

## ALLEGATO A

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Procedura di selezione per la chiamata a professore di II fascia da ricoprire ai sensi dell'art. 18, commi 1 e 4, della Legge n. 240/2010 per il settore concorsuale 02/D1 - Fisica Applicata, Didattica e Storia della Fisica, (settore scientifico-disciplinare FIS/07 - Fisica Applicata (a Beni Culturali, Ambientali, Biologia e Medicina)) presso il Dipartimento di FISICA "ALDO PONTREMOLI", Codice concorso 5284

# Letizia Maria Agostina Bonizzoni detta Letizia Bonizzoni

## CURRICULUM VITAE

### INFORMAZIONI PERSONALI

COGNOME	BONIZZONI
NOME	LETIZIA MARIA AGOSTINA
DATA DI NASCITA	25 MAGGIO 1971

### CONGEDI PER MATERNITÀ (LEGGE 8-3-2000 N.53, DL 26-3-2001 N. 151)

- DAL 15-11-2001 AL 12-04-2002
- DAL 31-05-2003 AL 29-02-2004
- DAL 20-11-2007 AL 03-10-2008

### INDICE:

TITOLI	2
TITOLO DI STUDIO	2
TITOLO DI DOTTORE DI RICERCA	2
ALTRI TITOLI	2
ATTIVITÀ DIDATTICA	2
INSEGNAMENTI E MODULI	2
ALTRI INCARICHI DIDATTICI	3
ATTIVITÀ DI DIDATTICA INTEGRATIVA E DI SERVIZIO AGLI STUDENTI	3
ATTIVITÀ DI RELATORE DI ELABORATI DI LAUREA, DI TESI DI LAUREA MAGISTRALE, DI TESI DI DOTTORATO E DI TESI DI SPECIALIZZAZIONE	3
ATTIVITÀ DI TUTORATO DEGLI STUDENTI DI CORSI DI LAUREA E DI LAUREA MAGISTRALE E DI TUTORATO DI DOTTORANDI DI RICERCA	7
SEMINARI	7
ATTIVITÀ DI RICERCA SCIENTIFICA	8
ELENCO PUBBLICAZIONI PRESENTATE CON INDICI CITAZIONALI	8
PRINCIPALI TEMATICHE APPROFONDITE	9
ELENCO PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE	12
ORGANIZZAZIONE, DIREZIONE E COORDINAMENTO DI CENTRI O GRUPPI DI RICERCA NAZIONALI E INTERNAZIONALI O PARTECIPAZIONE AGLI STESSI	18
ATTIVITÀ QUALI LA DIREZIONE O LA PARTECIPAZIONE A COMITATI EDITORIALI DI RIVISTE SCIENTIFICHE	22
PREMI E RICONOSCIMENTI NAZIONALI E INTERNAZIONALI PER ATTIVITÀ DI RICERCA	23
PARTECIPAZIONE IN QUALITÀ DI RELATORE A CONGRESSI E CONVEGNI DI INTERESSE INTERNAZIONALE	24
ATTIVITÀ GESTIONALI, ORGANIZZATIVE E DI SERVIZIO	25
INCARICHI DI GESTIONE E AD IMPEGNI ASSUNTI IN ORGANI COLLEGIALI E COMMISSIONI, PRESSO RILEVANTI ENTI PUBBLICI E PRIVATI E ORGANIZZAZIONI SCIENTIFICHE E CULTURALI, OVVERO PRESSO L'ATENEO O ALTRI ATENEI	25

## TITOLI

### TITOLO DI STUDIO

27/05/1998: Laurea in Fisica presso Università degli Studi di Milano, tesi dal titolo *Realizzazione di sistemi per analisi XRF con impiego di microsonde*. Relatore: Prof. Mario Milazzo; Correlatori: Prof. Carlo De Martinis, Dott. Carlo Cicardi. Votazione 108/110

### TITOLO DI DOTTORE DI RICERCA CONSEGUITO IN ITALIA

18/01/2007: Dottorato di Ricerca in Scienze Chimiche, XIX ciclo presso Università degli Studi di Milano, Tesi dal titolo *L'analisi chimica nello studio delle ceramiche archeologiche*. Tutore: prof. Silvia Bruni, co-tutore: prof. M. Milazzo. Giudizio: **eccellente**.

