate Change Service e dalla comunità scientifica internazionale: CS3 multi system, CMCC, Meteo France, ecmwf, nmme, cfsv2/ncep, nasa, ncar.

Intendiamo inoltre acquisire conoscenze per sviluppare tecniche di Machine learning (reti neurali o support vector machines) per operare un downscaling delle informazioni modellistiche sulla nostra realtà regionale o nazionale.

Parallelamente le previsioni stagionali si avvalgono delle conoscenze acquisite nel campo delle teleconnessioni climatiche come El Niño, La Niña, la North Atlantic Oscillation (NAO). Inoltre occorre approfondire le conoscenze sui vari meccanismi di teleconnessione dato che, in un clima che si riscalda, le teleconnessioni climatiche possono cambiare in termini di intensità, frequenza e spazialità. I cambiamenti climatici infatti influenzano i meccanismi atmosferici e oceanici che regolano questi pattern su scala globale, come l'El Niño–Southern Oscillation (ENSO), la North Atlantic Oscillation (NAO) e altri fenomeni. Questi cambiamenti possono modificare pesantemente la teleconnessione sul clima di altre aree del pianeta.

Una nuova attività riguarderà invece la produzione di dati di proiezione delle grandezze atmosferiche alla scala locale (indicativamente 2-3 km), attraverso il *downscaling* (cioè aumento della risoluzione spaziale) di scenari climatici alla 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 osservati per un periodo di circa 10 anni. Quest'ultima in particolare sarà l'attività da realizzarsi nel 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. Quest'attività non rappresenta una semplice replica di quanto già disponibile sulla piattaforma del CMCC per la condivisione dei dati climatici, dove sono presentati gli scenari a risoluzione ridotta prodotti dal modello COSMO-CLM. Si tratta, invece, di un'iniziativa finalizzata a dotarsi di uno strumento in grado di declinare i possibili scenari climatici a livello regionale, andando oltre la mera valutazione delle variazioni nell'intensità e nella frequenza dei fenomeni atmosferici potenzialmente impattanti per la Regione Toscana, come ad esempio piogge intense, forti raffiche di vento, aumento della frequenza delle ondate di calore, ecc. Questo processo di downscaling fornirà infatti una base di dati climatici ad alta risoluzione spaziale e temporale, utile per lo sviluppo, tramite collaborazioni con gli stakeholders interessati, di ulteriori modelli, quali modelli agroclimatici, modelli di impatto sulla salute umana, modelli economici e come supporto nella progettazione di nuove opere.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2028

22. 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). Su questa tematica il LaMMA partecipa attivamente al WG5 di FAIRMODE;
- 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 (WG8), 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;
- collaborazione nell'ambito di un progetto di ricerca finanziato dal consiglio europeo delle ricerche (ERC StG) alla Scuola Superiore Sant'Anna per lo sviluppo di metodi computazionali per la valutazione in tempo reale del microclima in ambiente urbano.

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 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 forniti quotidianamente da ENEA (FORAIR-IT). 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. Inoltre per la valutazione delle performance modellistiche vengono utilizzate le linee guida dettate dal gruppo di lavoro WG2 del FAIRMODE a cui il LaMMA partecipa attivamente insieme ad ARPAT.

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. E' in via di valutazione e sviluppo la possibilità di realizzare un modulo di data-assimilation, per inserire i dati satellitari di SP5 all'interno della corsa modellistica (come condizioni iniziali).

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. Anche su questo punto il LaMMA partecipa attivamente al gruppo WG1 di FAIRMODE che si prefigge l'obiettivo di fornire delle linee guida, attraverso degli esercizi condivisi fra le varie regioni europee.

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) Collaborazione ARPAT-LaMMA

Le attività di collaborazione tra ARPAT e Consorzio LaMMA 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, proseguono in attesa di sottoscrivere un nuovo accordo di collaborazione.

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 31/12/2028

23. Sviluppo ed applicazioni avanzate nella modellistica atmosferica ad aria limitata attraverso anche l'utilizzo di tecniche di Intelligenza artificiale e machine learning

In questo ambito rientrano tutte le attività relative alla modellistica atmosferica ad aria limitata che gestisce il LaMMA sia per l'operatività ma anche per lo sviluppo di nuove applicazioni. In particolare l'attività si è focalizzata su questi temi: l'assimilazione di dati di osservazioni in modelli di previsione meteo ad aria limitata, l'intelligenza artificiale nelle osservazioni e previsioni numeriche e lo sviluppo di previsioni operative in forma probabilistica.

1) Assimilazione di dati di osservazioni in modelli di previsione meteo ad aria 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 specie nelle prime ore di previsione, soprattutto a supporto della previsione di eventi estremi, da implementare come riferimento all'interno del sistema di previsioni dell'agenzia ItaliaMeteo. Quest'ultimo obiettivo viene realizzato in cooperazione con la Fondazione CIMA, formalizzata attraverso un accordo di collaborazione.

Una parte delle competenze è 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.

