

## **DECRETO**

**n. 13 del 22.02.2017**

Approvazione schema convenzione e relazione tecnica per l'affidamento in house delle attività straordinarie in ambito pedologico al Socio CNR IGG.

## L'AMMINISTRATORE UNICO

- Vista la L.R. n. 35 del 23.02.2005 che ha disposto la costituzione del Consorzio LaMMA “Laboratorio di Monitoraggio e Modellistica ambientale per lo sviluppo sostenibile”, avente come soci fondatori la Regione Toscana, il Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) e la Fondazione per la Meteorologia Applicata (FMA);
- Vista la L.R. n° 39 del 17 luglio 2009 recante la nuova disciplina del Consorzio LaMMA;
- Vista la Convenzione del Consorzio LaMMA approvata dall'assemblea straordinaria dei soci del 26 maggio 2010 con verbale redatto dal notaio dott. Mario Piccinini il 26 maggio 2010, rep. n. 62.549 fasc. 27.188 e successiva modifica;
- Visto lo Statuto del Consorzio LaMMA, approvato dall'assemblea straordinaria dei soci straordinaria del 26 maggio 2010 con verbale redatto dal notaio dott. Mario Piccinini il 26 maggio 2010, rep. n. 62.549 fasc. 27.188 e successiva modifica;
- Visto il verbale dell'Assemblea dei Soci del 23 maggio 2013 e il Decreto P. G. R. n° 108 del 07.06.2013 relativi alla nomina in qualità di Amministratore Unico del LaMMA del Dott. Bernardo Gozzini
- Visto l'art. 5 del D. Lgs 50/2016 “Principi comuni in materia di esclusione per concessioni, appalti pubblici e accordi tra enti e amministrazioni aggiudicatrici nell'ambito del settore pubblico”;
- Visto il Bilancio Previsionale annuale 2017 e pluriennale 2017-2019 e il Piano Annuale delle Attività 2017 come risulta dal verbale dell'Assemblea dei Soci del 18.01.2017;
- la Relazione Tecnica del Dott. Lorenzo Bottai contenente le attività straordinarie che, strettamente collegate con le attività ordinarie, si intende far eseguire in house al Socio CNR;

Preso atto che:

- in base all'art. 2, della legge regionale n. 39/09, il Consorzio LaMMA “è dotato di personalità giuridica di diritto pubblico, di autonomia amministrativa, organizzativa e contabile”;
- in base all'art. 5, della legge regionale n. 39/09, il Consorzio LaMMA - il Consorzio svolge le attività indicate all'art. 4, comma 1, della legge n. 39 del 2009 a supporto delle attività istituzionali dei propri Soci;
- le suddette attività si distinguono in ordinarie, quelle di interesse comune dei consorziati aventi carattere continuativo e straordinarie, quelle richieste dagli enti consorziati in aggiunta alle attività ordinarie e finanziate con i contributi straordinari degli stessi consorziati richiedenti;
- le attività poste in essere dal Consorzio sono eseguite attraverso il lavoro del personale del LaMMA stesso e di quello, di anno in anno, messo a disposizione, a titolo di contributo ordinario dal Consiglio Nazionale delle Ricerche;
- tale personale è in grado di eseguire le sole attività ordinarie;
- sin dalla sua costituzione il Consorzio LaMMA si è avvalso della collaborazione del Consiglio Nazionale delle Ricerche, in qualità di Socio fondatore, ed in particolare dell'Istituto IGG per l'esecuzione delle attività in ambito pedologico in virtù della competenza scientifica posseduta dallo stesso;

Considerato che:

- è necessario provvedere all'esecuzione delle attività riportate nella Relazione Tecnica succitata;
- le attività di cui al suddetto Piano sono finanziate con fondi straordinari indicati nel Bilancio previsionale 2017 e pluriennale 2017-2019;
- sussiste uno stretto legame tra le attività ordinarie e straordinarie del LaMMA;

Valutato che permane la necessità di provvedere all'affidamento in house al C.N.R. - IGG delle attività straordinarie riportate nell'Allegata Relazione;

Ritenuto necessario, per quanto sopra espresso, approvare lo schema di convenzione da sottoscrivere fra il Consorzio LaMMA e il C.N.R.– IGG e la Relazione Tecnica delle attività, documenti che formano parte integrante del presente provvedimento quali allegati "A" e "B";

## **D E C R E T A**

- di approvare, per le ragioni espresse in narrativa che qui si intendono integralmente richiamate, la Relazione Tecnica ( All. A) e lo schema di Convenzione (All. B) documenti parti integranti e sostanziali del presente atto, con i quali il LaMMA affida in house al Socio CNR- IGG lo svolgimento delle attività straordinarie in ambito pedologico di cui alla sopracitata Relazione;
- di dare atto che la decorrenza della convenzione di cui al punto 1) prende avvio entro 15 gg. dalla sottoscrizione e cessa entro e non oltre il 30.11.2017;
- di provvedere al finanziamento della spesa scaturente dal presente atto di € 398.000,00 (trecentonovantottomila) esente IVA, salvo minore rendicontazione mediante copertura nel Bilancio di previsione pluriennale 2017-2019;
- di provvedere a tutti gli atti necessari e conseguenti al presente decreto.

L'Amministratore Unico  
Dott. Bernardo Gozzini  
*Firmato digitalmente*

## ALL. A

### RELAZIONE TECNICA

#### relativa ai progetti di ricerca previsti dal PDA 2017-2019 - attività 33

#### INDICE

Intervento 1 – Gestione, manutenzione e aggiornamento del DB Geologico della Regione Toscana:.....	5
Gestione, manutenzione e aggiornamento dei livelli informativi “Elementi geologici” e “Banca dati indagini geotematiche”:	5
1. Obiettivi.....	5
2. Ambito territoriale.....	5
3. Attività.....	5
4. Prodotti finali.....	7
5. Cronoprogramma.....	8
Formati di consegna.....	8
Intervento 2 – Approfondimento e sviluppo delle conoscenze riguardanti i sistemi acquiferi regionali.....	8
1. Premessa.....	9
2. Obiettivi.....	9
3. Ambito territoriale.....	10
4. Organizzazione delle attività.....	10
5. Descrizione delle attività.....	10
6. Cronoprogramma.....	12
7. Risultati ed elaborati prodotti.....	12
Formati di consegna.....	12
Intervento 3 – Prosecuzione sviluppo e implementazione DB Geobasi.....	13
1. Premessa.....	13
2. Obiettivi quarto anno.....	13
3. Cronoprogramma.....	14
4. Prodotti attesi.....	14
Formati di consegna.....	15
Intervento 4 – Prosecuzione e implementazione della banca dati micropaleontologici di superficie per ambiti geologici di interesse regionale. Inserimento dati micropaleontologici riguardanti il Quaternario delle aree costiere e le Successioni Epiliguri.....	15
1. Introduzione.....	15
2. Obiettivi specifici.....	16
3. Attività.....	16
4. Risultati ed elaborati prodotti.....	16
5. Cronogramma.....	16
6. Prodotti attesi.....	17
Intervento 5 - Geomorfologia, litotecnica e stabilità dei versanti.....	18
A - Studio geologico-tecnico dei depositi superficiali per un'area di interesse in Alta valle del Serchio e/o Lunigiana sud-orientale di estensione pari a circa 200 kmq. ....	18
1. Introduzione.....	18
2. Dati di riferimento e area di studio.....	18
3. Descrizione delle attività.....	19
4. Prodotti attesi.....	24
5. Cronogramma attività di progetto.....	25
B - Banca dati litotecnica integrata delle province di Arezzo, Lucca, Massa Carrara e Pistoia.....	25
1. Introduzione.....	25
2. Descrizione delle attività.....	26
3. Prodotti attesi.....	28
4. Cronogramma attività di progetto.....	29
C - Banca dati geomorfologica della Provincia di Grosseto.....	29
1. Premessa e obiettivi.....	29
2. Descrizione delle attività.....	30
3. Cronoprogramma.....	31
4. Prodotti finali.....	32

Intervento 1 – Gestione, manutenzione e aggiornamento del DB Geologico della Regione Toscana:  
Gestione, manutenzione e aggiornamento dei livelli informativi “Elementi geologici” e “Banca dati indagini geotematiche”:  
Risorse finanziarie assegnate: € 45.000,00

### 1. Obiettivi

Il progetto si propone di arricchire e perfezionare i livelli informativi “Elementi geologici” e “Banca dati indagini geotematiche” del Database Geologico della Regione Toscana attraverso l’acquisizione di nuovi dati ed il controllo ed elaborazione di quelli esistenti.

Nella sua fase iniziale il progetto si pone inoltre l’obiettivo di predisporre il flusso di lavoro e le elaborazioni necessarie all’inserimento dei nuovi dati acquisiti, provenienti da fonti diverse, nei DB del Sistema Informativo Territoriale e Ambientale della Regione Toscana e alla loro pubblicazione su servizi WebGIS.

### 2. Ambito territoriale

Il progetto, nel suo complesso, riguarda l’intera superficie amministrativa della Regione Toscana. Attività più approfondite ed articolate sono previste in relazione ad aree di interesse specifico, riguardanti progetti affidati al Consorzio LaMMA nell’ambito dei quali sia prevedibile sia l’utilizzo dei dati afferenti ai livelli informativi oggetto del presente POL, sia la produzione di nuovi dati di interesse specifico per le finalità del presente progetto.

### 3. Attività

Di seguito vengono riassunte le principali attività previste, suddivise secondo il livello informativo di riferimento.

#### a. Elementi geologici

1. Verifiche di coerenza geometrica ed informativa, sia tra le entità appartenenti ai livelli costituenti la sezione “Elementi geologici” della Banca dati geologica regionale (geologia di superficie delle unità costituenti il substrato, al netto quindi delle coperture quaternarie), sia tra queste e quelle appartenenti ai livelli delle altre sezioni (“Elementi geomorfologici”, “Fenomeni franosi”, “Elementi territoriali”), attraverso il controllo dei rapporti topologici e la verifica della soddisfazione dei reciproci vincoli così come definiti nei documenti che descrivono la struttura dati del DB Geologico della Regione Toscana.
2. In corrispondenza delle aree di affioramento (osservazioni geologiche dirette, elementi chiave della carta interpretata), verifiche di coerenza tra la geologia di superficie descritta dal DB Geologico e quella della banca dati geologica “geo10k”.
3. Verifica della consistenza della geologia di superficie descritta dal DB geologico regionale con le informazioni derivanti dagli altri progetti affidati al Consorzio LaMMA, in particolare con i dati strutturali derivanti dallo studio del sistema acquifero in roccia “Arenarie di avanfossa della Toscana nord-orientale” e con quelli contenuti nella Banca Dati Micropaleontologici di superficie.
4. Recupero e raccolta degli errori e delle criticità individuati a carico del Continuum Territoriale Geologico nell’ambito delle attività volte alla caratterizzazione dei Corpi Idrici Significativi della Regione Toscana (CIS).
5. Attività di rilevamento sul terreno, volta alla risoluzione di quei problemi di natura geologica che necessitano della raccolta di dati oggettivi, ed inserimento nel DB geologico dei dati acquisiti (misure, limiti, aree di affioramento, ...); nelle aree di crinale, scoperte, verifica della possibilità di integrare gli

- “affioramenti areali” presenti in BD con le aree di affioramento desumibili dalle ortofoto presenti nella Cartoteca del Sistema Informativo Territoriale e Ambientale della Regione Toscana
6. Acquisizione delle segnalazioni di affioramenti geologici compilate utilizzando l'apposita scheda predisposta da CNR-IGG e Consorzio LaMMA e disponibile on line dalle pagine del S.I.T.A. della Regione Toscana.
  7. Correzione e aggiornamento delle entità appartenenti ai livelli costituenti la sezione “Elementi geologici” della Banca dati geologica regionale rispetto agli errori e alle criticità individuati con le attività di cui ai punti 1-4 e secondo quanto rilevato al punto 5 ed acquisito al punto 6.
  8. Aggiornamento costante, “in itinere”, delle banche dati di 2° livello derivate da quella geologica o consistenti con questa (es. BD CIS, BD Sottosuolo) attraverso il loro allineamento al DB geologico aggiornato e corretto.

#### Ripartizione attività CNR/IGG – LaMMA

Alcune delle attività sopraelencate vengono svolte in parte o completamente dal Consorzio LaMMA, sono pertanto a carico delle attività affidate con Convenzione al CNR /IGG per una quota parte basata sulle percentuali riportate di seguito.

