



**Richiesta per borsa di studio da attivare ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del
10/08/2021**

La sottoscritta **MARIA CRISTINA MARTINEZ-LABARGA**, professore associato afferente al
Dipartimento di BIOLOGIA, Interno 06-72594348
email **CRISTINA.MARTINEZ@UNIROMA2.IT**

CHIEDE

L'attivazione di una borsa di studio di dottorato ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del
10/08/2021. A tal fine comunica quanto segue:

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il **XXXVII** ciclo: **BIOLOGIA
EVOLUZIONISTICA ED ECOLOGIA**

Area per la quale si presenta la richiesta (selezionare solo una delle due):

Innovazione

Green

Tipologia di cofinanziamento (pari ad euro 8000 una tantum):

Nome dell'Ente finanziatore pubblico o privato: **MUR Legge 113/91** (modificata con legge 6/2000)
Progetti "CONTRIBUTI ANNUALI" – PANN20, Diffusione Cultura Scientifica

Persona di Riferimento: **MARIA CRISTINA MARTINEZ-LABARGA**

Telefono: **320.43.17082, 06-72594348**

Email: **CRISTINA.MARTINEZ@UNIROMA2.IT**

Fondi di ricerca dipartimentali

Progetto di Ricerca:



TURISMO ARCHEOLOGICO AD ALLUMIERE (RM): UN ESEMPIO DI ECOSOSTENIBILITÀ

Sempre più spesso si sente parlare di promuovere iniziative turistiche ecosostenibili a impatto ambientale zero che, soprattutto in questo particolare momento dell'era post-COVID, possono anche offrire una possibilità di rilancio per il settore museale. In quest'ottica l'applicazione delle più moderne tecnologie di realtà aumentata e virtuale, arricchite dall'impiego di elementi ludici derivanti dalla *gamification*, offrono esperienze immersive adatte a un pubblico di tutte le età, potendo quindi offrire la risposta *green* di cui questo settore ha bisogno.

Il presente progetto ha l'**obiettivo** di approfondire le conoscenze sui primi minatori dell'allume rinvenuti presso il sito di La Bianca (Allumiere, RM, XV-XVII secolo) attraverso la creazione di un ambiente virtuale pienamente accessibile utilizzando le più moderne soluzioni di *gamification* e adoperando le ultime tecnologie attinenti alla realtà aumentata e virtuale, partendo dall'analisi genomica e metagenomica dei resti scheletrici e dei sedimenti. Questo sarà possibile grazie alla collaborazione del **Centro di Antropologia Molecolare per lo Studio del DNA antico del Dipartimento di Biologia dell'Università di Roma Tor Vergata** e l'**azienda Idra Editing Srl**, leader nel settore degli *applied games* e delle esperienze interattive digitali, virtuali e immersive.

L'obiettivo finale sarà la creazione di una piattaforma virtuale mediante la quale sarà possibile incontrare i minatori dell'allume, apprezzarne lo stile di vita e conoscere l'ambiente in cui vivevano questi lavoratori medievali.

L'idea che la presentazione dei risultati del progetto di dottorato avvenga attraverso la realizzazione di un prodotto virtuale, inquadra il progetto non solo in termini di *Citizen science*, ma ne definisce il carattere pienamente ecosostenibile garantendo l'accesso da parte della cittadinanza al prezioso sito di La Bianca in modalità completamente digitale e in linea con i più moderni concetti di musealizzazione.

La "cappella dei minatori" presso il sito archeologico di La Bianca (Allumiere, RM), ospita i resti scheletrici dei primi minatori dell'allume in Italia. Il sito offre la possibilità di indagare sulla vita dei minatori, lavoratori e produttori dell'allume italiano che era richiesto ed esportato in tutta la penisola.