2) Sviluppo di previsioni operative in forma probabilistica

La richiesta di informazioni sempre più complete a supporto delle decisioni, specie in condizioni di emergenza, ha evidenziato la necessità d'iniziare a trasmettere agli utenti operativi previsioni meteorologiche in forma esplicitamente probabilistica, in maniera sintetica ma più completa possibile. Una prima attività, già avviata, riguarda la previsione probabilistica dell'accadimento di fenomeni di fulminazioni, attraverso una procedura basata su un metodo riportato in letteratura che fa uso di un algoritmo *random forest* per inferire, da una serie di predittori, la probabilità di accadimento di fulminazioni. Un futuro ampliamento del metodo potrà prevedere anche l'estensione ad altri predittandi. In prospettiva si vuole infatti estendere tale formulazione esplicitamente probabilistica, e riconducibile alle attività di AI, anche ad altre variabili meteorologiche di primario interesse, come i cumulati di pioggia, fino a comprendere, nei prossimi anni, gli output delle varie catene di previsione meteo disponibili. Di fatto per rendere attuabili decisioni razionali scientificamente basate, ogni previsione, indipendentemente dal metodo usato per il suo ottenimento (competenza umana, modellistica o AI), dovrebbe essere espressa in forma probabilistica completa, con un valore di probabilità associato ad ogni possibile evento predetto. Ciò, tra l'altro, consente di quantificare a posteriori la bontà di una previsione, applicando metriche riproducibili ed oggettive, con tutti i vantaggi che ne conseguono in termini di selezione delle tecniche predittive migliori e del loro affinamento nel tempo.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2028

Progetti e attività straordinarie

24. Realizzazione progetto Workclimate 3.0

Il progetto Workclimate 3.0 è stato selezionato fra quelli finanziabili e l'8 febbraio verrà sottoposto ad INAIL il progetto definitivo. Il progetto avrà durata 2 anni estendibile di ulteriori 6 mesi e avrà una data di inizio presumibile tra maggio e giugno. Il LaMMA sarà coinvolto nel progetto in particolare per quello che riguarda l'ulteriore mantenimento della catena modellistica, ad alta risoluzione spaziale, alla base della piattaforma previsionale Workclimate per la previsione e la gestione delle ondate di calore nelle attività outdoor. E' prevista anche una ulteriore implementazione della piattaforma comprendente fra l'altro l'estensione della previsione alle condizioni di freddo. Il Consorzio sarà anche coinvolto nella verifica dell'efficacia della piattaforma stessa mediante questionario da somministrare agli utenti e successiva elaborazione dei dati. Il Consorzio sarà anche coinvolto in altre attività secondaria come supporto ad altri partner del progetto.

Attività Straordinaria: termine previsto non ancora disponibile

25. 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 iniziato 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 2026 il LAMMA provvederà a:

- Rimettere in operatività il sistema radar di Cima del Monte attraverso un servizio di manutenzione straordinaria.
- Portare avanti le attività legate alla sperimentazione ed implementazione di prototipi di sensoristica di misura nell'ambito delle attività GNSS Meteorology.
- Monitoraggio dello stato di funzionamento dei sistemi GNSS meteorology installati a bordo delle navi ed organizzazione interventi di manutenzione.
- 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 28/02/2027

26. *Supporto realizzazione progetto REG4AI-TER*

Il progetto di cui è partner la Regione Toscana prevede il supporto del Consorzio nella Realizzazione di un sistema basato su algoritmi di AI per la produzione automatica di bollettini meteo, di bollettini di vigilanza e criticità regionale e nell'utilizzo dei dati osservativi per lo sviluppo di un sistema automatico di "ripulitura" e allertamento precoce.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2026

27. *Accordo Collaborazione Agenzia ItaliaMeteo*

L'accordo di collaborazione tra il Consorzio LAMMA e l'Agenzia ItaliaMeteo prevede la collaborazione in due ambiti: la verifica dei modelli meteo-climatici attualmente utilizzati e in fase di implementazione e lo sviluppo di un multimodel costruito con tutte le catene operative utilizzate in Italia. La gestione e la messa a disposizione delle reti osservative in dotazione agli enti, alla collaborazione nello sviluppo e nella sinergia delle rispettive sale operative e infrastrutture informatiche hardware e software.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/03/2028

OCEANOGRAFIA E COSTA

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 di osservazione e modellizzazione fisica, biogeochimica, e geomorfologica, 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), che ha una sede di lavoro presso l'area della ricerca di Firenze da ottobre 2022 diventata sede secondaria da febbraio 2025. Una parte di queste attività viene svolta tramite l'accordo di collaborazione tra LaMMA e CNR ISMAR (decreto n. 127 del 01.12.2022).

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.

28. 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) oltre che dalle forzanti meteo prodotte in gran parte dal LaMMA stesso e in cascata ai servizi di previsione globale dell'ECMWF.

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.

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 ondometriche, 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; un'ulteriore iniziativa per l'ampliamento e il consolidamento di queste rete è 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.
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 2026 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 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; questa attività è prevista sia come contributo del LaMMA al progetto SeaSteMar del PC IFM 21-27, sia come supporto dato dal LaMMA al progetto PNRR MER.
- 3) mantenimento della catena operativa esistente di simulazione di moto ondoso a scala mediterranea (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 OLT e 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.).
- 5) pianificazione e procedurizzazione delle attività di misura, tramite organizzazione di campagne oceanografiche, anche in collaborazione con CNR ISMAR.

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 (attività B36 del progetto PNRR MER, o progetto "SIMBA").
- 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 da allora regolarmente alla General Assembly e al Workshop annuale (organizzandolo a Firenze nel 2022), e ha rinnovato la sua membership sul nuovo accordo proposto. 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 a carico del PNRR-MER (attività B19), è stato spostato uno dei radar HF installati con il progetto SICOMAR plus dal promontorio di Piombino a Pianosa, per motivi derivanti dalla difficoltà di rilevamento del segnale a causa dell'eccessivo rumore elettromagnetico nel sito iniziale.
- Il CITEM di Livorno (Centro per l'Innovazione delle Tecnologie del Mare) è un polo di eccellenza dedicato alla ricerca e all'innovazione nel settore marittimo. Coinvolge enti come il Consorzio LaMMA, il CNR (ISMAR e IBE), l'OGS, l'ISPRA, il CNIT, il CIBM e la Scuola Superiore Sant'Anna, che collaborano per sviluppare tecnologie avanzate e soluzioni sostenibili per il monitoraggio ambientale e l'uso delle risorse marine. Il CITEM punta a rafforzare la sua presenza a Livorno, lavorando con le istituzioni territoriali per costruire un polo avanzato per le tecnologie marine e promuovere iniziative comuni. Questo percorso mira a consolidare Livorno come centro di riferimento per la ricerca, l'innovazione e la sostenibilità nell'ambito dell'economia blu. Il LaMMA partecipa regolarmente ai meeting e ai gruppi di lavoro del CITEM.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2028