### ALTRI TITOLI CONSEGUITI

Abilitazione Scientifica Nazionale: Settore concorsuale 02/D1 - FIS 07, seconda fascia, 4 aprile 2017 (scadenza 4 aprile 2026)

Diploma di Maturità Scientifica, Istituto Leone XIII, Milano, 1990.

#### Partecipazione a scuole e seminari:

- Laboratorio di Bioimmagini: microscopia ottica, confocale, elettronica (Corso di formazione Università degli Studi di Milano, febbraio 2017)
- Scuola Nazionale di Chimica Analitica per Dottorandi (Società di Chimica Italiana, Divisione di Chimica Analitica), Roma 2005
- V Seminario Nazionale di Spettroscopia Analitica, Gargnano (2001)
- III Seminario Nazionale di Spettroscopia Analitica, Gargnano (1998)
- Scuola Estiva di Archeometria, Lecce (1997)

#### Posizione attuale

Da gennaio 2008: Tecnico (cat. D - Area Tecnico, Tecnico-scientifica ed elaborazione dati) con compiti di supporto alla ricerca e alla didattica presso il Dipartimento di Fisica Università Statale di Milano

#### Posizioni ricoperte

- Da febbraio 2001 a dicembre 2007, Tecnico - cat. D - Area Tecnico, Tecnico-scientifica ed elaborazione dati presso Istituto fisica Generale Applicata dell'Università degli Studi di Milano.
- Da ottobre 1998 a ottobre 1999, Assistente tecnico con contratto a tempo determinato presso Istituto di fisica Generale Applicata dell'Università Statale di Milano.

## ATTIVITÀ DIDATTICA

### INSEGNAMENTI E MODULI

#### **A.A. 2014/2015**

**Professore a contratto**: “Metodologie con raggi X per i beni culturali” per il corso di Laurea triennale in Scienze e Tecnologie per lo studio e la conservazione dei beni culturali e dei supporti dell'informazione, Università degli Studi di Milano (48 ore; 6cfu).

#### **A.A. 2015/2016**

**Professore a contratto**: “Metodologie con raggi X per i beni culturali” per il corso di Laurea triennale in Scienze e Tecnologie per lo studio e la conservazione dei beni culturali e dei supporti dell'informazione, Università degli Studi di Milano (48 ore; 6cfu).

#### **A.A. 2016/2017**

**Professore a contratto**: “Metodologie con raggi X per i beni culturali” per il corso di Laurea triennale in Scienze e Tecnologie per lo studio e la conservazione dei beni culturali e dei supporti dell'informazione, Università degli Studi di Milano (48 ore; 6cfu).

#### A.A. 2017/2018

**Professore a contratto:** “Metodologie con raggi X per i beni culturali” per il corso di Laurea triennale in Scienze e Tecnologie per lo studio e la conservazione dei beni culturali e dei supporti dell’informazione, Università degli Studi di Milano (48 ore; 6cfu).

#### A.A. 2018/2019

**Professore a contratto:** “Metodologie con raggi X per i beni culturali” per il corso di Laurea triennale in Scienze e Tecnologie per lo studio e la conservazione dei beni culturali e dei supporti dell’informazione, Università degli Studi di Milano (48 ore; 6cfu).

**Docenza a contratto** all’interno del modulo didattico “Colorimetria e sistemi del colore - Colorimetry and Color Systems” del Master Internazionale in “Color Design and Technology 2018/2019” POLI.DESIGN - Politecnico di Milano (6 ore).

#### A.A. 2020/2021

**Professore a contratto:** “Metodologie con raggi X per i beni culturali” per il corso di Laurea triennale in Scienze e Tecnologie per lo studio e la conservazione dei beni culturali e dei supporti dell’informazione, Università degli Studi di Milano (48 ore; 6cfu).