La scoperta da parte di Giovanni di Castro della presenza di alunite sui Monti della Tolfa ha determinato l'inizio dello sfruttamento di questo minerale nel nostro paese. Possiamo affermare che la produzione di allume che era ampiamente utilizzato fin dall'antichità in numerosi ambiti, dalla medicina alla produzione tessile, ha rappresentato una vera e propria produzione industriale determinando l'alterazione del territorio circostante. Il bagaglio rappresentato dai risultati delle analisi anatomo-morfologiche, degli isotopi stabili del carbonio e dell'azoto delle proteine dell'osso e del DNA d'origine animale presente nel tartaro dentale, pubblicate dal nostro gruppo di ricerca, costituiscono infatti un punto di partenza importante per la prosecuzione dello studio di uno dei primissimi gruppi di minatori in Italia. In aggiunta, studi archeobotanici sul tartaro dentale hanno permesso di ricostruire l'alimentazione e le pratiche fitoterapiche utilizzate dai minatori [Baldoni et al. 2018. PLoS ONE 13(10): e0205362].

In questo progetto di dottorato le analisi molecolari riguarderanno in particolare:

- L'analisi genomica volta alla caratterizzazione dei tratti fenotipici, dell'origine geografica e dei marker patologici;
- l'analisi metagenomica del tartaro dentale finalizzata alla ricostruzione del microbioma orale.
- l'analisi del DNA intrappolato nei sedimenti che permetterà di ricostruire gli ambienti del passato e di riconoscere le specie vegetali e animali che erano presenti. L'analisi del DNA ambientale è in grado di valutare come le azioni collegate alla produzione dell'allume abbiano potuto determinare sconvolgimenti ambientali che a lungo termine abbiano modificato l'ecosistema e il paesaggio.

L'utilizzo di elementi ludici derivanti dalla *gamification*, in commistione con le tecnologie della realtà aumentata e virtuale, oltre a rispecchiare gli *standard* qualitativi tra i più elevati nel panorama nazionale e



internazionale, sono tra i più utilizzati oggi nel campo della valorizzazione e promozione dei beni culturali ai fini di promuovere la musealizzazione *green*.

La promozione di musei ecosostenibili, che incorporino i concetti di sostenibilità ambientale nelle sue operazioni, nelle programmazioni e nelle strutture museali stesse, oltre a essere di fondamentale importanza per risvegliare nel pubblico la consapevolezza dei limiti del nostro pianeta, riveste un'importanza ancora maggiore nel presente periodo storico segnato dalla pandemia da COVID-19.

In un mondo in cui si devono ridurre i rifiuti, promuovere l'utilizzo delle risorse rinnovabili e abbattere le emissioni di CO₂, il settore museale può e deve rispondere avvalendosi delle più moderne tecnologie digitali che trasformano il museo da luogo fisico a esperienza virtuale e interattiva. Tale concetto nell'ottica delle restrizioni dell'era post-COVID-19 permette da un lato la fruizione degli spazi museali in modalità telematica e sicura, e al contempo, abbatte gli impatti ambientali negativi del turismo.

Appare doveroso sottolineare che il carattere virtuale e di *gamification* della piattaforma non inficia la correttezza e il rigore scientifico del prodotto. Le tecnologie applicate si baseranno sui risultati delle analisi morfologica precedentemente svolte dal nostro gruppo di ricerca che ha permesso di individuare le attività svolte dai minatori nel processo di produzione dell'allume, nonché delle analisi di archeoantropologia molecolare che verranno svolte nell'ambito del presente progetto di dottorato.

Il prodotto digitale sarà quindi sviluppato in un'ottica videoludica sulla base di documentazioni storicamente e scientificamente accurate.

Le analisi antropologiche saranno incentrate sull'analisi del DNA antico dei minatori dell'allume e sulle analisi metagenomiche del tartaro dentale e dei sedimenti.

L'avvento del sequenziamento di nuova generazione (*Next Generation Sequencing*, NGS) ha rappresentato una vera e propria rivoluzione nella ricerca antropologica e abbiamo progressivamente assistito a una crescente disponibilità di dati genomici antichi nonché alla possibilità di estrarre e sequenziare il DNA a partire da resti via via più antichi.