29. 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 2026, 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, anche in collaborazione con il Prof. Andrew Moore dell'Università della California e con i colleghi del CNR ISMAR della sezione di Lerici.
- 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 ed il 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.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2028

30. 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 2026 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 di superficie e per guidare le campagne di misura previste per il rilevamento di plastiche e micro-plastiche di superficie nell'area di competenza, e delle macro-plastiche spiaggiate (tramite l'utilizzo di rilievi in campo e droni aerei); i modelli sono stati validati con dati raccolti in collaborazione con altri enti che operano nell'area del Santuario Pelagos (CIMA, ISPRA, IFREMER, UNISI, ARPAT), oltre a dati.
- 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

combinare di sperimentazione in laboratorio e modelli di dispersione di micro- e macro-plastiche estesi a tutta la colonna d'acqua, nell'ambito di un'attività di collaborazione su cui si stanno proponendo diverse iniziative progettuali, oltre che vari tirocini e tesi di laurea sull'argomento.

- 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, rinnovato da OGS con risorse proprie. Il titolo di questa attività è "Study of the evolution of chlorophyll fronts through high resolution models, HF radars and data assimilation", ed è svolta in collaborazione con la nuova sede OGS di Livorno.
- 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 meteomarinari. 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, ARPAT e ISPRA 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".

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2028

31. 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 2026 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), esteso nel 2024 di ulteriori 5 anni (1979-2024), 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 in ERDDAP 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 iniziata

con lo Special Project finanziato da ECMWF per il triennio 2022-2024 utilizzando i dati della catena ERA5-BOLAM-MOLOCH-WW3 (Vannucchi et al. 2021; Capecchi et al. 2022) come forzante del modello MIT-gcm-BFM (accoppiato idrodinamico-biogeochimico) in collaborazione con OGS. Questa attività proseguirà grazie ai nuovi progetti in corso (SeaSteMar e B32 MER). 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) Analisi dei dati di previsione climatica (fino al 2100) delle onde e del livello del mare per varie città europee già coinvolte nel progetto H2020-SCORE, che il LaMMA ha prodotto utilizzando come forzante i dati dei modelli regionali di proiezione climatica (scenari EURO-CORDEX) 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 stati 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" (modelli marini XBeach e Funwave, e modello idraulico a scala urbana HEC-RAS).

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2028

32. 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 2026, saranno aggiornati almeno al 2024 gli 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 dai progetti SPITBRAN (1979-2024) per forzare il modello WW3 a maglia non strutturata;
- la pubblicazione in ERDDAP del dataset costiero elaborato in questi anni;
- l'aggiornamento della linea di riva al 2023 (tramite la rielaborazione delle foto aeree disponibili);
- l'analisi di variazione della 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, per quanto riguarda il biennio 2025-2026, è comunque vincolata all'eventuale nuova acquisizione delle immagini satellitari da realizzare tramite risorse ancora da determinare.

Il LaMMA continuerà a partecipare 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 finanziate con i fondi regionali.

A livello modellistico, infine, si prevede:

- 1) l'implementazione di modelli di rischio costiero basati sui codici X-Beach e Funwave, per le applicazioni già previste all'interno del progetto H2020 SCORE e del progetto PNRR MER.
- 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.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2028

Progetti e attività straordinarie

33. 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 capofila 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.

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

34. 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 meteoroclimatici 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

35. 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 meteomarina a supporto della sicurezza in mare, e garantendo la fornitura di previsioni meteomarine 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

36. Realizzazione progetto JASON

Il progetto JASON intende capitalizzare in modo coordinato la ricerca scientifica, gli avanzamenti tecnologici e i risultati di progetti precedentemente implementati sulla tutela ambientale e della sicurezza marittimo-portuale all'interno dell'area geografica di cooperazione interessata dal programma Interreg It-Fr Marittimo.

Il Consorzio contribuirà all'integrazione tra osservazioni e modellistica numerica per la riduzione dell'incertezza previsionale, al rafforzamento e alla condivisione delle reti di osservazione meteomarina e alla disponibilità di dati geospaziali regionali tramite piattaforme interoperabili. Il LaMMA lavorerà inoltre all'aggiornamento dei modelli previsionali su scala portuale e costiera, con particolare attenzione all'interfaccia mare-terra e all'integrazione di modelli atmosferici ad alta risoluzione.

Nel WP2, il LAMMA fornirà supporto specialistico per la valutazione delle condizioni meteomarine in relazione agli impatti ambientali delle attività di navigazione nelle aree portuali e costiere, tenendo conto degli effetti dei cambiamenti climatici e dell'introduzione di nuove tecnologie navali, come veicoli a guida autonoma e navi alimentate da carburanti alternativi.

Per il WP3, il LaMMA contribuirà al rafforzamento delle capacità tecniche degli attori coinvolti attraverso la partecipazione alle attività formative e al piano di reskilling transfrontaliero, con focus su modellistica, osservazione e analisi dei rischi meteomarini, anche in coerenza con il ruolo ricoperto dal Consorzio in progetti precedenti.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/03/2029

GEOMATICA E TERRITORIO

L'attività di questa area tematica 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 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 piano-altimetrica e tematica se pertinenti, condivisione dei dati e servizi di accessibilità.