#### A.A. 2022/2023

**Professore a contratto:** “Metodologie con raggi X per i beni culturali” per il corso di Laurea triennale in Scienze e Tecnologie per lo studio e la conservazione dei beni culturali e dei supporti dell’informazione, Università degli Studi di Milano (48 ore; 6cfu).

#### Collaborazioni all’attività didattica presso Unimi (con partecipazione a commissioni d’esame):

- Corso di Laboratorio di Archeometria per gli studenti del corso di laurea in fisica (V.O.) e del corso di laurea Magistrale in fisica, A.A. 1998/1999, 1999/2000, 2001/2001, 2002/2003, 2005/2006, 2006/2007, 2008/2009.
- Corso di Laboratorio di Misure Fisiche per l’Ambiente e l’Arte, Turno di “Fisica per l’Arte” per gli studenti del corso di laurea in fisica (LM43), A.A. 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016.
- Corso di Laboratorio di Analisi non distruttive per i Beni Culturali per gli studenti del corso di laurea in Scienze e tecnologie per lo studio e la conservazione dei beni culturali e dei supporti della informazione (L43), A.A. 2011/2012, 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2019/2020.
- Corso di Laboratorio di Tecniche fisiche avanzate applicate ai beni culturali per gli studenti del corso di laurea magistrale in Scienze per la conservazione e la diagnostica dei Beni culturali (LM11), A.A. 2015/2016; 2016/2017; 2017/2018; 2018/2019; 2019/2020; 2022/2023.
- Corso di Metodi di Analisi per i Beni Culturali del corso di laurea in Scienze e tecnologie per lo studio e la conservazione dei beni culturali e dei supporti della informazione (L43)

#### ALTRI INCARICI DIDATTICI

- **Incarico per la docenza** del modulo “Analisi Fisiche applicate al restauro delle pitture murali” nell’ambito del Master per il Restauro delle Pitture Murali (“Il Restauro e La Conservazione Delle Pitture murali di Scuola Giottesca”) presso l’Istituto Europeo del Restauro, istituto internazionale per il settore del restauro e della conservazione dei Beni Culturali che opera nel campo della formazione, ricerca e specializzazione professionale (6 ore). Febbraio 2015.
- **Incarico per la docenza** per il corso “Chimica e Fisica: una storia di sinergia per la scienza” (9 novembre 2021) organizzato dall’Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Lombardia. Titolo della lezione (30 minuti, con test finale): “Chimica e fisica in sinergia per la diagnostica dei beni culturali”

#### ATTIVITÀ DI DIDATTICA INTEGRATIVA E DI SERVIZIO AGLI STUDENTI

#### ATTIVITÀ DI RELATORE DI ELABORATI DI LAUREA, DI TESI DI LAUREA MAGISTRALE, DI TESI DI DOTTORATO E DI TESI DI SPECIALIZZAZIONE

**Correlatore** (Co-rapporteur) **Dottorato in Chimica Applicata**, Université A. MIRA (Bejaia, Algeria). Titolo della tesi *Application de techniques d’analyses physico-chimiques à l’étude d’objets du patrimoine Archéologique Algérien* (Application of non-destructive techniques to analyze different objects of Algerian heritage (ceramics, coins, manuscripts), studente Lynda Idjouadiene, tutor: Dr.

Toufik Mostefaoui. Discussa il 22/12/2020. In questa occasione sono stata membro della commissione per l'esame finale di dottorato in Chimica Applicata dell'Università A. Mira di Bejaja (Algeria), Faculté des Sciences Exactes, Département Chimie, per la seduta del 22 dicembre 2020.

**Correlatore Master STArch - SCIENZE E TECNOLOGIE PER I BENI ARCHEOLOGICI A RISCHIO** *Università Scuola Interateneo di Specializzazione in Beni Archeologici Università degli Studi di Trieste, Udine e Venezia Ca' Foscari A.A. 2021\2022* A. Francesconi "La determinazione d'origine dei manufatti ceramici, metodi e strumenti. Il caso delle anfore di Laus Pompeia". In questa occasione sono stata membro della commissione per la prova finale (01/12/2022) in qualità di esperto esterno.