Attività	Percentuale IGG/CNR	Percentuale LaMMA	Peso stimato su totale progetto
1	0%	100%	10-12%
2	100%	0%	7-9%
3	100%	0%	7-9%
4	100%	0%	7-9%
5	65%	35%	10-12%
6	0%	100%	3-5%
7	65%	35%	10-12%
8	100%	0%	10-12%

#### b. Banca dati indagini geotematiche

1. Adeguamento e manutenzione dei moduli online per il caricamento da parte dei professionisti delle relazioni geologiche e geologico-tecniche da loro redatte e consegnate agli uffici del Genio Civile.
2. Acquisizione delle relazioni di cui al punto 1 e delle schede di segnalazione relative ai sondaggi compilate utilizzando il form predisposto da CNR-IGG e Consorzio LaMMA e disponibile on line sulle pagine del S.I.T.A. della Regione Toscana.
3. Elaborazione dei dati acquisiti, attraverso la loro ubicazione e catalogazione, e compilazione dei relativi metadati.
4. Popolamento della BDIG con le entità lineari e puntuali corrispondenti all'ubicazione delle indagini acquisite.
5. Con riferimento alle aree della **Versilia** e della **dorsale appenninica**, corrispondenti agli ambiti territoriali dei progetti LaMMA riguardanti lo studio dei corpi idrici sotterranei, si procederà all'informatizzazione dei dati geologici e geologico-tecnici di sottosuolo sia di nuova acquisizione sia già presenti nella BDIG in formato raster per il loro utilizzo nell'ambito di tali progetti; a questo scopo, sulla scorta di quanto realizzato e dell'esperienza maturata nell'ambito del progetto “Geobasi – il Database geochimico della Regione Toscana” relativamente alla caratterizzazione litostratigrafica e idrostrutturale del sottosuolo della Piana di Follonica, saranno implementati nella BD sottosuolo specifici livelli informativi riguardanti la stratigrafia, i livelli piezometrici, la posizione dei filtri e le note originali così come desumibili dagli allegati alle indagini ubicate, provvedendo al loro popolamento.

6. Nelle stesse aree, si procederà all'analisi ed alla definizione delle relazioni esistenti tra i dati di sottosuolo acquisiti e la geologia di superficie descritta dal DB geologico regionale, attraverso il popolamento della BD Sottosuolo ed estendendo in profondità l'informazione geologica di superficie.

#### Ripartizione attività CNR/IGG – LaMMA

Alcune delle attività sopraelencate vengono svolte in parte o completamente dal Consorzio LaMMA, sono pertanto a carico delle attività affidate con Convenzione al CNR /IGG per una quota parte basata sulle percentuali riportate di seguito.

Attività	Percentuale IGG/CNR	Percentuale LaMMA	Peso stimato su totale progetto
1	0%	100%	3-5%
2	0%	100%	3-5%
3	0%	100%	3-5%
4	0%	100%	3-5%
5	100%	0%	7-9%
6	100%	0%	7-9%

#### 4. *Prodotti finali*<sup>1</sup>

- 1 Strati informativi degli “elementi geologici” del DB Geologico Regionale aggiornati e corretti.
- 2 “Storico” delle modifiche effettuate, da compilare per ogni nuova versione rilasciata, riportante l'ubicazione delle entità modificate, il tipo di modifica operata e la cattura a schermo della Banca dati geologica vestita nelle situazioni “ante” e “post” intervento.
- 3 Adeguamento dei moduli online predisposti per il caricamento delle relazioni geologiche e geologico-tecniche richieste dal Genio Civile.
- 4 Strati informativi della BDIG aggiornati e relativa documentazione collegata riguardante sondaggi, indagini sismiche, relazioni geologiche provenienti dai contributi di professionisti attraverso i moduli online (punto 2) e dalle preesistenti schede online relative ai sondaggi e agli affioramenti geologici.
- 5 Aggiornamento della BD sottosuolo nelle aree della **Versilia** e della **dorsale appenninica**.
- 6 Lista con tutte le criticità, errori ed incongruenze rilevati nell'ambito del presente progetto a carico degli altri strati informativi del DB geologico regionale.

<sup>1</sup> Parte dei prodotti sono a carico del Consorzio LaMMA, vedi ripartizioni paragrafo 3

## 5. Cronoprogramma

ATTIVITA' (termine 30 novembre 2017)	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 - Strati informativi degli "elementi geologici" del DB Geologico Regionale aggiornati e corretti.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2 - "Storico" delle modifiche effettuate, da compilare per ogni nuova versione rilasciata, riportante l'ubicazione delle entità modificate, il tipo di modifica operata e la cattura a schermo della Banca dati geologica vestita nelle situazioni "ante" e "post" intervento.						X	X	X	X	X
3 - Moduli online predisposti per il caricamento delle relazioni geologiche e geologico-tecniche richieste dal Genio Civile.	X	X	X	X	X					
Relazione stato di avanzamento					X (30/06/2017)					
4 - Strati informativi della BDIG aggiornati e relativa documentazione collegata riguardante sondaggi, indagini sismiche, relazioni geologiche provenienti dai contributi di professionisti attraverso i moduli online (punto 2) e dalle preesistenti schede online relative ai sondaggi e agli affioramenti geologici.						X	X	X	X	X
5 - Aggiornamento della BD sottosuolo nelle aree della Versilia e della dorsale appenninica.						X	X	X	X	X
6 - Lista con tutte le criticità, errori ed incongruenze rilevati nell'ambito del presente progetto a carico degli altri strati informativi del DB geologico regionale.									X	X

### Formati di consegna

Le banche dati prodotte saranno fornite sia in formato ESRI shape-files (ed eventuali ulteriori files DBF collegati) che in formato DB SPATIALITE, corredate della metainformazione in formato xml redatta secondo gli standard regionali e di schede descrittive, in formato PDF, riportanti caratteristiche, struttura, organizzazione, vocabolari di riferimento e qualsiasi ulteriore informazione utile ad una efficace fruizione del contenuto di ciascuno strato informativo. Saranno altresì forniti files di vestizione in formato SLD, le librerie di simboli in formato SVG e le legende in formato QML di QGIS.

Intervento 2 – Approfondimento e sviluppo delle conoscenze riguardanti i sistemi acquiferi regionali

*Allestimento di una base dati adeguata alla migliore descrizione e definizione dei Corpi Idrici Sotterranei, finalizzata ad una puntuale valutazione della risorsa idrica e ottimizzazione della tutela e della gestione della stessa, anche grazie all'implementazione e allo sviluppo delle Banche Dati CIS, in funzione di una*



*sinergica interazione con gli applicativi di modellazione ed elaborazione dei bilanci idrici ed idrologici di riferimento per la Regione Toscana (FREEWAT).*

Risorse finanziarie assegnate: € 85.500.

### 1. Premessa

La Giunta Regionale con le delibere n° 858/2001, 219/2002 e 225/2003 ha individuato all'interno del suo territorio 45 Corpi Idrici Sotterranei Significativi (CISS), dei quali 29 in depositi continentali e marino costieri e 16 in formazioni rocciose, ponendosi l'obiettivo di approfondire la conoscenza di tali corpi idrici a fini di tutela e gestione della risorsa idrica sotterranea.

Nell'ambito di precedenti attività del Consorzio LaMMA, sulla base di due convenzioni stipulate dalla Regione Toscana con la Fondazione per la Meteorologia Applicata (FMA) e con l'Istituto di Geoscienze e Georisorse (IGG) del CNR, i 45 CISS sono stati perimetrati sulla base della disponibilità della nuova carta geologica regionale in scala 1:10.000 al taglio delle singole sezioni CTR e ne è stata approfondita la conoscenza attraverso la ricostruzione, in profondità, dei limiti superiori e inferiori, sulla base della banca dati stratigrafie regionale.

Successivamente, tre Convenzioni tra Consorzio LAMMA e CNR/IGG (luglio 2008, gennaio 2010, dicembre 2010) hanno avuto per oggetto la caratterizzazione geologica, idrogeologica e geochemica dei 45 CISS regionali attraverso la definizione delle loro caratteristiche idrostrutturali, piezometriche e idrogeochemiche e pervenendo, nei casi in cui si disponeva di informazioni adeguate, ad una stima della risorsa idrica contenuta nel sistema acquifero.

Con la Deliberazione di Giunta Regionale del 26 ottobre 2009, n. 939, "Individuazione e caratterizzazione dei corpi idrici della Toscana", la Regione Toscana ha successivamente aggiornato il quadro conoscitivo riguardante gli acquiferi regionali elevando a 66 il numero dei Corpi Idrici Sotterranei (CIS) da sottoporre a tutela:

- 12 di nuova individuazione
- 18 derivanti da suddivisioni e/o riperimetrazioni di 9 CISS ex 225/2003
- 36 invariati rispetto alla 225/2003

Il progetto regionale di "aggiornamento e adeguamento alla DGRT 939/2009 della Banca dati dei Corpi Idrici Sotterranei", regolato da 4 successive convenzioni tra Consorzio LaMMA e CNR-IGG (novembre 2011, ottobre 2012, aprile 2013 e febbraio 2014), si è posta come obiettivo l'omogeneizzazione delle conoscenze riguardanti i corpi idrici sotterranei regionali attraverso la caratterizzazione geologica, idrogeologica e geochemica dei 12 CIS di nuova individuazione nonché l'adeguamento e l'integrazione delle conoscenze riguardanti i 9 CISS che hanno subito modifiche secondo quanto stabilito dalla DGRT 939/2009. Sulla base della disponibilità del Continuum territoriale della carta geologica regionale, la cui realizzazione ha comportato, in alcuni casi, modifiche anche significative alla geologia delle singole sezioni in scala 1:10.000, sono stati inoltre opportunamente ridefiniti i perimetri e i domini di esistenza di tutti e 66 i CIS regionali, operando dunque anche sui 36 corpi idrici non modificati dalla 939/2009, ottenendo così un quadro conoscitivo di riferimento coerente con la cartografia geologica descritta dal Continuum Geologico Regionale.

A conclusione delle attività sopra descritte, tenuto conto dell'obiettivo strategico di una più approfondita conoscenza dei sistemi acquiferi regionali e delle loro caratteristiche idrodinamiche e sulla scorta di una attenta valutazione dello stato delle conoscenze, sono state individuate le opportune linee di sviluppo del progetto, illustrate nel presente POL.

### 2. Obiettivi

Al fine di perseguire l'obiettivo strategico di una più approfondita conoscenza dei sistemi acquiferi regionali e delle loro caratteristiche idrodinamiche, sulla base del lavoro sin qui svolto nell'ambito della

caratterizzazione idrostratigrafica, idrogeologica e geochimica dei 66 Corpi Idrici Sotterranei (CIS) della Regione Toscana e considerato lo stato dell'arte relativo alla disponibilità di informazioni di carattere geologico, idrogeologico e geochimico, risulta necessario, da un lato, elevare ad un livello "sufficiente" il **modello concettuale** dei vari sistemi acquiferi individuati e, dall'altro lato, tradurre i modelli concettuali elaborati in **modelli numerici** capaci di descrivere e simulare la dinamica del sistema acquifero.

Nel primo caso, le attività sono finalizzate al raggiungimento per ogni CIS di un quadro conoscitivo "adeguato" per la definizione di **modelli concettuali** (utilizzabili per l'elaborazione di modelli numerici), sia attraverso l'integrazione con dati recentemente prodotti, sia attraverso l'acquisizione di nuovi dati idrogeologici, geologici, geochimici. In questo senso, di estremo interesse, sia scientifico che strategico, sono gli acquiferi in mezzi fratturati e, in particolare, gli acquiferi in arenarie appartenenti alle successioni di *avanfossa* appenniniche. Per questi acquiferi risulta estremamente importante definirne le problematiche e l'effettiva potenzialità in modo da poterne modellizzare i possibili scenari di sfruttamento.

Per i CIS dei quali si dispone di modelli concettuali affidabili e di un numero sufficiente di dati per la calibrazione possono essere realizzati **modelli numerici di flusso**, attraverso l'utilizzo degli strumenti sviluppati all'interno del progetto FREEWAT.

### 3. *Ambito territoriale*

Il progetto, nel suo complesso, riguarda l'intera superficie amministrativa della Regione Toscana, con riferimento alle aree interessate dalla presenza dei corpi idrici sotterranei regionali (CIS).

Anche nella seconda annualità di progetto, saranno presi in considerazione due sistemi acquiferi di interesse regionale per i quali le attività saranno volte alla realizzazione rispettivamente di un modello numerico e di un modello concettuale: il sistema acquifero in mezzi porosi "*Versilia e Riviera Apuana*" (modello numerico) ed il sistema acquifero in mezzi rocciosi fratturati delle "*Arenarie di avanfossa della Toscana nord-orientale*" per i bacini non studiati nel corso della precedente annualità (modello concettuale).

Nel contesto territoriale descritto, i generali obiettivi di progetto sopra enunciati si traducono in:

- realizzazione del modello numerico dell'acquifero in mezzi porosi "*Versilia e Riviera Apuana*";
- integrazione e completamento della raccolta dati strutturali, idrogeologici e geochimici nell'area campione (bacino pilota) del sistema acquifero in roccia "*Arenarie di avanfossa della Toscana nord-orientale*" e realizzazione del modello concettuale di circolazione di acque sotterranee;
- acquisizione di nuovi dati geologico-stratigrafici, idrogeologici e geochimici e recupero dei dati stratigrafici contenuti nella banca dati regionale "Indagini Geotematiche" (BDIG) eventualmente privilegiando, oltre alle aree di competenza dei due sistemi acquiferi descritti e qualora individuate, anche quelle zone maggiormente povere di dati appartenenti ad aree di specifico interesse regionale cui potrebbero riferirsi le successive annualità di progetto.

### 4. *Organizzazione delle attività*

Le attività da svolgere risultano diversificate in funzione della tipologia del corpo idrico sotterraneo, ovvero se insediato in mezzi porosi o in mezzi rocciosi fratturati.