37. 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:

- Gestione e monitoraggio della risorsa idrica;
- Difesa del suolo e della fascia costiera;
- 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;
- Meteorologia (modelli atmosferici di previsione, osservazioni dati);
- 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 di ricerca 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, sviluppo di SDI (*Spatial Data Infrastructure*) secondo i principi FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable, Reusable*).
- Progettazione di DMP (*Data Management Plan*) e Data Policy dell'ente secondo standard, incluse strutturazione e metadatazione.
- Aggiornamento del catalogo OpenData del Lamma con Assegnazione del DOI (*Digital Object Identifier*), generato dominio registrato LaMMA e risoluzione su DOI Foundation
- progettazione, modellazione e management di Digital Twin tramite tecniche di Intelligenza Artificiale (AI) in genere e Machine Learning in specie.

Anche per i dati derivanti dai modelli meteo, il Consorzio ha implementato un server-dati scientifico per l'esposizione in rete di dataset secondo principi FAIR, tramite software ERDDAP che consente 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 come campo esplicito nei metadati.

Le attività di gestione e sviluppo di tale data server dovranno essere congruenti al Data Policy del LAMMA e compliant con le prerogative di progettazione e interoperabilità di cui ai punti precedenti. Inoltre le soluzioni adottate saranno condivise con la direzione Sistemi Informativi e infrastrutture tecnologiche e innovazione regionale.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2028

38. 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 si dovrà garantire:

- 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 31/12/2028

39. 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:
 - 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).

- 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.
2. Acquisizione di immagini a media risoluzione su tutto il territorio regionale (LANDSAT, SENTINEL 1 - 2).
 - 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.
 - Realizzazione e mantenimento di un archivio di immagini a media-bassa risoluzione (250 metri) NDVI derivate dal sensore MODIS, per il monitoraggio della vegetazione.
 - 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.).
 3. 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. Verrà testata su un'area pilota della toscana per testare le potenzialità della ricerca.
 4. 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).
 5. 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.
 6. 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. Sulla base delle esigenze degli uffici regionali a richiesta potranno essere avviate delle attività per la realizzazione degli archivi (cartografie tematiche) relativi a:
 - Uso e copertura del suolo (con immagini Sentinel 1 - 2), con legenda semplificata, per utilizzi nell'indagine dei cambiamenti dell'uso del suolo;
 - Monitoraggio della vegetazione naturale e i suoi "disturbi" (utilizzazioni forestali, incendi boschivi);
 - Analisi della ripresa vegetativa delle aree colpite dal disturbo (incendi e utilizzazioni forestali);
 - Individuazione dei cambiamenti di copertura sul territorio regionale attraverso elaborazioni semiautomatiche;
 - 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;
 - 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;
 - Individuazione delle aree allagate a seguito di eventi alluvionali ed esondazione di corsi e corpi idrici attraverso analisi di dati SENTINEL 1.

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

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2028

40. 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 web-gis DODS
- Manutenzione web-gis DODS-RENDIS (DODS 2.0)
- Manutenzione applicativo web-gis di gestione invasi e trasferimento su server regionali TIX
- Manutenzione applicativo web-gis di gestione pareri pratiche urbanistiche e trasferimento su server regionali TIX
- Manutenzione applicativo web-gis gestione procedimenti autorizzativi costa e trasferimento su server regionali TIX
- Manutenzione applicativo web-gis di monitoraggio dei procedimenti VIA-VAS e trasferimento su server regionali TIX
- Manutenzione applicativo web-gis progetti/interventi di monitoraggio per il recupero e riequilibrio della fascia costiera e trasferimento su server regionali TIX
- 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 IdroGEO 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 tutte 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.
- 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 invasi 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.

- Attività di volo con droni per acquisizione di dati lidar e fotogrammetrici. La fattibilità delle relative missioni sarà eventualmente pianificata on-demand con la Direzione Difesa del suolo e protezione civile, per esempio a seguito di particolari eventi meteo-idrologici. Gestione della strumentazione per quanto riguarda gli aspetti tecnici e normativi.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2028

41. DNSH and climate proofing

La regione Toscana ha istituito una Unità interdirezionale di accompagnamento alla sostenibilità ambientale degli interventi affidando il coordinamento al Settore Transizione Ecologica della Direzione Tutela dell'Ambiente ed Energia. Alla Unità Interdirezionale sono stati attribuiti i seguenti obiettivi:

- Supportare le Autorità di Gestione nella corretta applicazione dell'articolo 73 del Regolamento (UE) 2021/1060, comma 1, per il rispetto del principio dello sviluppo sostenibile e della politica dell'Unione in materia ambientale;
- Sviluppare, ai fini del precedente punto, metodologie applicative del principio di "non recare danno significativo agli obiettivi ambientali (DNSH)" e del principio "immunizzazione dagli effetti del clima (Climate proofing)";
- Supportare, laddove necessario, l'Autorità di Gestione nei rapporti di livello nazionale con le Autorità Ambientali Regionali o entità analoghe costituite;

E' stato richiesto al LaMMA di essere presente con due rappresentanti all'Unità al fine di supportare le attività del gruppo con le seguenti attività:

- 1) studio e sviluppo di applicativo WEB gis come progetto MapStore dedicato per l'esposizione di dataset necessari per la verifica climatica prodotti in ambito Lamma o richiamati come servizi OWS da server esterni
- 2) modellazione ed elaborazione di dataset climatici prodotti da LaMMA da esporre su interfaccia
 - 1) con approfondimenti nelle declinazioni:
 - a) stato climatologico
 - b) trend climatologico
 - c) proiezione climatica

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2028

Progetti e attività straordinarie

42. 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)