**Relatore tesi di Laurea Magistrale (LM 11) in Scienze per la Conservazione e la diagnostica dei Beni Culturali**, Università degli Studi di Milano:

1. A.A. 2017/2018, B. Bernasconi, Applicazione della statistica multivariata all'analisi XRF di materiale osteoarcheologico
2. A.A. 2018/2019, J. Orsilli, Applicazioni di simulazioni Monte Carlo per l'analisi XRF quantitativa di campioni metallici stratificati.
3. A.A. 2018/2019, R. Valcozzena, Datazione di ossidiane con il metodo delle tracce di fissione per studi di provenienza di interesse archeologico
4. A.A. 2019/2020, M. Saleh, Analisi dati ottenuti da misure di datazione TL e OSL su ceramiche antiche nel contesto del progetto europeo nEU-MED.
5. A.A. 2020/2021, G. Ruschioni, FUXYA2020 spectrometer. Progettazione e realizzazione di uno spettrometro portatile per l'analisi EDXRF.
6. A.A. 2020/2021, F. Micheletti, Spettrometro XRF Fuxya 2020: Caratterizzazione ed ottimizzazione per l'analisi quantitativa di leghe metalliche
7. A.A. 2020/2021. A Tansella, Una nuova voce per antichi strumenti a fiato. Creazione di un setup ottimale per Tomografie Computerizzate di strumenti a fiato e Ricostruzione con stampante 3D
8. A.A. 2021/2022 E. Martinelli, Spettrometro FUXYA2020: analisi quantitativa per materiali a matrice leggera e Proficiency Test IAEA

**Relatore elaborati di Laurea Triennale (L 43) in Scienze e Tecnologia per lo Studio e la Conservazione dei Beni culturali e dei Supporti della Informazione**, Università degli studi di Milano

9. A.A. 2013/2014, F. M. Soffientini, Blu Egizio: il colore degli dei.
10. A.A. 2013/2014, V. Marzo, La cultura Amazigh attraverso le testimonianze materiche: monete, gioielli, manoscritti e ceramiche
11. A.A. 2014/2015, C. Belgiovine, Artemisia del Maestro di Griselda: analisi scientifiche e confronti con le opere del ciclo senese
12. A.A. 2014/2015, V. Zaro, Analisi non invasive a supporto del restauro di tre dipinti allegorici di Luca Giordano appartenenti alla Collezione Borromeo
13. A.A. 2015/2016, B. Bernasconi, Metodi sperimentali per l'ottimizzazione delle tecniche di imaging applicate a Beni culturali
14. A.A. 2016/2017, E. Holzer, Analisi radiografiche su tavole lignee: riconoscimento della specie e influenza della preparazione e degli strati pittorici
15. A.A. 2016/2017, E. Murtic, La tavolozza di Marco D'Oggiono. Analisi non invasive su due opere e confronto con i dati di letteratura
16. A.A. 2016/2017, L. Grechi, La metafisica di Carlo Carrà: indagini scientifiche alla scoperta della genesi di due opere nell'ambito di un processo di restauro
17. A.A. 2017/2018, M. Anfosso, Analisi non invasive sui pigmenti di un'opera giovanile di Giorgio Morandi
18. A.A. 2017/2018, C. Delledonne, L'enigma di Caravaggio: il ruolo delle analisi diagnostiche non invasive nel processo d'attribuzione
19. A.A. 2017/2018, F. Barenghi, Procaccini da vicino: analisi in situ dell'opera Morte di San Giuseppe
20. A.A. 2017/2018, G. Marchetti, Leggere l'invisibile. Analisi spettroscopiche e di immagine per lo studio di manoscritti e palinsesti