Complessivamente, esse consistono nell'implementazione di una banca dati di progetto rappresentativa dei modelli concettuali elaborati, e dunque contenente tutti i dati geologico-stratigrafici, idrogeologici e geochimici, sia già disponibili sia di nuova produzione/acquisizione, caratterizzanti i sistemi acquiferi in esame e nello sviluppo di un modello numerico di flusso riguardante il sistema acquifero insediato in mezzi porosi.

La durata complessiva delle attività è prevista in 12 mesi.

### 5. *Descrizione delle attività*

1. Inserimento dei dati stratigrafici acquisiti nella Banca dati "Sottosuolo" attraverso le consuete operazioni di validazione, razionalizzazione e normalizzazione delle descrizioni litologiche e di correlazione tra i livelli stratigrafici descritti e le unità di legenda definite dal Continuum Geologico della Regione Toscana e loro organizzazione ai fini della possibilità di interrogazione mediante il software Qgis + plugin Midvatten.
2. Reperimento di nuovi campioni derivanti da sondaggi geognostici sui quali effettuare analisi micropaleontologiche finalizzate all'individuazione di markers biostratigrafici e indicazioni paleoecologiche utilizzabili per la definizione della stratigrafia di sottosuolo. Tali informazioni, a carattere biostratigrafico e paleoambientale, andranno a popolare la Banca dati "Sottosuolo" contribuendo a migliorare sensibilmente il quadro conoscitivo relativo al sistema acquifero in esame e concorrendo così alla definizione dei relativi modelli concettuali.
3. Raccolta di nuovi dati all'interno del secondo bacino prescelto per il CIS "Arenarie di avanfossa della Toscana nord-orientale". Questa attività consisterà nel rilevamento geologico-strutturale dei sistemi di fratturazione, che giocano un ruolo fondamentale nell'idrodinamica di questi acquiferi, e nell'esecuzione di indagini idrogeologiche ed idrogeochimiche (misure di portata, campionamenti, ecc.).
4. Complessivamente, tutti i dati geologico-stratigrafici, idrogeologici e geochimici disponibili per i sistemi acquiferi in esame saranno organizzati e posti in reciproca relazione in una banca dati di progetto rappresentativa del modello concettuale elaborato. Al fine di favorirne la fruizione tramite i tools del sistema Freewat, la struttura di tale banca dati risulterà modificata rispetto a quella implementata nell'ambito della caratterizzazione dei Corpi Idrici Sotterranei regionali (banca dati BD\_CIS).
5. Implementazione e calibrazione del modello numerico di flusso per l'acquifero "*Versilia e Riviera Apuana*", utilizzando il codice di calcolo Modflow (USGS) e gli strumenti open source resi disponibili nell'ambito del progetto Freewat. Per mezzo del modello calibrato saranno anche effettuate alcune simulazioni di possibili scenari idrometeorologici e di utilizzo della risorsa, al fine di valutare la corrispondente risposta quantitativa del sistema acquifero. Inoltre, sarà avviata l'implementazione di una modellistica numerica di trasporto, anche per verificare in maniera specifica quali sono le "debolezze" dello stato conoscitivo attuale relativo alla qualità delle acque (disomogenea distribuzione del dato analitico, mancanza di serie di dati monitoraggio in continuo, ecc.) e programmare quindi azioni mirate per l'integrazione di dati. Altre analisi ed elaborazioni potranno essere definite e concordate nell'ambito delle riunioni tecniche cui la Regione Toscana parteciperà nell'ambito dei lavori di implementazione dei tools Freewat, al fine di favorirne la valutazione e testing.
6. A conclusione di questa fase di progetto, sulla scorta dell'esperienza maturata e sulla base delle indicazioni ricevute dai servizi tecnici regionali, sarà infine effettuata un'analisi critica delle conoscenze e dei dati disponibili individuando i sistemi acquiferi sui quali concentrare le attività delle successive annualità di progetto.

## 6. Cronoprogramma

CIS	Tipo*	Banca dati di progetto	Relazione stato di avanzamento	Modello concettuale	Modello numerico	Banca dati Sottosuolo	Relazione finale
Corpo idrico della Versilia e Riviera Apuana	MP	30/05/2017	30/06/2017	-	30/11/2017	30/11/2017	30/11/2017
Corpo idrico delle arenarie di avanfossa della Toscana nord-orientale	R	30/08/2017	30/06/2017	30/10/2017	-	30/11/2017	30/11/2017

\* Tipologia dell'acquifero (MP: in mezzi porosi; R: in roccia)

## 7. Risultati ed elaborati prodotti

Alle attività sopra descritte corrispondono i prodotti qui di seguito elencati consegnati secondo le scadenze riportate nel *cronoprogramma*:

- 1 Collezione dei dati geologico-stratigrafici, idrogeologici e geochimici complessivamente disponibili per il sistema acquifero "Versilia e Riviera Apuana".
- 2 Collezione dei dati geologico-strutturali, idrogeologici e geochimici di nuova acquisizione e di quelli complessivamente disponibili per il bacino individuato nel sistema acquifero delle "Arenarie di avanfossa della Toscana nord-orientale".
- 3 Banca dati "Sottosuolo", aggiornata con i dati stratigrafici sia di nuova acquisizione sia recuperati dalla BDIG e con i nuovi dati biostratigrafici e paleoambientali derivanti dalle analisi micropaleontologiche eseguite su nuovi campioni raccolti in sondaggio, eventualmente modificata ed implementata secondo gli obiettivi del presente progetto.
- 4 Modello numerico di flusso del sistema acquifero "Versilia e Riviera Apuana";
- 5 Relazioni dettagliate descrittive i modelli concettuali elaborati per i due sistemi acquiferi in esame ed il modello numerico sviluppato per l'acquifero "Versilia e Riviera Apuana".

### Formati di consegna

Le banche dati prodotte saranno fornite sia in formato ESRI shapefile (ed eventuali ulteriori files DBF collegati) che in formato DB SPATIALITE, corredate della metainformazione in formato xml redatta secondo gli standard regionali e di schede descrittive, in formato PDF, riportanti caratteristiche, struttura, organizzazione, vocabolari di riferimento e qualsiasi ulteriore informazione utile ad una efficace fruizione del contenuto di ciascuno strato informativo. Saranno altresì forniti i files di vestizione in formato SLD, le librerie

di simboli in formato SVG e le legende in formato QML di Qgis.

Per quanto riguarda il modello numerico di flusso calibrato e le relative simulazioni, saranno consegnati i dati di progetto (input) e quelli di output organizzati secondo i formati di import/export previsti dalla piattaforma Freewat.

Intervento 3 – Prosecuzione sviluppo e implementazione DB Geobasi

Risorse finanziarie assegnate: € 30.000.

### 1. Premessa

La necessità della conoscenza del territorio finalizzata alle tematiche ambientali ha condotto i Paesi sviluppati alla produzione di una cartografia geochemica come strumento di conoscenza di base indispensabile per molteplici fini applicativi. Tale interesse ha portato alla nascita del progetto globale The International Geochemical Mapping (IGM) Project accettato dall'UNESCO/IUGS nel 1988 e poi gestito dall'International Geological Correlation Program (noto come IGCP 259) fino allo sviluppo delle attività sfociate nella compilazione degli Atlanti Europei FOREGS (2000-2006) e GEMAS (Cartografia Geochemica dei Suoli Agricoli, 2007-2012).

Ai fini delle applicazioni ambientali lo studio del comportamento spaziale degli elementi chimici è fondamentale per la caratterizzazione dei valori di background e baseline (background è la concentrazione naturale degli elementi nelle matrici ambientali, baseline è la concentrazione misurata attualmente in un determinato sito, ivi compresa la presenza di contributi di origine antropica). La conoscenza a livello nazionale e regionale di tali valori è indispensabile per dare risposta a problemi di carattere ambientale che riguardano l'agricoltura, le risorse idriche, lo smaltimento dei rifiuti, la salute animale e umana. L'applicazione di metodi grafico-numeriche orientati su base statistica e geostatistica integrati con modelli geologici e più strettamente geochemici, legati alla distribuzione delle specie chimiche all'interno delle varie matrici ambientali, è fondamentale al fine di contribuire alla corretta definizione di tali valori.

### 2. Obiettivi quarto anno

Nel corso del 2016 il gruppo di ricerca multidisciplinare (geologi, idrogeologi, geochemici, informatici, ingegneri) prevede di proseguire con le fasi di sviluppo del Progetto Geobasi attraverso quattro linee principali:

1. Approfondimento all'uso delle routines del software open source R e le sue interazioni sia lato client WEB che desktop (QGIS) al fine di dotare il Database GEOBASI della Regione Toscana di strumenti adeguati e condivisi per la caratterizzazione dei valori di background/baseline incrementando i tools di analisi geostatistica. Analogamente lato server sarà studiato il migliore approccio di immagazzinamento e di validazione delle nuove informazioni, oltre alla migliore configurazione per il wrapper di R. La definizione delle routines sarà dedicata sia allo sviluppo di metodologie robuste, al fine di minimizzare l'influenza dei valori anomali, che specifiche per dati composizionali al fine di considerare la loro natura relativa (proporzionale).

2. Eventuale raccolta di nuove informazioni di tipo stratigrafico ottenute dalla individuazione e studio multidisciplinare di sondaggi a carotaggio continuo, già realizzati nell'area pilota della Piana di Follonica, su sedimenti neogenici, finalizzate a migliorare le conoscenze sulle geometrie del sottosuolo dell'area e ad ampliare la caratterizzazione degli orizzonti riconosciuti

3. Definizione di ulteriori metodologie grafico-numeriche innovative per dati composizionali al fine di valutare l'influenza della natura del loro spazio campionario vincolato sui risultati ottenibili su base di analisi di statistica classica.

4. Saranno ulteriormente implementate le informazioni relative agli elementi chimici relativi alla sezione "Tavola Periodica degli Elementi" riportati sull'interfaccia web visibile online sul portale <http://www506.regione.toscana.it/geobasi/index.html>.

5. Infine si cercherà di trasportare l'esperienza e i prodotti del progetto Geobasi Toscana, a livello nazionale. In pratica saranno presi contatti con ISPRA (Dott. Maurizio Guerra) per capire quali funzioni potrebbe avere il Gruppo di Lavoro del progetto Geobasi-Toscana al fine di promuovere un Geobasi Nazionale da rendere

visibile online sul portale del Ministero dell'Ambiente.

Tutto questo permetterà da un lato di potenziare la banca dati geochimici interrogabile e fruibile anche per evidenziare variazioni temporali dei dati in essa contenuti, esigenza nata dall'inserimento dei dati di monitoraggio di ARPAT contenuti in SIRA. Tutti gli interventi sopra menzionati si collocano nel contesto di evoluzione e mantenimento del progetto Geobasi-Toscana, sia relativamente agli aspetti tecnologici che nel merito del contenuto. Infine non è da sottovalutare l'impegno di esportare il progetto a livello nazionale, processo in linea con quanto previsto dal Dlgs. 132 del 28 giugno 2016, in particolare al punto c dell'art.3 che promuove la diffusione della conoscenza "promozione e pubblica diffusione dei dati tecnico-scientifici e delle conoscenze ufficiali sullo stato dell'ambiente e sulla sua evoluzione".

#### Ripartizione attività CNR/IGG – LaMMA

Alcune delle attività sopraelencate vengono svolte in parte dal Consorzio LaMMA, sono pertanto a carico delle attività affidate con Convenzione al CNR /IGG per una quota parte basata sulle percentuali riportate di seguito.

Attività	Percentuale IGG/CNR	Percentuale LaMMA
1	40%	60%
2	85%	15%
3	70%	30%
4	85%	15%
5	90%	10%

### 3. Cronoprogramma

Attività										
	1 febbraio	2 marzo	3 aprile	4 maggio	5 giugno	6 luglio	7 agosto	8 settembre	9 ottobre	10 (30/11/2017)
1. Approfondimento all'uso delle routines del software open source R e le sue interazioni lato desktop e client WEB.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2. Eventuale raccolta di nuove informazioni di tipo stratigrafico ottenute dalla individuazione e studio multidisciplinare di sondaggi a carotaggio continuo, già realizzati nell'area pilota della Piana di Follonica					X	X	X	X	X	X
Relazione stato di avanzamento					X (30 giugno 2017)					
3. Implementazione di routine di query and tools					X	X	X	X	X	X
4. Acquisizione di nuove informazioni sugli elementi chimici	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5. Nazionalizzazione del progetto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

### 4. Prodotti attesi<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Parte dei prodotti sono a carico del Consorzio LaMMA, vedi ripartizioni paragrafo 2

1. Banca dati aggiornata e mantenuta a valle delle linee di sviluppo attuate.
2. Relazione finale sulle attività realizzate.

### **Formati di consegna**

La banca dati sarà fornita in formato DB SPATIALITE, corredate della metainformazione in formato xml redatta secondo gli standard regionali. I tools sviluppati, sia relativamente alla interfaccia WEB che lato desktop saranno tutti realizzati con software opensource e resi disponibili secondo i rispettivi formati. Le specifiche dei contenuti e le relazioni tecniche saranno fornite in formato PDF, riportando caratteristiche e caratterizzanti, struttura, organizzazione, vocabolari di riferimento e qualsiasi ulteriore informazione utile ad una efficace fruizione dei contenuti.