Il DNA antico (aDNA) verrà estratto a partire dai denti o dalla petrosa dell'osso temporale come previsto dall'attuale pratica di laboratorio in linea con le più recenti ricerche nel settore [Hansen et al. 2017, PLoS ONE 12, e0170940; Pinhasi et al. 2019, Nature Prot. 14:1194].

L'analisi dell'aDNA saranno volte in particolare all'identificazione dei marcatori genetici utili per indagare l'origine geografica degli individui [Esposito et al. 2018, Genes 9, 525], alla ricostruzione dei tratti fenotipici quali il colore della pelle, degli occhi, dei capelli [Kayser, 2015, For. Sci. Int.] nonché i tratti somatici del volto [Richmond et al. 2018, Front Genet.; 9:462] al fine di ricostruire l'aspetto fisico dei minatori dell'Allume rinvenuti presso il sito archeologico di La Bianca con i quali sarà possibile interagire nel prodotto di realtà aumentata che ci si propone di sviluppare. Sarà inoltre possibile approfondire i risultati delle analisi paleopatologiche macroscopiche al fine di individuare eventuali difetti genetici o *markers* molecolari correlati con alcune patologie quali ad esempio l'osteoartrosi [Ruiz-Romero et al. 2018, Curr. Opin. Rheumatol. 30:114] patologia altamente comune in resti scheletrici di provenienza archeologica spesso correlabile anche con la tipologia e l'intensità delle attività svolte.

La ricerca verrà implementata dall'analisi metagenomica del tartaro dentale volta alla ricostruzione del microbioma orale [Warinner et al. 2014, Nat. Genet. 46:336] e dei sedimenti al fine di monitorare la biodiversità dell'epoca [Slon et al. 2017, Science 356:605].

L'avvento della paleometagenomica ha rappresentato la risposta al crescente interesse nei confronti del DNA ambientale (eDNA) [Pedersen et al. 2015, Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 370:20130383]. La metagenomica ha infatti ampliato incredibilmente le possibilità di analisi e il livello di approfondimento raggiungibile. L'avanzamento della ricerca e delle tecniche applicate in paleogenomica ha inoltre permesso l'accesso alle biomolecole antiche conservate in substrati la cui analisi era assolutamente inconcepibile fino a qualche anno fa [Green & Speller, 2017, Genes 8:180].



Da un lato il tartaro rappresenta un eccezionale substrato per ricostruire l'alimentazione, le pratiche fitoterapiche ma anche e soprattutto il microbioma orale, dall'altra i sedimenti offrono la possibilità di ricostruire la biodiversità ambientale.

La continua e inesorabile riduzione della biodiversità del nostro pianeta rappresenta una delle problematiche che sta facendo molto discutere. Il DNA ambientale offre la possibilità di scoprire modelli di biodiversità rappresentando una rivoluzione in ambito ecologico nel monitoraggio delle specie e delle popolazioni. Oltre alle ben note applicazioni in ambito ecologico e zoologico, l'eDNA si è rivelato di estrema importanza anche in campo antropologico permettendo di studiare non solo la presenza di DNA dei nostri antenati, ma anche di altre specie animali [Slon et al., 2017, Science 356:605; Thomsen & Willerslev, 2015, Biol. Cons. 183:4]. Nel prodotto l'analisi dell'eDNA dei sedimenti fornirà informazioni sulle specie presenti nel sito e sull'impatto della produzione dell'allume sull'ambiente.

In conclusione, possiamo affermare che il presente **progetto di dottorato** volto a una **ricostruzione a tutto tondo dello stile di vita e della biodiversità ambientale attraverso un'esperienza espositiva in un museo virtuale a emissioni zero**, risulta pienamente coerente con la **tematica green** del dottorato.

M. Cristina Martinez-Labarga