21. A.A. 2017/2018, M. Saleh, Messa a punto di un sistema per analisi XRL: prime prove su campioni di lapislazzuli
22. A.A. 2017/2018, A. Crepaldi, Il Divisionismo secondo Previati: il Trittico del Giorno.
23. A.A. 2017/2018, S. Monico, La Santa Caterina attribuita a Lotto e il ruolo delle indagini archeometriche nell'autografia delle opere d'arte
24. A.A. 2017/2018, B. Cerrai, I tre santi della cripta di sant'Ambrogio a Milano: indagine diagnostica delle reliquie
25. A.A. 2018/2019, E. Epifani, Resti della fornace in via Platina (CR): studio della provenienza mediante analisi XRF su ceramiche di origine romana.
26. A.A. 2018/2019, G. Massinelli, L'eredità di Fra' Galgario: caratterizzazione di lacche rosse con metodi non invasivi. Caratterizzazione delle tavolozze pittoriche e identificazione delle lacche rosse su opere di Fra' Galgario e Jacopo del Sellaio.
27. A.A. 2018/2019, F. Micheletti, Studio della degradazione e della composizione di vetri del I e II secolo d.C. con tecniche non invasive.
28. A.A. 2018/2019, Sofia Scipioni, Archeologia sperimentale applicata alla produzione del ferro: confronto tra i prodotti ottenuti e scorie di estrazione dal sito archeologico di Populonia.
29. A.A. 2018/2019, G. Guarnieri, "Leonardeschi oltre il visibile": caratterizzazione dei pigmenti del Rinascimento lombardo attraverso analisi non invasive.
30. A.A. 2018/2019, G. Ruschioni, Termografia IR e analisi XRF per la caratterizzazione del corredo dell'uomo in ceppi di Baratti
31. A. A. 2018/2019, G. Vigorito, Analisi di reperti osteoarcheologici: le reliquie di Santa Teopista.
32. A.A. 2018/2019, M. Rocca, Studi di provenienza su ceramiche della Valle del Tevere mediante analisi XRF.
33. A.A. 2019/2020, I. Grignoli Potenzialità e limiti della microscopia digitale portatile applicata all'analisi di ceramiche archeologiche.
34. A.A. 2019/2020 F. Prone, Analisi XRF di anfore romane dai contesti di scavo di Laus Pompeia
35. A.A. 2019/2020 Ramona Carne, Analisi archeometriche su ceramiche neolitiche provenienti dal sito archeologico di Ozzano (Bo), Via Tolara di Sotto
36. A.A. 2021/2022 M. Gavazzi, Le anfore romane di Laus Pompeia: Studio sulla provenienza mediante analisi XRF
37. A.A. 2021/2022 G. Borghi, Analisi non invasive e multidisciplinari per lo studio, il restauro e la conservazione di un'opera mai indagata: il caso della Madonna con Bambino di scuola leonardesca
38. A.A. 2021/2022 S. Dragone, Umidità nelle ceramiche: valutazione degli effetti nello spettro ED-XRF

**Correlatore tesi di Laurea Magistrale (LM 11) in Scienze per la conservazione e il restauro, Università degli Studi di Parma**

39. A.A. 2014/2015, Roberta Buono, Caratterizzazione radiografica di vasellame dell'età del Bronzo nell'ambito di un approccio multidisciplinare

**Correlatore Tesi di Laurea Magistrale in Fisica (LM 17), Università degli studi di Milano**

40. A.A. 2005/2006, J. Spinoni, Tecniche di microfluorescenza X: recenti sviluppi della strumentazione. Applicazioni in campo archeometrico
41. A.A. 2008/2009, E. Meda, Determinazione della provenienza mediante analisi EDXRF di manufatti ceramici dallo scavo di piazza Marconi a Cremona
42. A.A: 2021/2022, Riccardo Maria Zito, Comprehensive representation of combined XRF - VIS-NIR-SWIR analysis via Principal Component Analysis and K-means clustering applied to Artworks
43. A.A: 2021/2022, Matteo Gazabin, Methods for the classification of pigments and pictorial layers based on artificial intelligence algorithms

**Correlatore tesi di Laurea Magistrale (LMR 02) in Restauratore di Beni culturali, Diploma Accademico di 2° Livello - Ciclo unico, Accademia di Belle Arti di Brera**