Intervento 4 – Prosecuzione e implementazione della banca dati micropaleontologici di superficie per ambiti geologici di interesse regionale. Inserimento dati micropaleontologici riguardanti il Quaternario delle aree costiere e le Successioni Epiliguri.

Risorse finanziarie assegnate: € 33.250.

#### *1. Introduzione*

Il progetto si pone come obiettivo la realizzazione di una Banca Dati biostratigrafica nella quale siano contenute varie tipologie di dati, in particolare quelli a carattere micropaleontologico, relativi a campioni raccolti durante numerose campagne di rilevamento, capaci di fornire indicazioni paleoambientali e *markers* biostratigrafici e cronologici, indispensabili per la collocazione cronostratigrafica delle unità di superficie e anche per eventuali ricostruzioni geometriche di corpi sotterranei.

Il campione e la sua ubicazione costituiscono, infatti, elementi oggettivi di riferimento geologico: ad ogni campione vengono associati il tipo litologico, la formazione di provenienza, l'età, l'ambiente di deposizione, le determinazioni biostratigrafiche, geocronologiche oltre ad analisi di varia natura (sedimentologica, petrografica, paleontologica). In molti casi, poi, i dati micropaleontologici offrono, appunto, elementi di interpretazione della situazione nel sottosuolo: quando sia nota la stratigrafia regionale, conoscere l'età del deposito in superficie permette di supporre la successione nei livelli sottostanti.

I dati micropaleontologici costituiscono, quindi, la base di molte interpretazioni in ambito di cartografia geologica, in particolare, risultano spesso sostanziali nelle distinzioni litostratigrafiche in presenza di rocce simili.

Alla luce di questo, oltre che delle attività già realizzate nell'ambito dei diversi gruppi di ricerca coinvolti, il presente progetto persegue la necessità della realizzazione di una BD biostratigrafica di superficie, conforme nei contenuti a quella già esistente per il sottosuolo, nella quale convergano tutte le informazioni relative ai campioni esistenti negli archivi e depositati nelle varie sedi, definendo le possibili relazioni ed i reciproci vincoli con le altre banche dati di superficie e di sottosuolo disponibili. Tale *database* costituisce uno strumento utile e indispensabile per l'acquisizione, l'archiviazione, l'aggiornamento e l'elaborazione di tutti i dati geologici e micropaleontologici provenienti da varie campagne di studio condotte in Toscana. Tali dati,

comprensivi di dettagliate analisi di laboratorio, organizzati in un modello ben preciso e strutturato, contribuirebbero ad incrementare e aggiornare le conoscenze geologiche del territorio regionale, rappresentando, al contempo, uno strumento di manutenzione del DB Geologico Regionale.

Le informazioni di carattere biostratigrafico e paleoambientale possono essere, infatti, utilizzate sia per l'integrazione, il controllo, la verifica e la validazione delle banche dati geologiche di superficie, sia per lo studio e la risoluzione di problematiche riguardanti la geologia del sottosuolo.

Tutto ciò è possibile facendo confluire la BD micropaleontologica nella banca dati centralizzata relativa alla Carta Geologica Regionale.

## 2. *Obiettivi specifici*

Il lavoro di inserimento delle Schede Campione ha riguardato, finora, principalmente campioni dell'intervallo cronostratigrafico relativo al Neogene s.s. della Toscana a cui, successivamente, sono stati aggiunti altri provenienti da formazioni del Dominio Subligure e dall'avanfossa oligo-miocenica.

Uno degli obiettivi futuri è quello di proseguire nell'implementazione dei dati, sia per le successioni neogeniche che per quelle torbiditiche oligo-mioceniche. L'altro obiettivo è di aggiungere anche campioni raccolti nelle sottostanti successioni Epiliguri (depositi miocenici compresi fra le Liguridi e il Neoautoctono) e quelli sovrastanti relativi al Quaternario.

A tal fine si provvederà a reperire ulteriori dati biostratigrafici, con particolare riferimento ad aree che risultino non adeguatamente coperte, come alcune zone costiere dove sono maggiormente rappresentati i depositi quaternari (es: aree di Rosignano, Riparbella e Bibbona).

Oltre a questo, verrà effettuato un confronto e una integrazione per aree specificatamente analizzate per la BD Sottosuolo.

## 3. *Attività*

- Raccolta e organizzazione delle Schede Campione, riguardanti anche eventuali dati inediti recuperabili da campionature areali o tesi di laurea;
- compilazione e inserimento dei dati nel *database* predisposto;
- diffusione delle Schede Campione secondo modalità concordate con RT ai fini della pubblicazione delle banche dati sui siti *web* regionali attraverso la sperimentazione di una pagina nella quale sia possibile visualizzare i contenuti della BD micropaleontologici, al fine di renderli consultabili e disponibili per l'intera comunità tecnica o scientifica.

## 4. *Risultati ed elaborati prodotti*

Relazione finale e consegna BD con diffusione *web* della BD stessa.

## 5. *Cronogramma*



FASI DI LAVORO	1° MESE	2° MESE	3° MESE	4° MESE	5° MESE	6° MESE	7° MESE	8° MESE	9° MESE	10° MESE 30/11/2017
Raccolta e organizzazione delle schede campione.										
					Relazione intermedia stato di avanzamento (30 giugno 2017)					
Compilazione e inserimento dei dati nel <i>database</i> .										
Diffusione <i>web</i> dei dati.										

6.

7. *Prodotti attesi*

La consegna finale sarà costituita dalla BD biostratigrafica di superficie contenente dati relativi ad un cospicuo numero (dell'ordine delle migliaia) di campioni distribuiti sull'intero territorio della Regione Toscana e distinti per aree di studio e tematiche specifiche ben definite, come, ad esempio: i bacini neoautoctoni e il settore tosco-emiliano della catena appenninica, costituito da depositi relativi all'avanfossa oligo-miocenica.

Formati di consegna

Le banche dati prodotte saranno fornite sia in formato ESRI shape-files (ed eventuali ulteriori files DBF collegati) che in formato DB SPATIALITE, corredate della metainformazione in formato xml redatta secondo gli standard regionali e di schede descrittive, in formato PDF, riportanti caratteristiche, struttura, organizzazione, vocabolari di riferimento e qualsiasi ulteriore informazione utile ad una efficace fruizione del contenuto di ciascuno strato informativo. Saranno altresì forniti files di vestizione in formato SLD, le librerie di simboli in formato SVG e le legende in formato QML di Qgis.

La BD costituirà un corposo insieme di informazioni utili all'arricchimento, ma anche al controllo e alla validazione, di altre BD regionali già esistenti.

## Intervento 5 - Geomorfologia, litotecnica e stabilità dei versanti

A - Studio geologico-tecnico dei depositi superficiali per un'area di interesse in Alta valle del Serchio e/o Lunigiana sud-orientale di estensione pari a circa 200 kmq.

Risorse finanziarie assegnate: € 123.500.

### 1. Introduzione

L'entità dei danni da frana e la conoscenza sulla distribuzione dei fenomeni franosi in Toscana, nota dall'inventario presente nel livello "Frane" del DB geologico regionale, indicano che la pericolosità da frana nel territorio toscano è in genere elevata per cause principalmente litologiche, morfologiche e climatiche. Inoltre, si può osservare che le frane localizzate nelle terre al di sopra del substrato (depositi superficiali) che si sono attivate durante gli eventi meteorologici estremi degli ultimi decenni rappresentano una fonte di pericolo elevato e spazialmente diffuso.

Per queste ragioni la Regione Toscana ha avviato da alcuni anni un programma di ricerche finalizzate alla definizione di un nuovo quadro conoscitivo delle caratteristiche geologico-tecniche dei depositi superficiali di versante e alla successiva implementazione di modelli di valutazione quantitativa della suscettibilità da frane superficiali. L'insieme di attività descritte in questo documento costituisce la continuazione di tale programma di ricerche su nuove aree del territorio toscano.

Questo progetto si inquadra quindi nelle attività di valorizzazione e sviluppo della cartografia geologica della Regione Toscana di recente implementata nel DB Geologico Regionale ed ha l'obiettivo di applicare e sviluppare ulteriormente metodi e procedure per la caratterizzazione geologico-tecnica dei depositi superficiali già implementati nell'ambito delle attività di ricerca 2012-2015. Proseguiranno le attività di rilevamento in campagna e lo svolgimento di prove in situ ed in laboratorio, oltre all'implementazione di modellistica di suscettibilità da frana per specifici sottobacini.

### 2. Dati di riferimento e area di studio

I dati di riferimento cartografici sono costituiti da diversi dataset tematici appartenenti agli archivi digitali geologici in scala 1:10.000 della Regione Toscana:

- Carta geologica (Continuum Geologico), ottenuta da rilevamenti geologici di campagna.
- BD\_coperture, che comprende varie tipologie di depositi di versante sciolti, debolmente cementati o poco consistenti, suddivisi in diverse unità litostratigrafiche, ottenuta da approfondimenti fotogeologici rispetto al dato geologico di partenza e da banche dati esistenti.
- BD litotecnica del substrato, ove disponibile, ottenuta da acquisizione di nuovi dati litotecnici su rocce lapidee e deboli, ad integrazione della banca dati geologica.

Ciò consente di conoscere la distribuzione cartografica di:

- Unità di substrato e loro (parziale) caratterizzazione litotecnica.
- DS, con distinzione tra stabili e in frana, ma non i relativi caratteri geologico- tecnici.

Ulteriori dati di riferimento sono:

- Modello digitale del terreno (MDT) della Regione Toscana ottenuto dalla CTR 10k e, ove disponibile, quello a maggiore risoluzione spaziale ottenuto da rilievi LIDAR.
- Banca dati di uso del suolo disponibile dalla Regione Toscana.
- Foto aeree e immagini satellitari disponibili dalla Regione Toscana.

Le aree investigate riguarderanno principalmente alcuni sottobacini dell'alta valle del Serchio e/o della Lunigiana sud-orientale di estensione totale pari a circa 200 kmq (Figura 1), caratterizzati da elevata franosità superficiale causata da eventi meteorologici estremi.

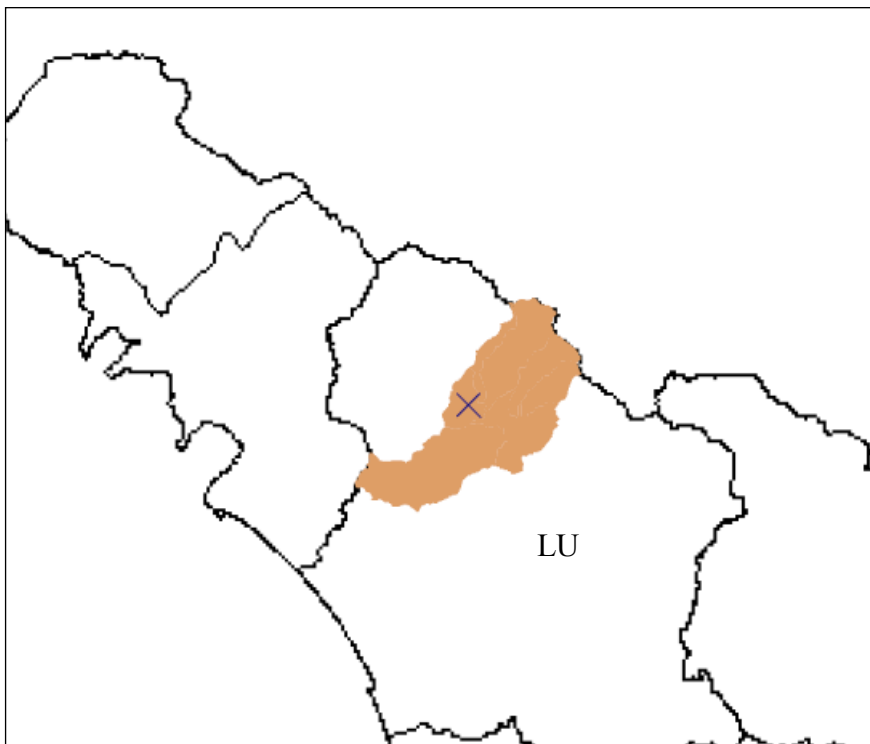


Figura 1- area di studio, alta valle del Serchio (in marrone).

### 3. Descrizione delle attività

Le attività del progetto si articoleranno, per una durata attesa di circa 12 mesi (conclusione al 30 novembre 2017), nelle fasi di lavoro descritte di seguito e saranno svolte in stretto coordinamento con le attività relative alla realizzazione della Carta Litotecnica.

#### FASE 1: raccolta e analisi dati ausiliari di letteratura

Sarà integrata la ricerca bibliografica precedentemente svolta, nell'ambito dell'analogo progetto, per la definizione dello stato attuale delle conoscenze riguardanti geologia, geomorfologia e geotecnica dei DS, con particolare riguardo a:

- Tecniche di rilevamento e rappresentazione cartografica.
- Tecniche di indagine in sito.
- Prove di laboratorio.
- Metodi di analisi morfometrica.
- Metodi di regionalizzazione di informazioni puntuali.
- Metodi di stima deterministica regionalizzata della suscettibilità da frane superficiali.