Studio e implementazione di indici per il calcolo della pericolosità d'innesco e propagazione degli incendi boschivi basandosi su dati meteorologici. In particolare verrà implementato l' Hot-Dry-Windy Index (HDW), un indice utilizzato per valutare la pericolosità d'innesco e propagazione di incendi boschivi basandosi su condizioni meteorologiche. È stato sviluppato dal United States Forest Service e combina tre fattori chiave: temperatura dell'aria, umidità relativa e velocità del vento. L'HDWI è progettato per identificare le condizioni favorevoli alla propagazione di incendi intensi, fornendo un indicatore semplice ma efficace per i professionisti della gestione degli incendi e i meteorologi. Altri studi e approfondimenti saranno fatti in merito alle differenze di umidità e temperatura a vari livelli isobarici per tentare di individuare situazioni favorevoli allo sviluppo di incendi convettivi.

Questa attività prevede anche il supporto da parte di personale LAMMA alle attività di analista di sala antincendi boschivi con la Predisposizione del Bollettino di Analisi Meteo AIB a supporto del COS SOUP, delle strutture di coordinamento e dell'Analista di campo nella comprensione della situazione meteo ambientale, nello sviluppo degli eventi significativi e nella contemporaneità di eventi.

Valutazione delle condizioni meteo climatiche del giorno e predisposizione del bollettino di Analisi meteo AIB. Lettura delle caratteristiche geomorfologiche del territorio e dell'assetto vegetazionale. Utilizzazione della cartografia AIB e della cartografia digitale Google Earth Pro. Elaborazione delle finestre di attuazione

e definizione dei potenziali dell'incendio (evoluzione dello scenario). Supporto al COS SOUP con elementi utili a valutare le priorità di intervento a livello regionale e il conseguente settaggio delle risorse messe a disposizione degli eventi. Supportare il DO AIB / Analista AIB su un incendio con valutazioni meteo/tecnico operative utili anche a superare problemi specifici e contingenti.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2026

43. Realizzazione attività progetto SINTETIC

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 sviluppo dei 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

44. 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" occorrerà svolgere un approfondimento in termini di attributi associati relativamente ai poligoni dei boschi, in modo da cercare di 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.), e attraverso rilievi a terra così come verrà dettagliato nelle relative specifiche tecniche.

Attività straordinaria: termine previsto 31/03/2026

45. 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.

L'aggiornamento prevede l'utilizzo delle nuove acquisizioni 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.

Attività Straordinaria: termine previsto 30/06/2026

46. Piattaforma unica per la gestione dei procedimenti di formazione degli atti di governo del territorio (art.55ter LR 65/2014)

La Piattaforma è costituita dagli applicativi di ausilio alle diverse fasi del procedimento di formazione degli atti di governo del territorio, nonché da tutti gli altri applicativi orientati a coadiuvare l'azione amministrativa e costituisce il riferimento unico per la gestione del procedimento di adozione e di approvazione degli atti di governo del territorio. La piattaforma si compone di: Geoportale per l'accesso alle banche dati e agli indicatori sulle risorse e sul patrimonio territoriale per l'elaborazione dei quadri conoscitivi dei piani, per la VAS e per la VIA; software MINERVA per la valutazione degli effetti nella VAS e per la conformazione al PIT-PPR dei piani di settore regionali, dei piani dei parchi, dei PTC, del PTCM, dei PS e dei PO; softwares INPUT (per il dimensionamento dei PS e le previsioni dei PO, ai sensi del regolamento 32/R) e SERAPIDE (per la trasmissione degli atti di governo del territorio alla Regione, ai sensi degli artt. 17 e 19 della L.R. 65/2014) integrati in un unico applicativo WEB per i piani e loro varianti, dall'avvio del procedimento all'approvazione.

Le attività riguarderanno l'aggiunta, a conclusione della fase di previsione, della fase di "Attuazione" del piano operativo. Ciò significa che, oltre a sviluppare la sezione relativa al conferimento delle delibere e degli allegati, dovrà essere implementata una sezione che monitora il dimensionamento del piano e verifica quanto del previsto è stato effettivamente attuato, anche in relazione alla successiva produzione di un nuovo piano operativo. Riguardo a questa fase è stato immaginato un layout che guidi l'utente alla valutazione dell'utilizzo delle quantità del dimensionamento disponibili tramite uso di indicatori, delta negativi o positivi, quote residue o altro, consultabili sia nelle pagine dell'applicativo web che nella reportistica.

Infine dovrà essere rivista, sulla base delle nuove funzionalità dell'applicativo, la sezione riguardante il monitoraggio, tramite la quale è possibile estrarre dal database statistiche e contestualmente produrre grafici che dovranno rispondere alle esigenze dei tecnici regionali preposti al monitoraggio.

Nell'attività è compresa la manutenzione del portale web <https://govter.toscana.it/> e del geoportale <https://govter.toscana.it/> nonché le procedure per l'aggiornamento dei certificati web.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2027

47. Carta Pedologica

In un'area ampia circa 160 Km², nella Piana di Grosseto e nella Bassa Maremma, contenente la Tenuta di Alberese, azienda agricola di proprietà di Regione Toscana, è previsto un approfondimento delle conoscenze pedologiche di elevato dettaglio, con campionamento di profili di suolo e con trivellate manuali, avente come obiettivo la definizione dei caratteri e delle qualità dei suoli, secondo le metodologie consolidate a livello nazionale e recepite in numerosi rilevamenti svolti in Regione Toscana negli anni passati.