44. A.A. 2021/2022, Anna Isabel Colombo, Restauro di tre volumi del XVIII sec. legati in cuoio appartenenti al Fondo Luigi Belloni dell'Istituto Lombardo

**Correlatore elaborati di Laurea Triennale (L 43) in Scienze e Tecnologie per lo Studio e la Conservazione dei Beni culturali e dei Supporti della Informazione, Università degli studi di Milano**

45. A.A. 2011/2012, V. Brunello, Oltre lo scavo: analisi scientifiche a supporto di ipotesi archeologiche. Il caso di studio del sito di Domo.
46. A.A. 2012/2013, C. Viganò, Materiali ceramici provenienti dall'area del fossato e del terrapieno del Villaggio Piccolo di S. Rosa di Poviglio (RE): analisi stratigrafiche, tipologiche e archeometriche
47. A.A. 2012/2013, E. Ziraldo, Reperti ceramici della Terramara di Poviglio: aspetti stratigrafici, tipologici e archeometrici
48. A.A. 2012/2013, M. Zucchelli, Analisi scientifiche non invasive a supporto del restauro di opere pittoriche. Due casi di studi: Lorenzo Lotto e Angelo Morbelli
49. A.A. 2013/2014, A. Labella, Bernardino Luini: analisi non distruttive per la caratterizzazione dei materiali pittorici di undici opere
50. A.A. 2013/2017, C.A. Ceppi, Analisi non invasive su opere dell'Accademia Carrara in occasione del nuovo allestimento: la Collezione Lochis
51. A.A. 2015/2016, F. Facchinetti, Analisi non invasive su una collezione d'arte contemporanea, Fiorenzo Novali
52. A.A. 2015/2016, L. Leone, Tra Villaggio Piccolo e villaggio Grande della Terramara S. Rosa di Poviglio. Nuovi dati dalla ceramica di età del Bronzo. Aspetti cronotipologici e archeometrici
53. A.A. 2016/2017, A. Orobello, Concotto e materiali fittili della Terramara S. Rosa di Poviglio. Indagini archeologiche e archeometriche
54. A.A. 2017/2018, M. Gentile, Efficacia dell'analisi non invasiva ED-XRF nella rilevazione di Pb su materiale osteologico proveniente da una cripta della chiesa di S. Maria Annunciata a Milano
55. A.A. 2017/2018, M. Pensa, I Celti a Esino Lario: caratterizzazione di manufatti metallici del periodo la Tène
56. A.A. 2019/2020 A. Sammaritano, Indagine multidisciplinare su due pseudo-mummie appartenenti alla collezione del Civico Museo Archeologico di Milano

**Correlatore Elaborati di Laurea Triennale (L 30) in Fisica, Università degli studi di Milano**

57. A.A. 2004/2005, I. Villa, Analisi XRF di ceramiche archeologiche
58. A.A. 2004/2005, M. Maddalena, Analisi XRF di bronzetti del XV - XVIII secolo dei civici Musei di Vicenza
59. A.A. 2004/2005, M. Santucci, Calibrazione di uno spettrometro TXRF per applicazioni in campo archeometrico
60. A.A. 2006/2007, E. Meda, Analisi non distruttive in situ in supporto ad interventi di restauro di pitture murali moderne presso il Palazzo di Giustizia di Milano
61. A.A. 2006/2007, G. Gorla, Analisi TXRF di ceramiche archeologiche
62. A.A. 2007/2008, F. Stringhetti, Analisi in situ dei vasi etruschi appartenenti alla collezione Lerici
63. A.A. 2008/2009, S. Tortorici, Caratterizzazione di pigmenti con analisi non distruttive. Applicazione al caso di materiale ceramico con finiture policrome dipinte a freddo.
64. A.A. 2009/2010, M. Venturelli, Analisi Ed-XRF per la determinazione della provenienza di ceramiche rinvenute nel sito di piazza Marconi a Cremona
65. A.A. 2009/2010, S. Scotuzzi, caratterizzazione di pigmenti minerali utilizzati in dipinti antichi mediante tecnica TXRF
66. A.A. 2010/2011, A. Artesani, Classificazione di laterizi provenienti dalla certosa di Pavia tramite analisi ICP-OES
67. A.A. 2010/2011, S. Merli, Determinazione mediante analisi ED-XRF della provenienza di bucheri etruschi
68. A.A. 2011/2012, A. Chiaravalli, Limiti dell'analisi TXRF nella discriminazione tra pigmenti minerali naturali e artificiali
69. A.A. 2011/2012, G. Giubertoni, Analisi XRF e FORS su una croce processionale del XIII secolo: caratterizzazione di smalti e gemme a pasta vitrea
70. A.A. 2012/2013, P. Tiberio, Studio mediante spettroscopia Raman di fibre di lino da tessuti antichi
71. A.A. 2013/2014, A.C. Forello, Calibrazione del software PyMCA per l'analisi di ceramiche archeologiche