Inoltre, saranno raccolti e analizzati i dati disponibili ottenuti da precedenti progetti svolti nella Regione Toscana (es., VEL) e da attività legate alla produzione di documenti tecnici istituzionali.

#### FASE 2a: analisi fotogeologica preliminare delle aree in frana per eventi di precipitazione intensa

In parallelo alle attività della FASE 2b verrà svolta un'interpretazione visuale di tutto il dataset di ortofoto disponibili nell'archivio della Regione Toscana con l'obiettivo di individuare le aree interessate da fenomeni franosi innescati durante gli eventi di precipitazione. In tal senso saranno presi in considerazione gli eventi

intensi individuati all'interno delle attività di progetto dell'intervento 6D del presente POL e delle medesime attività finanziate dai precedenti decreti.

Verrà prodotta una banca dati poligonale che sarà utilizzata per programmare le successive attività di rilevamento geologico-tecnico di campagna delle aree in frana.

#### FASE 3b: analisi geomorfometrica - fotogeologica preliminare dell'area di studio

I MDT disponibili saranno sottoposti ad una prima elaborazione morfometrica e sarà svolta un'analisi spaziale rispetto ai dati geotematici disponibili. In base alla distribuzione temporale dei dati telerilevati potranno essere individuate attraverso fotointerpretazione aree di occorrenza dei DS di particolare interesse poiché interessati da fenomeni di instabilità superficiale associati a specifici eventi piovosi estremi. Si terrà anche conto di:

- Localizzazione dei punti di campionamento acquisiti per la carta litotecnica del substrato.
- Accessibilità dei siti.
- Uso del suolo, inteso come fattore correlato all'instabilità e come elemento fondamentale per una valutazione post-progetto della vulnerabilità e del rischio.

Verrà in questo modo definito un primo schema dei siti di rilevamento di campagna.

#### FASE 4a: rilevamento di campagna dei depositi superficiali

Sarà istituita nell'area di studio una base operativa con le funzioni di sede di coordinamento tecnico-scientifico, stoccaggio temporaneo dei campioni, deposito della strumentazione scientifica e foresteria per il personale, che parteciperà anche al progetto collegato della Carta Litotecnica. Questa soluzione darà maggiore flessibilità e operatività anche in caso di condizioni meteorologiche avverse e un significativo risparmio di risorse economiche. La base operativa consentirà inoltre di organizzare periodiche riunioni tecniche e dimostrative in campagna con i funzionari della Regione Toscana e del Consorzio LaMMA.

Si prevede di effettuare il rilevamento secondo un approccio speditivo ed un approccio di dettaglio.

In corrispondenza di ogni sito speditivo sarà acquisito un set di informazioni generali costituito da:

- data
- rilevatori
- coordinate cartografiche assolute (sistema di riferimento Gauss-Boaga) acquisite tramite misura GPS in solo codice (precisione attesa ca. 5 m);
- formazione geologica e litologia del substrato;
- descrizione litologica dei DS;
- uso e copertura del suolo;
- documentazione fotografica.

Saranno inoltre effettuate le seguenti indagini/attività:

- perforazione tramite trivella manuale fino al raggiungimento del substrato o a rifiuto, per la stima della profondità dei DS; tale strumentazione consente di raggiungere profondità dell'ordine di 1,00-1,50 m; quando possibile, la profondità sarà valutata tramite l'osservazione di esposizioni favorevoli (tagli stradali, incisioni erosive naturali, ecc.) dove si procederà allo scavo a mano di un profilo; in tal caso saranno anche raccolte informazioni sulle caratteristiche del passaggio substrato-DS;
- analisi visuale della stratigrafia geologico-tecnica;
- raccolta di campioni rimaneggiati per l'esecuzione di prove di laboratorio.

L'analisi dei dati raccolti nei siti speditivi consentirà di individuare un set di siti di dettaglio in corrispondenza dei quali saranno effettuate anche alcune delle seguenti indagini/attività specifiche:

- a) Prova di infiltrazione. Si tratta di una prova in sito che sarà effettuata utilizzando strumentazione e procedure differenti, in funzione delle condizioni e delle caratteristiche locali dei DS e che consente di stimare la conducibilità idraulica satura del terreno. In base alle risultanze dell'analogo progetto di studio dei DS svolto nel precedente anno di attività, saranno effettuate misure in foro o sarà utilizzato l'infiltrometro a doppio anello.

- b) *Borehole shear test* (BST). Si tratta di una prova per la stima in sito dei parametri di resistenza al taglio (coesione e angolo di resistenza al taglio) del terreno che viene eseguita in un preforo realizzato tramite trivella. La prova sarà condotta secondo le procedure messe a punto durante l'analogo progetto di studio dei DS svolto nel precedente anno e potrà essere effettuata a profondità differenti per caratterizzare il profilo geologico-tecnico verticale.
- c) Determinazione del peso di volume allo stato naturale e secco tramite fustellazione e campionamento in sito e volumometro a membrana.
- d) Campionamento indisturbato (litotipi coesivi).

Le attività di cui ai punti c) e d) saranno svolte nei siti di dettaglio in cui le condizioni morfologiche locali permetteranno di osservare il profilo geologico-tecnico dei DS.

Per quanto riguarda la numerosità dei siti di campionamento e la loro distribuzione nell'area di studio, si deve tenere conto della tempistica di esecuzione delle prove sopra descritte. In base all'esperienza finora maturata negli anni scorsi, una squadra costituita da due rilevatori acquisisce in media, in una giornata tipo di campagna, informazioni per ca. 5 siti speditivi. Per quanto riguarda i siti di dettaglio, il numero di prove giornaliere è fortemente condizionato da fattori locali (es.: permeabilità e condizioni di saturazione del terreno) che possono richiedere la disponibilità di grandi volumi di acqua e l'esecuzione delle prove a velocità estremamente bassa. Per queste ragioni, una coppia di rilevatori può svolgere, in una giornata, prove per un massimo di 2 siti di dettaglio. Si consideri inoltre che soprattutto i siti speditivi sono posizionati in aree acclivi e/o densamente vegetate raggiungibili solo a piedi. L'eventuale perdurare di condizioni meteorologiche avverse può infine condizionare il numero totale di siti acquisiti.

#### FASE 5b: rilevamento di campagna delle aree in frana

Le aree in frana identificate come descritto nella fase 2b saranno sottoposte ad attività di rilevamento specifico secondo i criteri e le procedure descritti nella fase 3° per i siti di tipo "speditivo" e "di dettaglio". Il set di misure che saranno effettivamente svolte dipenderà dalle condizioni di accessibilità e dalle caratteristiche geologico-tecniche di ogni sito. Verranno inoltre raccolte le seguenti informazioni:

1. tipologia e profondità di movimento;
2. entità e modalità di coinvolgimento delle Unità di substrato;
3. geologia e caratteristiche geologico-tecniche del substrato;
4. copertura del suolo.

#### FASE 6: prove di laboratorio

Si prevede di effettuare le seguenti determinazioni:

- Contenuto d'acqua.
- Peso di volume.
- Composizione granulometrica.
- Limiti di plasticità e di liquidità.

Le prove fisiche saranno effettuate su tutti i campioni raccolti nei siti di dettaglio e, in base all'esito delle indagini e delle analisi, su una parte di quelli raccolti nei siti speditivi. I parametri indice che saranno ottenuti/calcolati dall'ampio dataset di campioni consentiranno di applicare e valutare relazioni empiriche note dalla letteratura per la stima dei parametri di resistenza al taglio da spazializzare a scala dei bacini considerati. In funzione delle caratteristiche sedimentologiche e granulometriche dei campioni, potranno essere infine programmate prove XRD per la determinazione della tipologia e abbondanza relativa dei minerali argillosi costituenti.

#### FASE 7: spazializzazione delle caratteristiche geologico-tecniche dei depositi superficiali

I parametri geologico-tecnici ottenuti dalle indagini in sito e dalle prove di laboratorio saranno sottoposti a procedure di analisi statistica e geostatistica per la ricerca di criteri predittivi di regionalizzazione. L'analisi geomorfometrica dei MDT disponibili, svolta in via preliminare nella FASE 3, sarà approfondita generando *grid* basati su funzioni primarie (*slope*, *aspect*, *curvature*, *flowaccumulation*, ecc.) e derivate (energia del rilievo, *upslope position index*, profilo di *runoff* normalizzato, ecc.). Il MDT con cella 10 m sarà utilizzato su tutta l'area di studio, quello basato su LIDAR su aree specifiche in base alle risultanze delle analisi a bassa risoluzione spaziale.

Questo insieme di dati cartografici indipendenti, sia continui che discontinui, sarà sottoposto ad analisi di correlazione multivariata con due obiettivi:

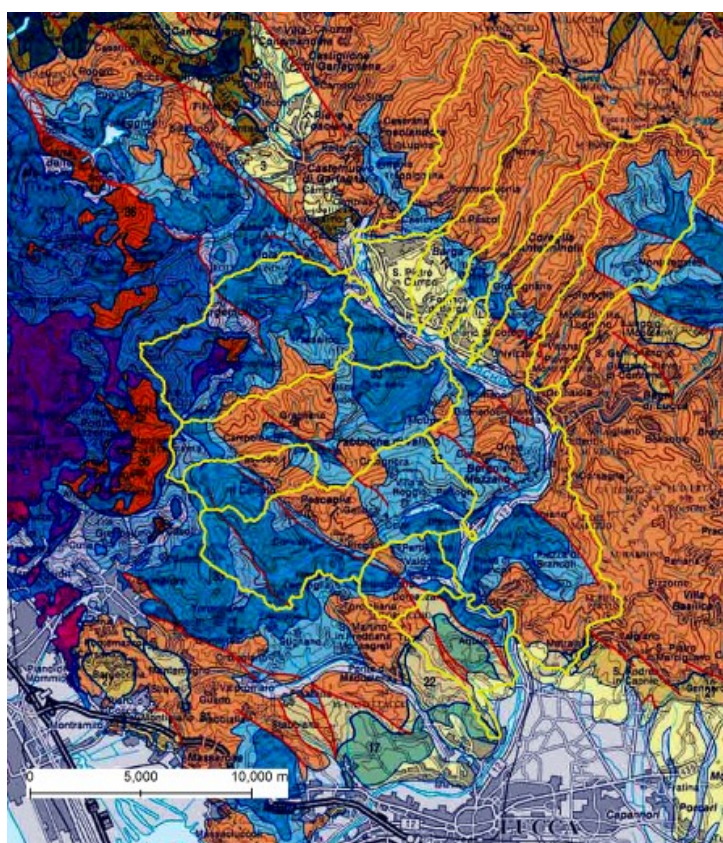
- Individuazione di criteri per la classificazione dei DS in unità geologico-tecniche caratterizzate da specifici intervalli di variabilità di parametri geotecnici.
- Individuazione di criteri empirici predittivi di specifici parametri geologico-tecnici basati sulla variazione di parametri continui (es., morfometrici) o tematici (es., geologici) e valutazione del corrispondente intervallo di incertezza; la qualità dei risultati dipenderà dai contenuti informativi dei diversi dataset considerati.

In base ai risultati nel precedente progetto di studio dei DS, si può prevedere che saranno implementate procedure di *hard* e *fuzzy cluster analysis* (classificazione multidimensionale non supervisionata e supervisionata delle variabili morfometriche e di loro trasformate lineari).

L'analisi di accuratezza dei risultati di spazializzazione sarà effettuata utilizzando ciclicamente come training e test dataset, subset casualmente ottenuti dal set completo di dati e misure disponibili.

Dal punto di vista della nomenclatura cartografica delle caratteristiche geologico-tecniche dei depositi superficiali, ci si baserà su quella dei precedenti progetti di studio dei DS, ma saranno introdotte modifiche per tenere conto delle nuove conoscenze acquisite durante lo svolgimento delle attività

Per queste ragioni contestualmente allo svolgimento delle attività previste dal disciplinare tecnico saranno svolte ulteriori attività volte all'aggiornamento e revisione delle banche dati dei depositi superficiali precedentemente realizzate per le aree della bassa valle del fiume Serchio riportate in figura 2. Tali operazioni porteranno ad ottenere una perfetta coerenza tematica e topologica con gli elaborati previsti nel presente POL per le nuove aree di studio. La nuova versione della banca dati sostituirà integralmente le precedenti versioni ad oggi disponibili.



*Figura 2- bacini della bassa valle del Serchio (contorno giallo) dove sono previste le revisioni.*

#### FASE 8: stima regionalizzata della suscettibilità da frane superficiali

La caratterizzazione geologico-tecnica dei DS è un importante dato di input che, in Toscana, manca per l'applicazione di modelli quantitativi robusti di stima della suscettibilità da frane superficiali. Questo progetto intende colmare tale lacuna per settori del territorio toscano interessati nel recente passato da franosità superficiale. Le procedure impiegate si baseranno su quelle probabilistiche fisicamente basate realizzate e già implementate nei progetti sui DS svolti negli anni precedenti. Tuttavia potranno essere previsti ulteriori sviluppi metodologici basati su novità provenienti dalla letteratura scientifica o su specifici risultati ottenuti da test eseguiti nell'ambito del progetto. In linea generale si prevede che la stima di pericolosità verrà eseguita tramite il modello "stazionario" SHALSTAB e quello "transiente" TRIGRS. Entrambi i modelli saranno implementati attraverso il metodo Monte Carlo utilizzando le distribuzioni di probabilità calcolate o assunte per le variabili utilizzate dai modelli.