Tali conoscenze consentono di definire una molteplicità dei Servizi Ecosistemici forniti dal suolo basati sulle sue funzioni e di classificare i suoli in base ai principali Servizi offerti dal suolo, fra i quali l'approvvigionamento (produzione di biomassa, fertilità e materie prime); la regolazione dei cicli idrologico e bio-geochimico, (capacità depurativa e capacità di riserva idrica); i valori culturali (archivio storico-archeologico e parte fondamentale del paesaggio).

Attraverso la messa a punto di indicatori validi a scala regionale ma applicati all'area oggetto di studio, saranno realizzati degli strumenti cartografici per supportare le scelte della pianificazione nel destinare il territorio ad usi del suolo alternativi (per esempio siti idonei ad ospitare impianti fotovoltaici e agrivoltaici) e nel tutelare, viceversa, le aree coperte da suoli di elevata qualità e fertilità.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2026

48. Realizzazione Attività Progetto MEDSTAR-2

Il progetto è stato approvato nell'ambito della seconda call del programma di cooperazione transfrontaliero Italia-Francia Marittimo. La data presenta di avvio è il 1 marzo 2025 e il LAMMA sarà impegnato principalmente nell'Obiettivo Specifico 2 – “Potenziare la capacità di monitoraggio, previsione e risposta agli incendi attraverso l'implementazione di piattaforme innovative, il miglioramento nella previsione della propagazione e della pericolosità degli incendi, anche in un contesto di cambiamenti climatici, nonché l'impiego di strumenti prototipali per ottimizzare gli interventi antincendio in situazioni emergenziali”.

In particolare le attività si concentreranno, con gli altri partner impegnati, nello sviluppo e produzione dei bollettini del rischio incendi a scala regionale e dovrà impostare un programma di installazione delle nuove stazioni di stima del combustibile per gli incendi boschivi per implementare ulteriormente la rete di monitoraggio realizzata nel precedente progetto MEDSTAR. Questa attività deve essere svolta in stretto contatto con la Regione Toscana in quanto i sensori devono essere installati in centralini meteorologiche già presenti.

Attività Straordinaria: termine previsto 28/02/2028

49. Sviluppo di un sistema integrato a supporto delle istanze di VINCA comprensivo di uno studio degli effetti climatici su habitat ricompresi nelle aree naturali protette

L'attività prevede lo sviluppo di un sistema integrato a supporto della gestione delle pratiche VAS e VINCA di competenza dell'amministrazione regionale, in modo di agevolare sia il cittadino nella di presentazione di domande inerenti interventi in tali aree, riducendo gli elementi di incertezza, sia gli uffici regionali nella valutazione di tali domande, migliorando quindi i tempi delle istruttorie.

L'attività prevede tre principali macroazioni, tra loro integrate:

1. la progettazione e la realizzazione di un database funzionale alla gestione e alla consultazione delle normative riguardanti le aree soggette a VAS e VINCA,
2. la messa a punto di schede catalografiche, indicizzate nel suddetto database, inerenti la normativa di tali aree, nelle quali possano venir evidenziate le caratteristiche identitarie di ogni area, comprendendo ad esempio i valori eco sistemici e ambientali, le direttive, le prescrizioni, gli elementi di delimitazione geografica, etc.
3. integrazione del Sistema con il Geoscopio, finalizzata alla consultazione su base geografica dei dati acquisiti tramite le precedenti due azioni

Una quarta azione, da considerarsi del tutto sperimentale, riguarderà la possibilità di caratterizzare le aree soggette a VAS e VINCA anche da un punto di vista climatologico in accordo con l'attività DNSH, evidenziando, se esistenti, trend temporali di medio o lungo periodo.

Il Sistema mira al raggiungimento di alcuni obiettivi specifici:

1. consentire l'analisi cartografica dei siti di interesse e la consultazione/visualizzazione delle informazioni presenti nel database e nelle schede catalografiche anche su base geografica, attraverso l'integrazione del Sistema con il Geoscopio
2. Migliorare la comunicazione e la trasparenza tra utenti e valutatori.
3. Ridurre i tempi delle istruttorie.
4. Ridurre le incertezze interpretativa da parte dei richiedenti

Essendo una attività di sviluppo su più annualità i dettagli dei vari punti saranno oggetto di definizione con gli uffici regionali competenti in base ai prototipi realizzati e testati dagli uffici. Altre funzionalità potranno essere inserite in base alle risorse disponibili nelle prossime annualità.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2027

50. Realizzazione attività progetto SOLIDUS

Il progetto SOLIDUS (Strumenti per Ottimizzare La gestione Del territorio rUrale a rischio Siccità) finanziato da ASI svolto in collaborazione con CNR-IFAC, prevede l'impegno del consorzio per l'implementazione di servizi web per il rilascio dei prodotti sviluppati. Il progetto prevede lo sviluppo di un dimostratore in grado di generare e rendere disponibili per il downstream due livelli di prodotti:

Prodotti di livello 1 di umidità del suolo e biomassa vegetale ottenuti attraverso l'integrazione di dati EO SAR (S-1; CSK e CSG) e multi/iperspettrali (S-2; Landsat 8/9; PRISMA se disponibili)

Prodotti di livello 2 derivati dalla combinazione dei prodotti di livello 1 per l'allerta precoce legati al rischio di siccità a supporto sia della ricerca scientifica che dell'ottimizzazione dell'uso delle risorse idriche in ambito agricolo ambientale.

Grazie agli algoritmi allo stato dell'arte e alle tecniche di intelligenza artificiale (AI) è atteso un miglioramento significativo in termini di accuratezza e risoluzione rispetto ai prodotti esistenti.

Il dimostratore verrà testato e validato su due aree pilota (Valdelsa e Maremma) con l'obiettivo di renderlo poi indipendente dall'area investigata.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2026

51. Carta uso e coperture del suolo edizione 2026

E' previsto l'aggiornamento periodico della DB Carta di copertura e uso del suolo in scala 1:10.000, sulla base delle ortofoto acquisite nel corso del 2025.