**Correlatore Elaborati di Laurea triennale in Chimica (L 27), Università degli studi di Milano, Università degli studi di Milano**

72. A.A. 2005/2006, F. Pozzi, Studio archeometrico diacronico di ceramiche antiche dal sito di Tarquinia

**Correlatore Tesi di Laurea quadriennale in Fisica, Università degli studi di Milano**

73. A.A. 2000/2001, F. Larato, Realizzazione e messa a punto di uno strumento portatile per analisi E.D.X.R.F. in campo archeometrico

74. A.A. 2001/2002, E. Cottone, Analisi XRF quantitativa con strumenti portatili per le applicazioni archeometriche

75. A.A. 2003/2004, M. Bertucci, L'applicazione dell'analisi XRF in riflessione totale alle ceramiche antiche

76. A.A. 2009/2010 S. Ferrati, Impiego delle misure XRF per la determinazione degli spessori di stesure pittoriche: valutazione del metodo su casi di laboratorio

## ATTIVITÀ DI TUTORATO DEGLI STUDENTI DI CORSI DI LAUREA E DI LAUREA MAGISTRALE E DI TUTORATO DI DOTTORANDI DI RICERCA

- Dall'anno accademico 2004/2005 sono stata tutor di circa 40 stage curriculari per i corsi di laurea della classe LM11 e L43 presso Unimi. Attualmente sono tutor di 1 stage curriculari per la laurea triennale in Scienze e Tecnologie per lo Studio e la Conservazione dei Beni culturali e dei Supporti della Informazione (L43) e di 1 stage curriculare per il corso di laurea magistrale in Scienze per la Conservazione e la diagnostica dei Beni Culturali (LM11).
- A.A. 2009/2010: tutor per uno stage esterno nell'ambito del Master in Diagnostica Avanzata per i Beni Culturali, organizzato presso l'università di Bologna "Alma Mater Studiorum".
- A.A. 2021/2022 tutor per uno stage esterno ( tirocinio) nell'ambito del Master Universitario biennale di II Livello in Scienze e Tecnologie per i Beni Archeologici a rischio-STArch, dell'Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara

## SEMINARI

### Seminari su invito per corsi curriculari presso Unimi

- Anno Accademico 2020/2021 (7 maggio 2021): *Quando la fisica incontra l'antropologia*, seminario di 2 ore di lezione nell'ambito del Master di primo livello in "Antropologia scheletrica, forense e paleopatologica".
- Seminari annuali su XRF nel corso di Metodi di analisi per i beni culturali (Corso di Laurea in Scienze e tecnologie per lo studio e la conservazione dei Beni culturali e dei supporti dell'informazione) della durata di 2 o 4 ore.