I risultati delle attività descritte nelle fasi 2b e 3b consentiranno di eseguire la calibrazione e la verifica di accuratezza degli output dei modelli numerici. In linea generale queste informazioni consentiranno di verificare gli intervalli di variabilità dei parametri di input che massimizzano l'accuratezza delle previsioni di suscettibilità in termini di aree incondizionatamente instabili, aree incondizionatamente stabili ed aree che possono destabilizzarsi per effetto delle precipitazioni.

#### FASE 9: strutturazione e popolazione della banca dati *GeoITec-DS*.

La banca dati geografica *GeoITec\_DS* già strutturata nell'analogo progetto di studio dei DS svolto nei precedenti accordi scientifici sarà popolata per i siti sottoposti a misura e includerà le informazioni seguenti:

- Tipologia di sito (speditivo o di dettaglio).

- Dati significativi acquisiti durante le attività di campagna.
- Risultati delle indagini in sito, delle prove geotecniche di laboratorio e delle relative elaborazioni.

Inoltre la banca dati includerà i seguenti livelli informativi *grid* registrati ai dati sopra descritti:

- Elaborazioni cartografiche finali ottenute nella FASE 7;
- Elaborazioni cartografiche finali ottenute nella FASE 6.

#### FASE 10: diffusione

Il progetto usufruirà della base operativa precedentemente descritta come primo strumento di visibilità e diffusione delle attività presso le amministrazioni e le organizzazioni pubbliche locali (comuni, autorità di bacino, protezione civile, ecc.). Poiché le informazioni geologico-tecniche e le relative elaborazioni che saranno acquisite nel progetto costituiranno un importante, inedito, dataset di conoscenza, ciò rappresenterà anche un elemento di interesse scientifico, per cui applicazioni sviluppate e risultati saranno divulgati attraverso comunicazioni a congressi nazionali ed internazionali e pubblicazioni su riviste scientifiche. Al termine del progetto potrà essere inoltre organizzato con il Consorzio LaMMA e la Regione Toscana, un convegno scientifico per la disseminazione delle attività e dei risultati.

#### 4. *Prodotti attesi*

- Banca dati bibliografica di: a) dati geologico-tecnici esistenti sulle coperture toscane; b) strumenti, metodi, e modelli impiegati in ambito scientifico e applicativo per la caratterizzazione geologico-tecnica dei DS.
- Banca dati GeolTec\_DS che comprende la caratterizzazione geologico-tecnica dei DS dell'area di studio e *grid* di suscettibilità da frane superficiali per un subset di sottobacini idrografici. Tale banca dati include anche i prodotti della revisione dei territori riportati in figura 2.
- Banca dati poligonale e/o puntuale delle frane fotointerpretate e rilevate
- Relazione intermedia.
- Rapporto finale.

#### Formati di consegna

Le banche dati prodotte saranno fornite sia in formato ESRI shapefile (ed eventuali ulteriori file DBF collegati) che in formato DB SPATIALITE, corredate della metainformazione in formato xml redatta secondo gli standard regionali e di schede descrittive, in formato PDF, riportanti caratteristiche, struttura, organizzazione, vocabolari di riferimento e qualsiasi ulteriore informazione utile ad una efficace fruizione del contenuto di ciascuno strato informativo. Saranno altresì forniti file di vestizione in formato SLD, le librerie di simboli in formato SVG e le legende in formato QLD di Qgis.



5. Cronogramma attività di progetto

<b>FASI DI LAVORO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>Novembre 2017</b>
<b>FASE 1:</b> raccolta e analisi dati ausiliari di letteratura										
<b>FASE 11a:</b> analisi fotogeologica preliminare delle aree in frana per eventi di precipitazione intensa										
<b>FASE 2b:</b> analisi geomorfometrica - fotogeologica preliminare dell'area di studio										
<b>FASE 3a:</b> rilevamento di campagna										
<b>FASE 3b:</b> rilevamento di campagna delle aree in frana										
<b>FASE 4:</b> prove di laboratorio										
<b>Relazione intermedia</b>					30 giugno					
<b>FASE 5:</b> spazializzazione delle caratteristiche geologico-tecniche dei DS										
<b>FASE 6:</b> stima di suscettibilità da frane superficiali										
<b>FASE 7:</b> popolazione della banca dati GeolTec-DS										
<b>FASE 8:</b> diffusione										

Tabella 1 - Cronogramma delle attività per la realizzazione del progetto "Caratterizzazione geologico-tecnica dei DS".

B - Banca dati litotecnica integrata delle province di Arezzo, Lucca, Massa Carrara e Pistoia  
 Risorse finanziarie assegnate: € 47.500.

1. Introduzione

Le attività già svolte in questi ultimi anni hanno consentito di produrre in tempi successivi banche dati cartografiche (**BD\_Litec**) in scala di riferimento 1:10.000 relative alle province di Arezzo, Lucca, Pistoia e Massa Carrara. Queste banche dati descrivono le proprietà litotecniche delle porzioni superficiali del substrato tramite una nomenclatura di tipo gerarchico basata sull'integrazione del Continuum Geologico della Regione Toscana e su nuovi dati raccolti durante specifiche attività di rilevamento di campagna e

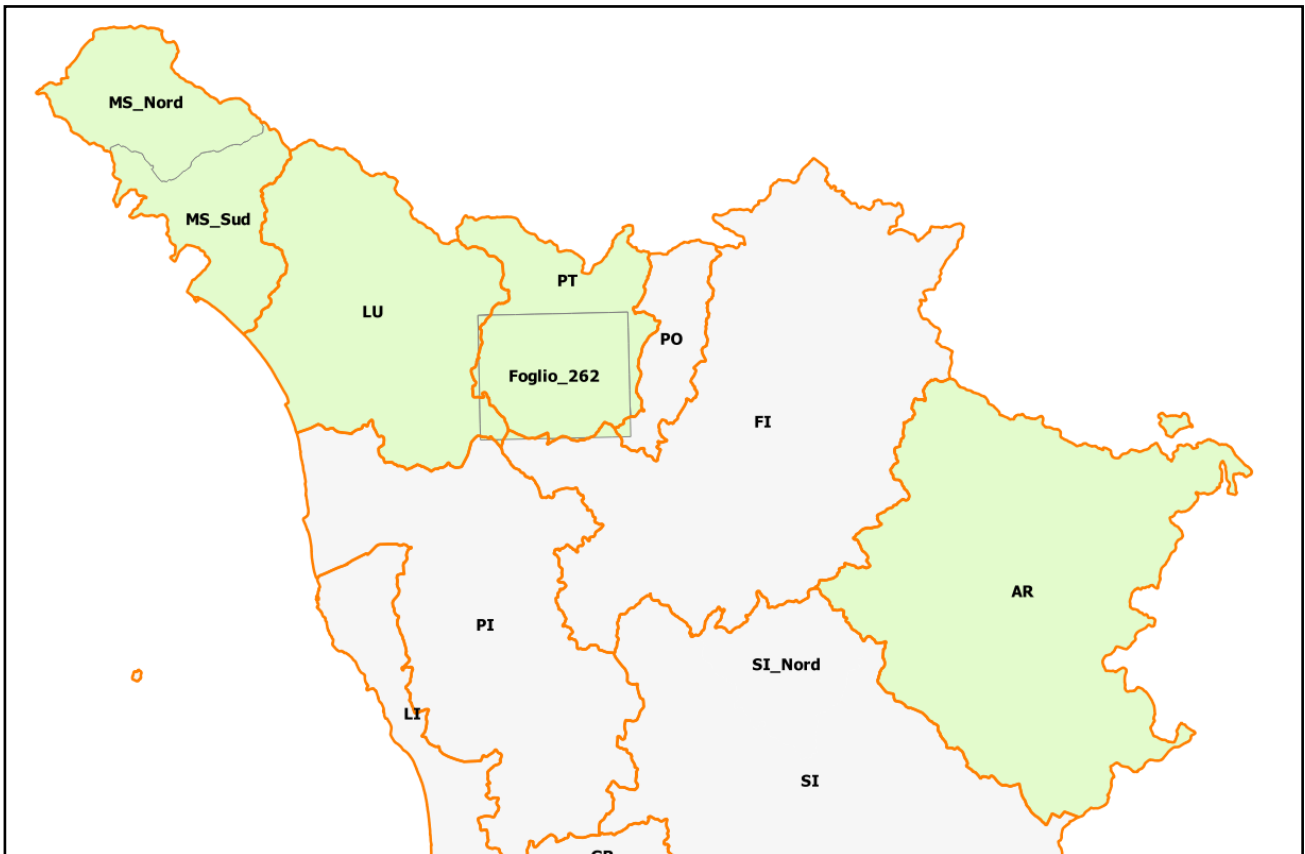
determinazioni in laboratorio su campioni di rocce e terre. Queste banche dati costituiscono un supporto per valutare la risposta delle unità di substrato alle azioni di erosione superficiale, la loro predisposizione al coinvolgimento in fenomeni di instabilità gravitativa associati o meno all'attivazione di frane superficiali, ed infine la risposta locale alle sollecitazioni sismiche.

Per la realizzazione delle diverse **BD\_Litec** si è assunto in generale che fattori come variabilità litologica a scala regionale, assetto strutturale, localizzazione morfologica e stato della fatturazione siano solo parzialmente correlati con la distribuzione cartografica delle formazioni geologiche, per cui non è accurato attribuire a priori su base geologica, ed in assenza di specifiche misure geologico-tecniche, ogni formazione ad un'unica unità litotecnica. Di conseguenza, in termini generali, la sola cartografia geologica non consente di ottenere, tramite ricodifica "1:1" delle formazioni, una cartografia litotecnica accurata, poiché la base geologica è carente di dati geologico-tecnici che, per altra via, devono essere acquisiti, elaborati e utilizzati nelle fasi di implementazione della nuova cartografia.

Tuttavia, poiché le banche dati sono state ottenute nell'ambito di progetti finanziati in un intervallo temporale di un quinquennio, quelle più recenti sono state implementate secondo metodi e procedure che di volta in volta hanno tenuto conto dei risultati precedenti con l'obiettivo di migliorarne la qualità. Modifiche sono state quindi nel tempo integrate nelle procedure, dal punto di vista della nomenclatura di riferimento, dei metodi di raccolta delle informazioni in sito e dei criteri di accorpamento e suddivisione cartografica delle Formazioni in unità litotecniche. L'obiettivo di questa attività consiste quindi nella analisi comparata delle banche dati esistenti, nella raccolta ed elaborazione di nuovi dati di campagna e laboratorio sulle Unità di substrato e nella costruzione di una nuova banca dati omogenea relativa all'intero territorio delle 4 Province sopra menzionate.

## *2. Descrizione delle attività*

Le aeree e le relative banche dati oggetto di studio, corrispondono alle province di Arezzo, Lucca, Massa Carrara e Pistoia per un'estensione totale di circa 7100 km<sup>2</sup>. Le attività del progetto si articoleranno, per una durata attesa di 12 mesi, nelle fasi di lavoro descritte di seguito.



*Figura 1. Rappresentazione cartografica in verde delle aree di studio del progetto, in giallo dei limiti provinciali, in grigio delle sottoaree all'interno delle province relative a progetti di diverse annualità*

#### FASE 1: Analisi dei dati litotecnici acquisiti nei precedenti progetti

Sarà effettuata un'analisi critica dei dati di misura litotecnici acquisiti nei progetti realizzati attraverso i contributi del Decreto n. 6270 del 21.12.2012 e precedenti, con l'obiettivo di verificare la densità areale di campionamento delle Formazioni nei livelli informativi puntuali dei dati di campagna presenti all'interno delle diverse BD\_Litec. Verranno inoltre analizzate le statistiche degli stessi dati disponibili per evidenziare la possibile presenza e l'estensione di cluster litotecnici interformazionali o intraformazionali indipendenti dai limiti delle BD\_Litec esistenti.

L'insieme di queste attività consentirà di programmare le nuove campagne di misura e di campionamento finalizzate ad incrementare ed omogeneizzare i dati litotecnici disponibili.

#### FASE 2: Rilevamento litotecnico e raccolta campioni di rocce e terre di substrato;

Il rilevamento litotecnico ed il campionamento saranno condotti secondo i metodi già definiti nell'ambito dei precedenti progetti, al fine di migliorare l'omogeneità nella copertura territoriale. Saranno raccolti dati qualitativi come ubicazione, caratteristiche geometriche, litotipi, stato di alterazione, numero e tipo di discontinuità, risposta statistica alla prova sclerometrica secondo apposita procedura. Laddove ritenuto significativo, saranno prelevati campioni di rocce e terre per l'esecuzione delle prove di laboratorio.