L'aggiornamento consiste nel consueto riconoscimento dei cambiamenti sulle foto aeree analizzando il passaggio attuale con quello precedente.

La fase di fotointerpretazione e editing del DBUCS2022 consiste nell'aggiornamento dei soli poligoni che ricadono 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.

Per l'aggiornamento 2022-2025 sarà implementata una nuova procedura che seguirà le linee guida per la realizzazione del UCS secondo il modello concettuale europeo EAGLE (Eionet Action Group on Land monitoring in Europe).

La procedura EAGLE consiste nell'applicazione di un modello concettuale che separa la descrizione della copertura del suolo, dell'uso del suolo e delle caratteristiche funzionali del territorio, consentendo una rappresentazione più flessibile, interoperabile e analiticamente robusta rispetto alle classificazioni tradizionali.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2026

52. Grafo unico e coevo su tutta la Toscana del reticolo idrografico

Si prevede la realizzazione di un nuovo grafo informatico del reticolo idrografico esteso all'intero territorio regionale. In una fase preliminare sarà definita e progettata, in coordinamento con la Direzione regionale competente, la struttura del database, tenendo conto delle necessarie congruenze con dataset esistenti, quali il pregresso reticolo del Sistema delle Acque e gli aggiornamenti del reticolo di gestione forniti dai Consorzi di Bonifica.

La fase di implementazione del grafo avrà luogo successivamente alla conclusione della progettazione e sarà svolta in stretta collaborazione con la struttura regionale preposta, al fine di garantire coerenza tecnica, qualità dei dati e integrazione con i sistemi informativi regionali.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2026

53. Accordo di collaborazione Provincia di Grosseto

L'attività prevede il supporto nella realizzazione delle attività del progetto G.A.M.E. UPI 2.0 (G.iovani A.utodeterminazione M.ovimento E.mpowerment)- Fondo Politiche giovanili TALENT4FUTURE CUP E69I25000070001 di cui la Provincia di Grosseto è partner.

PDA 2026 e triennale 2026-2028

In particolare l'azione riguarda la progettazione e la realizzazione di un applicativo web dedicato all'orientamento scolastico e formativo, con l'obiettivo di supportare studenti, famiglie e utenti interessati nella scelta consapevole dei percorsi di istruzione e formazione disponibili sul territorio.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/01/2026

AMMINISTRAZIONE E IT

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 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.

54. 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 31/12/2028

55. 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 31/12/2028

56. 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 31/12/2028

57. 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 31/12/2028

58. 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 2025 è previsto l'avvio della migrazione del CED verso TIX, acquisizione in cloud di potenza di calcolo e gestione del cyberspazio in conformità alle disposizioni della ACN (Autorità nazionale per la cybersicurezza).

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2028

59. 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*, in particolare relativa alla costruzione di prodotti comunicativi e report sugli aspetti di Meteorologia e Climatologia della Toscana (report stagionali prodotti per il web; report annuale "Il Clima in Toscana"; prodotti divulgativi come il calendario "12 mesi di clima in Toscana");
 - sviluppo di nuovi contenuti e prodotti per il web, anche relativamente ai progetti di cui il Consorzio è partner;
 - mantenimento e animazione dei canali *social network*, in particolare la pagina istituzionale Facebook, il profilo istituzionale Twitter @flash_meteo dedicato agli aggiornamenti meteo, il canale YouTube; il canale Telegram; il canale WhatsApp specificatamente attivati per fornire informazioni brevi agli utenti anche su piattaforme mobili;
 - diretta streaming "LaMMA Live" sul canale YouTube LaMMA e sulla pagina Facebook ogni venerdì alle 15.30, mandata in streaming in contemporanea anche sulle pagine Facebook della Regione Toscana, del Consiglio Nazionale delle Ricerche e di InToscana.
- 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 e relativi ai progetti in cui il Consorzio è coinvolto in misura diretta e indiretta;
- 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 specifiche applicazioni. Il LaMMA dispone di una propria applicazione *mobile*, *LaMMA Meteo*, scaricabile gratuitamente sia sullo Store Google Play che sullo Store di IOS; per il 2025 si prevede una attività di manutenzione e aggiornamento di alcune funzioni della applicazione per una migliore e più efficace comunicazione dei contenuti meteo di maggiore (attuale o potenziale) interesse.

Attività Ordinaria: termine previsto 31/12/2028

MODIFICHE GIUGNO 2026

Le attività riportate in questa sezione sono commesse affidate solo successivamente all'approvazione da parte della giunta della prima versione del PDA avvenuta con DGR 598 del 18/05/2026.

60. Perfezionamento della ricognizione delle aree tutelate per legge di cui all'art.142 del D.Lgs.42/2004 finalizzato all'aggiornamento del quadro conoscitivo del PIT-PPR

Perfezionamento della ricognizione delle aree tutelate per legge di cui all'art.142 del D.Lgs 42/2004 finalizzato all'aggiornamento del quadro conoscitivo del PIT-PPR, con l'acquisizione delle ricognizioni di maggior dettaglio proposte da più di 100 Comuni dal 2016 ad oggi in forza dell'art.5, c.4 dell'Elaborato 8B del PIT-PPR e validate congiuntamente da MiC e Regione Toscana oltretutto con gli aggiornamenti e le integrazioni concernenti atti normativi/amministrativi, da cui originano specifiche categorie di beni, intervenuti negli ultimi anni.