#### FASE 3: prove di laboratorio

I campioni di roccia e roccia debole saranno sottoposti a impermeabilizzazione e a successive prove di

pesata idrostatica per la determinazione del peso di volume secco da impiegare, assieme alle misure sclerometriche, per il calcolo dell'indice di qualità dell'ammasso roccioso.

I campioni di roccia debole e di terra saranno sottoposti allo *slake durability test* per il calcolo dell'Indice di Durabilità. Il test sarà condotto seguendo i fondamentali delle norme ASTM, ma saranno inoltre eseguiti cicli supplementari (fino a 5) per verificare l'effettiva durabilità sotto l'effetto di cicli di essiccamento e imbibizione più numerosi rispetto a quelli previsti dalle norme.

#### FASE 4: Revisione del sistema gerarchico di nomenclatura litotecnica

L'attività consisterà nella revisione del sistema di nomenclatura litotecnica corrente, con l'eventuale introduzione di integrazioni basate sui contenuti informativi dei diversi dataset e dei risultati delle nuove misure in sito ed in laboratorio. Saranno analizzati e revisionati tutti i sistemi di nomenclatura litotecnica utilizzati nei progetti realizzati attraverso i contributi del Decreto n. 6270 del 21.12.2012 e precedenti.

#### FASE 5: Processing dati/misure e spazializzazione della cartografia litotecnica

L'obiettivo di questa fase è elaborare la statistica dei dati disponibili dalle BD\_Litec esistenti e di quelli raccolti in questo progetto per realizzare una banca dati litotecnica unitaria coerente ed omogenea per i territori delle province considerate.

Questa fase consisterà nell'analisi statistica dei dati raccolti in campagna nei siti di misura e nella loro integrazione con i dati geologico-strutturali e morfometrici. Un'analisi spaziale morfometrica e che integra dati geologico-strutturali porterà all'individuazione di "regioni" per le quali si assume che le proprietà litotecniche siano omogenee. Tale analisi si baserà su procedure di *hard* e *fuzzy cluster analysis* (classificazione multidimensionale non supervisionata e supervisionata delle variabili morfometriche e di loro trasformate lineari). Le unità di substrato del DBGRT saranno quindi classificate secondo il sistema di nomenclatura litotecnica ottenuto nella fase 4.

### 3. *Prodotti attesi*

Al termine delle attività saranno ottenuti i seguenti prodotti che costituiranno oggetto di consegna:

- Banca dati bibliografica;
- Banca Dati BD\_Litec che comprende la classificazione litotecnica delle unità di substrato delle province di Arezzo, Lucca, Massa Carrara e Pistoia come aggiornamento delle banche dati litotecniche già realizzate attraverso i contributi del Decreto n. 6270 del 21.12.2012 e precedenti.
- Relazione intermedia.
- Rapporto finale.

#### Formati di consegna

Le banche dati prodotte saranno fornite sia in formato ESRI shapefile (ed eventuali ulteriori file DBF collegati) che in formato DB SPATIALITE, corredate della metainformazione in formato xml redatta secondo gli standard regionali e di schede descrittive, in formato PDF, riportanti caratteristiche, struttura, organizzazione, vocabolari di riferimento e qualsiasi ulteriore informazione utile ad una efficace fruizione del contenuto di ciascuno strato informativo. Saranno altresì forniti file di vestizione in formato SLD, le librerie di simboli in formato SVG e le legende in formato QLD di Qgis.

#### 4. Cronogramma attività di progetto

<b>FASI DI LAVORO</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>Novembre 2017</b>
FASE 1: Analisi dei dati litotecnici acquisiti nei precedenti progetti										
FASE 2: Rilevamento litotecnico e raccolta campioni di rocce e terre di substrato										
<b>Relazione intermedia</b>					30 giugno					
FASE 3: prove di laboratorio										
FASE 4: Revisione del sistema gerarchico di nomenclatura litotecnica										
FASE 5: Processing dati/misure e spazializzazione della cartografia litotecnica										

Figura 2 - Cronogramma delle attività per la realizzazione della Carta Litotecnica

C - Banca dati geomorfologica della Provincia di Grosseto.  
Risorse finanziarie assegnate: € 33.250.

##### 1. Premessa e obiettivi

L'obiettivo dell'attività è la realizzazione della Carta Geomorfologica in Scala 1:10.000 della Provincia di Grosseto, da effettuarsi attraverso analisi da remoto delle immagini disponibili. La legenda della Carta e i metodi di realizzazione seguono quanto già realizzato e in corso di realizzazione per le altre province toscane. Tuttavia, la Legenda sarà implementata in relazione agli elementi non presenti e perciò non rappresentati nelle altre Province toscane. La cartografia geomorfologica sarà realizzata tenendo in considerazione i dati provenienti da tutte le fonti disponibili per l'area, allo scopo di produrre un documento di dettaglio che raccolga tutte le informazioni geomorfologiche reperibili sul territorio.

Tutti gli elementi implementati nella banca dati geomorfologica, che avrà la medesima struttura di quella già prodotta ed in corso di realizzazione per le province di Prato, Firenze e Pisa saranno validati attraverso lo studio fotogeologico che si svolgerà parallelamente alle attività di analisi dei dati esistenti. La Banca Dati, pur

con la medesima struttura, verrà implementata per quanto riguarda gli elementi cartografati ovunque verranno riconosciute e rilevate forme, depositi o processi non inseriti nei lavori precedenti.

La Carta Geomorfologica della Toscana a scala 1:10.000 si pone l'obiettivo di omogeneizzare tutti i dati disponibili per territori con diversi livelli di conoscenza geomorfologica, secondo una legenda unica e interpretazioni omogenee, basate sull'analisi degli elementi esistenti e sull'aggiunta di nuove entità, sia come risultato di nuove interpretazioni fotogeologiche, sia come prodotto di elaborazioni GIS per l'estrazione di particolari elementi del paesaggio geologico.

Saranno inoltre effettuate analisi di pericolosità da frana attraverso l'analisi multitemporale di 2 centri abitati da concordare con la Regione Toscana. Tali elaborazioni saranno possibili attraverso l'utilizzo di dati aggiornati e di elevata precisione, quali ortofotocarte e modelli digitali del terreno ad alta definizione e di grande accuratezza (dati LIDAR).

Come risultato saranno prodotti una banca dati geomorfologica nei formati di seguito specificati.

## *2. Descrizione delle attività*

In riferimento alla banca dati geomorfologica, per la Provincia di Grosseto, il progetto contempla le seguenti attività:

2.1 Consultazione di tutte le cartografie reperibili per le province oggetto di studio, fotointerpretazione e digitalizzazione;

Consiste nel reperimento ed analisi delle cartografie esistenti. Queste sono costituite essenzialmente dai dati contenuti nel Continuum Geologico della Regione Toscana e dal DB Geologico Regionale derivati direttamente dai Fogli CARG, alcuni dei quali pubblicati, altri in fase di allestimento, e principalmente dai livelli "Frane" e "Depositivi Superficiali" dei suddetti database. Tali documenti saranno tenuti nella debita considerazione rappresentando una documentazione ufficiale dei dati geologici e geomorfologici disponibili per il territorio interessato. Le forme riportate saranno reinterprete per la realizzazione di una cartografia a scala 1:10.000. Saranno inoltre analizzate le cartografie geomorfologiche allegate ai Piani Strutturali Comunali disponibili al momento della realizzazione delle attività descritte nel presente POL. Tali documenti saranno reinterprete secondo i criteri della Legenda Geomorfologica della Regione Toscana e le forme, i processi ed i depositi riportati secondo diversi criteri di rilevamento saranno omogeneizzati per quanto reso possibile dall'analisi da remoto, per restituire una cartografia priva di disomogeneità interpretative e metodologiche, senza che tale processo comporti perdite di informazioni. Altri documenti considerati nella disamina dei dati noti consistono nelle cartografie geologiche e geomorfologiche realizzate nell'ambito del Progetto VEL (Valutazioni Effetti Locali) e nei dati sulle frane contenuti negli archivi IFFI, SCAI e AVI. Anche in tali casi il riporto per la realizzazione della Carta Geomorfologica della Toscana avverrà previa validazione degli elementi ed adeguamento sia alla scala dell'elaborato finale, sia alla legenda già prevista. Tutti gli elementi criticamente analizzati e reinterprete saranno implementati nella BD\_Geom secondo la struttura dati prevista e già utilizzata per la Carta geomorfologica delle province di Prato, Firenze e Pisa. Un rilevamento geomorfologico ex-novo da remoto dell'intera area di progetto sarà effettuato allo scopo di implementare la distribuzione e le geometrie delle forme, depositi e processi presenti nei documenti esistenti sulla base del loro significato e del dettaglio dovuto alla scala della restituzione. Particolare attenzione sarà

rivolta alla revisione critica e all'implementazione della distribuzione dei depositi superficiali (detriti di versante, depositi eluvio-colluviali, movimenti gravitativi), degli elementi morfotettonici e di tettonica attiva, dei fenomeni franosi e degli elementi relativi alle problematiche fluviali che rivestono notevole importanza per la derivazione di cartografie di pericolosità e rischio.

## 2.2 Analisi multitemporale di 2 centri abitati ad alta pericolosità per fenomeni gravitativi.

Saranno condotti specifici approfondimenti su aspetti riguardanti la pericolosità geomorfologica in contesti di particolare sensibilità e rischio, quali centri abitati e viabilità principale con accertate situazioni di instabilità connesse a fenomeni in rapida evoluzione. La scelta dei contesti da approfondire verrà effettuata sulla base delle dimensioni dei fenomeni e del grado di rischio connesso. Questa attività sarà realizzata attraverso l'analisi multi temporale dei settori individuati basata su immagini aerofotografiche e da remoto acquisite in diversi periodi fino alle immagini di più recente acquisizione. L'analisi multi temporale potrà essere effettuata a partire dalle più antiche foto aeree disponibili e la scelta del periodo di osservazione sarà effettuata di volta in volta sulla base delle informazioni disponibili per ogni singolo fenomeno. L'analisi multi temporale consentirà, nei limiti del metodo, di valutare l'evoluzione geomorfologica dei fenomeni in analisi con particolare riguardo allo stato di attività, alle possibili parziali riattivazioni, alle direzioni di movimento e alla stima di eventuali accelerazioni differenziali in diversi settori del movimento franoso. La restituzione di tale analisi verrà effettuata attraverso una cartografia multi temporale con indicazione delle variazioni degli elementi poligonali e lineari e della comparsa/scomparsa degli stessi. La cartografia riguarderà l'area al contorno del fenomeno franoso prendendo in considerazione l'estensione del versante soggetto al movimento. Il punto di riferimento per la valutazione delle dinamiche in atto sarà dato dalle immagini più recenti disponibili per le aree in oggetto, come pure l'individuazione di fenomeni di neoformazione. In questo contesto potranno essere utilizzati, ove disponibili e ritenuti utili per le finalità proposte, modelli digitali del terreno (DTM) di grande precisione per costruire prospettive virtuali delle aree di studio che permettono osservazioni di grande valore interpretativo. Le 2 aree oggetto dei suddetti specifici approfondimenti saranno definite nel corso delle prime fasi di progetto.

### 3. Cronoprogramma

Le attività saranno svolte secondo il seguente cronoprogramma:

Marzo 2017	Raccolta dati cartografici, dati topografici e dati aerofotografici; organizzazione del materiale per la consultazione e la cartografia.
30 giugno 2017	Relazione stato di avanzamento
Settembre 2017	Analisi geomorfologica, cartografia e compilazione banca dati; realizzazione analisi multi temporale.
Novembre 2017	Collaudo banca dati e stesura relazione.

#### 4. *Prodotti finali*

L'ultima fase del progetto consiste nella preparazione dei prodotti della consegna secondo i formati e gli standard richiesti da Regione Toscana descritti di seguito:

- a. Banca Dati della Carta Geomorfologica BD\_Geom in formato ESRI shapefile \*.shp e in DB SPATIALITE ;
- b. Metadati della banca dati in formato XML redatta secondo gli standard regionali;
- c. Legenda della Carta Geomorfologica in formato PDF;
- d. Struttura della Banca Dati della Carta Geomorfologica (BD\_Geom)", in formato PDF.
- e. Relazione finale.

Il Referente Tecnico  
Dott. Lorenzo Bottai



## **AII. B**

### **SCHEMA CONVENZIONE**

L'anno 2017, il giorno , del mese di febbraio, in Sesto Fiorentino presso la sede del Consorzio LaMMA

Il Consorzio “Laboratorio di Monitoraggio e Modellistica ambientale per lo sviluppo sostenibile – LaMMA”, C.F. 94152640481, di seguito denominato Consorzio, con sede in Via Madonna del Piano n°. 10 – 50019 Sesto Fiorentino (Firenze), rappresentato dal Dott. Bernardo Gozzini, nato a Firenze il 04.06.1959, domiciliato presso la sede dell'Ente, il quale interviene nella sua qualità di Amministratore Unico del Consorzio nominato con decreto P.G.R.T n. 108 del 07.06.2013 autorizzato ad impegnare legalmente e formalmente l'Ente medesimo per il presente atto, il cui schema è stato approvato con proprio decreto n. 13 del 22/02/2017, esecutivo a norma di legge;

## **E**

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Geoscienze e Georisorse (di seguito CNR-IGG), C.F. 80054330586, con sede in Pisa, Via Moruzzi n. 1, rappresentato dal Dott. Antonello Provenzale, nato a Vercelli il 24/11/1958 il quale interviene nella sua qualità di Direttore e Legale Rappresentante, autorizzato in virtù del provvedimento del Direttore Generale del CNR n.13/2015 prot. 0009957 del 13/02/2015 ad impegnare per il presente atto formalmente e legalmente l'Istituto.