L'obiettivo è quello di raggiungere, nell'individuazione delle aree tutelate per legge, quella certezza che è indispensabile per ridurre sempre più il divario tra la norma e la sua rappresentazione aumentando di fatto la qualità dello strumento in termini di efficacia ed efficienza nonché rafforzare la fiducia reciproca tra Enti dello Stato, Enti Locali, liberi professionisti, cittadini.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2026

61. Sistema informativo regionale della costa

L'attività si inserisce in continuità con quanto previsto nell'Attività 32 del PdA, relativa allo sviluppo e applicazione di metodi e modelli per la caratterizzazione del rischio costiero e l'analisi evolutiva della linea di riva a scala regionale. L'attività straordinaria consente di rendere pienamente operativa la componente di monitoraggio prevista, attraverso l'acquisizione, integrazione e valorizzazione dei dati satellitari all'interno dell'infrastruttura dati del Consorzio LaMMA. Essa rafforza quanto già previsto nel Piano e introduce una componente innovativa di tipo infrastrutturale, orientata alla messa a sistema dei dati garantendo continuità e coerenza al monitoraggio costiero.

In coerenza con l'orizzonte triennale dell'intervento, l'attività si articola secondo una progressione temporale che prevede:

- per il 2026, l'avvio delle attività di acquisizione dei dati satellitari e la progettazione dell'infrastruttura, con la definizione dell'architettura di sistema, dei flussi informativi e delle modalità di accesso al catalogo delle immagini;
- per il 2027, il completamento dell'implementazione delle piattaforme e la piena messa in esercizio del sistema, con l'integrazione operativa dei dati e l'alimentazione continuativa dei servizi digitali, incluse le immagini in tempo reale (webcam costiere);
- per il 2028, la stabilizzazione e ottimizzazione del sistema, con aggiornamento continuo dei dati e

consolidamento delle modalità di gestione e fruizione a supporto delle attività regionali.

Le attività di acquisizione delle immagini satellitari sono previste su base annuale per l'intero triennio. Le attività integrative di monitoraggio saranno definite sulla base delle specifiche esigenze regionali e realizzate mediante l'utilizzo della strumentazione già in dotazione al Consorzio LaMMA

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2028

62. Supporto alle attività di sviluppo modellistico per la qualità dell'aria utili al recepimento della direttiva europea 2024/2881

La nuova direttiva europea Direttiva (UE) 2024/2881 sulla qualità dell'aria, che l'Italia dovrà recepire entro la fine del 2026, rende la modellistica obbligatoria per molte applicazioni modificandone quindi l'utilizzo e attribuendole un ruolo centrale nella valutazione dell'estensione geografica degli sforamenti dei limiti e nella pianificazione delle misure di qualità dell'aria.

Viene esplicitamente richiesta come metodo di supporto alle misurazioni per garantire una valutazione completa della qualità dell'aria su tutto il territorio.

L'attività prevede quindi di:

- analizzare la speciazione chimica legata all'inventario emissivo, come richiesto dalla modellistica;
- effettuare uno studio di sensibilità della catena modellistica, eseguendo diverse run per individuare la configurazione ottimale per gli scopi previsti;
- utilizzare le stime ottenute dalla configurazione ottimale per aggiornare le procedure di valutazione della rappresentatività spaziale delle centraline, in conformità con la nuova Direttiva;
- valutare attentamente gli strumenti più idonei, con particolare attenzione alle centraline di traffico, che richiedono l'uso di una modellistica diversa; saranno vagliate vari strumenti in attesa delle specifiche fornite con il recepimento ufficiale della Direttiva.

Oltre all'attività di modellistica per le specifiche richieste dalla nuova direttiva il LAMMA effettuerà, per quanto di propria competenza e di concerto con ARPAT l'aggiornamento dell'IRSE con gli ultimi dati disponibili.

L'attività avrà una durata biennale con una consegna di un report della fase di studio, finalizzata alla scelta degli strumenti e delle configurazioni ottimali al termine del primo anno.

I restanti prodotti per la direttiva e l'aggiornamento IRSE entro il 31/12/2027. Eventuali proroghe potranno rendersi necessarie per l'aggiornamento IRSE essendo l'attività del Consorzio possibile solo a completamento dell'attività di ARPAT.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/12/2027

63. Supporto alla realizzazione del progetto europeo VAGUE

Le attività del Consorzio comprendono lo sviluppo di una catena modellistica multi-livello per la caratterizzazione meteo-marina dei siti pilota dell'AdSP MTS (incluso il sito di Portoferraio) e la valutazione del potenziale energetico del moto ondoso. Inoltre sarà garantito il supporto alle attività sperimentali in situ attraverso simulazioni numeriche, analisi dei dati osservati e calibrazione degli strumenti di valutazione; il contributo alla definizione del Masterplan energetico e ambientale transfrontaliero.

Le attività sviluppate nel sito pilota di Portoferraio potranno costituire la base per la realizzazione di un laboratorio permanente per l'osservazione meteomarina e la sperimentazione di tecnologie innovative per la blue economy, valorizzando tale sito anche oltre la conclusione del progetto VAGUE nell'ambito delle future iniziative dell'AdSP MTS.

Il Consorzio LaMMA si impegna altresì a fornire supporto tecnico-scientifico ad AdSP MTS su tutte le componenti del progetto, inclusa la revisione dei documenti progettuali, il contributo agli output e ai risultati, la partecipazione attiva ai meeting di progetto, alle attività di disseminazione e comunicazione, incluso l'evento finale.

I dati, i modelli e gli strumenti sviluppati nell'ambito delle attività di cui al presente articolo saranno realizzati secondo criteri di interoperabilità, riutilizzabilità e integrazione con le piattaforme digitali e i sistemi di supporto alle decisioni dell'AdSP MTS, ivi inclusa la piattaforma MONI.C.A.

Attività Straordinaria: termine previsto 31/01/2028