## **VISTI**

- la L. R. n° 39 del 19 luglio 2009 e s.m.i. che detta la nuova disciplina del consorzio Laboratorio di monitoraggio e modellistica ambientale per lo sviluppo sostenibile LaMMA;
- il Decreto del Presidente della Regione Toscana n. 108 del 7 Giugno 2013 con il quale veniva nominato, quale Amministratore Unico, il Dr. Bernardo Gozzini;
- il Piano annuale delle attività relativo all'anno 2017 del Consorzio LaMMA;
- il “Bilancio di previsione annuale 2017 e pluriennale 2017-2019” del Consorzio LaMMA,

### **PREMESSO CHE**

- il Consorzio svolge le attività indicate all'art. 4, comma 1, della legge n. 39 del 2009 a supporto delle attività istituzionali dei propri Soci;
- le suddette attività si distinguono in ordinarie, quelle di interesse comune dei consorziati aventi carattere continuativo, e straordinarie quelle richieste dai soci in aggiunta alle attività ordinarie e finanziate con i contributi straordinari degli stessi consorziati richiedenti;
- il Consorzio LaMMA pone in essere le proprie attività istituzionali attraverso il proprio personale e quello, di anno in anno, messo a disposizione, a titolo di contributo ordinario dal Consiglio Nazionale delle Ricerche;
- tale personale è in grado di far funzionare la macchina amministrativa del Consorzio LaMMA svolgendo le sole attività ordinarie;
- sin dalla sua costituzione il Consorzio LaMMA si è avvalso della collaborazione CNR-IGG per l'esecuzione delle attività straordinarie in ambito geologico;

### **CONSIDERATO CHE**

- permane la necessità per il Consorzio LaMMA di affidare al suo Socio, qualificato nella ricerca scientifica, lo svolgimento delle attività straordinarie in ambito geologico in virtù della competenza e professionalità dello stesso e in considerazione della stretta connessione che sussiste tra attività ordinarie e straordinarie;
- è doveroso riconoscere al CNR-IGG, un contributo corrispondente alle attività che si impegna ad eseguire;
- deve essere sottoscritta una convenzione, in quanto unico strumento abilitato a produrre l'effetto del conferimento di obblighi e poteri in capo alle parti;
- sussiste copertura finanziaria della spesa pari ad euro trecentonovantottomila/00 ( € 398.000,00) Iva esente;
- il Consorzio LaMMA ha approvato la sottoscrizione della presente Convenzione con Decreto dell'Amministratore Unico n. 13 del 22.02.2017;
- trattandosi di affidamento tra Enti Soci non è necessario acquisire il CIG come da indicazione dell'Autorità di vigilanza sui contratti pubblici;
- non è necessario acquisire il CUP;

Tutto ciò premesso, da considerarsi parte integrante e sostanziale del presente atto;

### **SI CONVIENE E SI SOTTOSCRIVE QUANTO SEGUE**

## **Art. 1**

### **OGGETTO DELLA CONVENZIONE**

Il CNR-IGG si impegna ad eseguire le attività di cui alla Relazione allegata (All. A) parte integrante e sostanziale della presente convenzione.

## **Art. 2**

### **CONTRIBUTO**

Il contributo riconosciuto da parte del Consorzio LaMMA al CNR-IGG, per quanto stabilito all'Art. 1, è pari a € 398.000,00. Il suddetto contributo, rientra nella fattispecie delle "operazioni non rilevanti agli effetti della normativa IVA in base all'art. 1-4 del DPR 633/1972", in quanto si riferisce ad attività istituzionali.

Il suddetto contributo erogato dal Consorzio LaMMA con bonifico bancario sulla contabilità speciale infruttifera c/o Banca d'Italia – Sezione di Tesoreria provinciale dello Stato di Roma n. 167369 per l'incasso delle entrate derivanti dalla amministrazione dello Stato, codice IBAN n. IT12H0100003245348300167369, SWIFT/BIC BITAITRRXXX, intestato al CNR – utilizzabile dalle Amministrazioni dello stato per i versamenti CNR.

Il Dott. Antonello Provenzale dichiara espressamente di esonerare il Consorzio LaMMA da ogni e qualsiasi responsabilità per i pagamenti che saranno eseguiti con la modalità sopra descritta.

Il contributo verrà erogato entro 30 giorni dal ricevimento delle note di addebito trasmesse dal CNR-IGG alle seguenti date e per le percentuali di seguito specificate:

- il 30% dell'importo totale pari ad € 119.400,00 dalla stipula della convenzione con invio di nota di avvenuto avvio delle attività;
- il 40% pari ad € 159.200,00 in seguito alla consegna, prevista per il 30/06/2017, delle attività intermedie riportate nella Relazione tecnica;
- il restante 30% pari ad € 119.400,00 alla chiusura delle attività e dietro presentazione della rendicontazione.

## **Art. 3**

### **DURATA DELLA CONVENZIONE**

Le attività di cui alla presente convenzione dovranno essere avviate entro 15 giorni dalla data di stipula e dovranno essere terminate entro e non oltre il 30.11.2017.

#### **Art. 4**

##### **RESPONSABILI DELLA CONVENZIONE**

I soggetti responsabili della presente Convenzione sono: per il CNR-IGG il Direttore pro-tempore, per il Consorzio LaMMA l'Amministratore Unico.

#### **Art. 5**

##### **RESPONSABILI SCIENTIFICI E REFERENTI TECNICI DELLE ATTIVITA'**

I responsabili scientifici sono per il Consorzio LaMMA, il Dott. Francesco Manetti e per il CNR-IGG il Dott. Alessandro Ellero.

I referenti tecnici delle attività suddivise per interventi sono riportati di seguito:

- Intervento 1 – Gestione, manutenzione e aggiornamento del DB Geologico della Regione Toscana: Dott. Francesco Manetti (Consorzio LaMMA); Dott. Alessandro Ellero (CNR-IGG); Dott. Giulio Masetti (CNR-IGG),
- Intervento 2 – Approfondimento e sviluppo delle conoscenze riguardanti i sistemi acquiferi regionali: Dott. Francesco Manetti (Consorzio LaMMA); Dott. Alessandro Ellero (CNR-IGG); Dott. Marco Doveri (CNR-IGG),
- Intervento 3 – Prosecuzione sviluppo e implementazione DB Geobasi: Ing. Manuela Corongiu (Consorzio LaMMA), Dott. Stefano Romanelli (Consorzio LaMMA); Dott.ssa Brunella Raco (CNR-IGG),
- Intervento 4 – Prosecuzione e implementazione della banca dati micropaleontologici di superficie per ambiti geologici di interesse regionale. Inserimento dati micropaleontologici riguardanti il Quaternario delle aree costiere e le Successioni epiliguri: Dott. Francesco Manetti (Consorzio LaMMA), Dott.ssa Rita Catanzariti (CNR-IGG), Dott. Simone Da Prato (CNR-IGG),
- Intervento 5 – Geomorfologia, litotecnica e stabilità dei versanti:
  - a) Studio geologico-tecnico dei depositi superficiali per un'area di interesse in Alta valle del Serchio e/o Lunigiana sud-orientale di estensione pari a circa 200 kmq: Dott. Francesco Manetti (Consorzio LaMMA), Dott. Giulio Masetti (CNR-IGG), Dott. Alessandro Ellero (CNR-IGG),
  - b) Banca dati litotecnica integrata delle province di Arezzo, Lucca, Massa Carrara e Pistoia: Dott. Francesco Manetti (Consorzio LaMMA), Dott. Giulio Masetti (CNR-IGG), Dott. Alessandro Ellero (CNR-IGG),
  - c) Banca dati geomorfologica della Provincia di Grosseto: Dott. Francesco Manetti (Consorzio LaMMA), Dott. Giulio Masetti (CNR-IGG), Dott. Alessandro Ellero (CNR-IGG).

## **Art. 6**

### **PROPRIETA' ED UTILIZZAZIONE DEI RISULTATI**

I risultati dell'attività di ricerca sono di proprietà del Consorzio LaMMA. Il CNR-IGG in accordo, e anche in collaborazione, con il personale del Consorzio LaMMA potrà farne uso nell'ambito dei suoi compiti istituzionali. Il CNR-IGG potrà pubblicare i risultati per scopi di ricerca scientifica, su riviste nazionali ed internazionali, convegni, seminari o simili, citando esplicitamente l'accordo nel cui ambito è stato svolto il lavoro di ricerca. Il CNR-IGG è tenuto altresì a mantenere riservati i dati, le informazioni, disegni ed altro di proprietà del Consorzio LaMMA, messi a disposizione dal CNR-IGG per lo svolgimento della presente attività di ricerca.

## **Art. 7**

### **RENDICONTAZIONE FINALE**

Il CNR-IGG è tenuto a fornire la rendicontazione dei costi sostenuti per voci di spesa. Il Consorzio LaMMA si riserva la facoltà di poter chiedere i giustificativi in seguito al controllo della stessa rendicontazione, dal cui esito positivo dipenderà l'erogazione del contributo a saldo.

## **Art. 8**

### **DIRITTO DI RECESSO**

Il Consorzio LaMMA ha facoltà di recedere in ogni momento dalla Convenzione per sopravvenuti motivi di interesse pubblico.

## **Art. 9**

### **RISOLUZIONE**

Il Consorzio LaMMA potrà procedere alla risoluzione della presente convenzione ai sensi dell'art. 1453 c.c., dandone comunicazione scritta con un mese di anticipo, in caso di gravi e reiterate inadempienze agli obblighi prescritti dalla presente convenzione, dalle disposizioni di legge in materia, e nell'esecuzione delle generali attività di cui all'allegato della presente convenzione.

In caso di risoluzione anticipata del presente atto, o nel caso che entro la data fissata le attività svolte non avessero esaurito l'intero programma previsto, il Consorzio LaMMA provvederà a sospendere l'erogazione del finanziamento fatto salvo quanto dovuto per il lavoro effettuato,

sempre che il Consorzio ritenga che l'incarico svolto dal contraente fino alla data della risoluzione sia utile per il conseguimento degli obiettivi previsti dalla relazione (allegato "A").

#### **Art. 10**

##### **TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI**

Il CNR-IGG è tenuto all'osservanza delle norme di cui al "Codice in materia di protezione dei dati personali" Decreto Legislativo n°.196 del 30 giugno 2003.

#### **Art. 11**

##### **RESPONSABILITA'**

Il Consorzio LaMMA non può essere in nessun caso considerato responsabile per i danni subiti dal CNR-IGG o da terzi durante l'esecuzione dei compiti previsti dalla presente convenzione.

Al CNR-IGG è fatto obbligo di risarcire il Consorzio LaMMA per qualsiasi danno da essa subito nel corso della realizzazione delle attività previste dalla presente convenzione, fatto salvo il caso in cui sussistano cause di forza maggiore.

#### **Art. 12**

##### **ASSICURAZIONI OBBLIGATORIE INFORTUNISTICHE ED ASSISTENZIALI**

Il CNR-IGG è tenuto all'osservanza delle norme relative alle assicurazioni obbligatorie e antinfortunistiche, previdenziali ed assistenziali, e dovrà adottare tutti i procedimenti e le cautele atti a garantire l'incolumità delle persone addette e dei terzi con scrupolosa osservazione delle norme antinfortunistiche in vigore. Ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni o danni eventualmente subiti da persone o cose, tanto dell'amministrazione che di terzi, in dipendenza di omissioni o negligenze nell'esecuzione della prestazione, ricadrà sul contraente restandone sollevato il Consorzio LaMMA.

In particolare, l'aggiudicatario si impegna ad ottemperare a tutti gli adempimenti previsti dal D.Lgs. N° 81/2008 e s.m.i..

#### **Art. 13**

##### **ONERI CONTRATTUALI E FISCALI**

La registrazione avverrà solo in caso d'uso e le spese di bollo e registro saranno a cura e carico del beneficiario senza diritto di rivalsa nei confronti del Consorzio LaMMA.

La presente convenzione è soggetta ad imposta a tariffa fissa in quanto non concernente prestazioni a carattere patrimoniale.

**Art. 14**

**FORO COMPETENTE**

Non è ammesso il ricorso all'arbitrato. Per qualsiasi controversia derivante o connessa alla presente convenzione è competente il Foro di Firenze.

**Art. 15**

**CLAUSOLA FINALE**

Per quanto non espressamente disciplinato nella presente convenzione si fa espresso riferimento a quanto previsto in materia dalla vigente legislazione regionale, nazionale e comunitaria.

VISTO, APPROVATO E SOTTOSCRITTO.

per il Consorzio LaMMA

Il Dott. Bernardo Gozzini

per il CNR-IGG

Il Dott. Antonello Provenzale