**Workshops:** partecipazione al Workshop conclusive del Progetto Reassessing Scientific Collaboration finanziato dal progetto Seed 2019 dell'Università degli Studi di Milano. Milano, 28 ottobre 2021, Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci. Titolo dell'intervento: "Interdisciplinary projects in the field of Cultural Heritage conservation"

### Seminari su invito in eventi carattere divulgativo (terza missione dell'università):

- Gennaio 2021: partecipazione alla rassegna nazionale Arte è Scienza attraverso il contributo *Restauri in corsa, Ricerca "meta" fisica*, organizzato in remoto sul canale Youtube dell'Associazione Italiana di Archeometria
- 22 gennaio 2020: "*Leonardo e i suoi allievi: oltre il visibile*", incontro di approfondimento intorno alla grande mostra "Leonardo e la Madonna Litta" al Museo Poldi Pezzoli di Milano organizzato da Fondazione Bracco.
- 16 aprile 2019: *La fisica per l'arte*, seminario per la giornata "Speriamo che sia... scienziata" organizzata dall'Area di Scienze e Tecnologie dell'università statale di Milano nell'ambito dell'evento "STEM in the city" del Comune di Milano.

- 30 novembre 2018, *Reliquie multispettrali: i Santi alla luce della fisica* per l'evento "Apparuit Thesaurus Ambrosius: Le reliquie di s. Ambrogio e dei Martiri Gervaso e Protaso tra storia, scienze e fede" presso la Basilica di S. Ambrogio in Milano.
- 30 novembre 2017: relatrice per l'evento Approccio interdisciplinare per lo studio, l'archiviazione dei dati e la comunicazione presso il Centro Congressi di Fondazione Cariplo in chiusura del progetto Luini in nuova luce.
- 9-10 giugno 2015: "I pigmenti del Rinascimento lombardo: uno studio con metodi non invasivi" presso la pinacoteca Ambrosiana per il Convegno internazionale: "Storia e storiografia dell'arte del Rinascimento a Milano e in Lombardia. Metodologia. Critica. Casi di studio".

## **ATTIVITÀ DI RICERCA SCIENTIFICA**

L'attività di ricerca si colloca nell'ambito della Fisica Applicata con particolare attenzione allo sviluppo e applicazione di metodologie per lo studio, la conservazione e la diagnostica dei Beni Culturali. Riguarda principalmente le tecniche non invasive (senza prelievo o alterazione del materiale in esame) con particolare attenzione all'analisi ED-XRF (Energy Dispersive X-Ray Fluorescence), che permette la caratterizzazione elementare dei materiali *in situ* e senza necessità di operare in vuoto, aspetti ovviamente fondamentali per le applicazioni su materiali di interesse storico-artistico. L'attività di ricerca è frequentemente condotta attraverso collaborazioni multidisciplinari a livello nazionale o internazionale, a volte in collaborazione con imprese ed enti.

L'attività scientifica, a carattere sperimentale, è svolta prevalentemente presso il laboratorio Raggi X-Archeometria del Dipartimento di Fisica "Aldo Pontremoli" (Università degli Studi di Milano), di cui sono attualmente responsabile, che ospita sia attività didattica per tesi e tirocini, sia attività di ricerca. Il laboratorio è censito nell'XRF Facility Database dell'IAEA (International Atomic Energy Agency), partecipa ai Proficiency Test IAEA<sup>1</sup> e al programma OpenAIAR<sup>2</sup> dell'Associazione Italiana di Archeometria (AIAR) di cui sono membro.

Nel corso della mia carriera scientifica, sono stata autrice di 61 lavori su rivista e proceeding sottoposti a peer review e indicizzati, con 600 citazioni in totale e h-index pari a 15 (fonte Scopus in data 28 aprile 2023).

<https://orcid.org/0000-0002-8637-7006>

Scopus Author ID: 6507424994

Researcher ID: S-8617-2017

AIR: <https://air.unimi.it/cris/rp/rp08179>

In tabella riporto le 12 pubblicazioni presentate con alcuni indici citazionali riferiti alla data del 28 aprile 2023.

		Posizione AUTORE (P=primo, C=corresponding, U=ultimo)	Miglior quartile rivista_Scimagò SCOPUS	Citazioni totali SCOPUS	SCOPUS miglior percentile per citazioni
1	G. Ruschioni, D. Malchiodi, A. M. Zanaboni, <b>L. Bonizzoni</b> Supervised learning algorithms as a tool for archaeology: classification of ceramic samples described by chemical element concentrations, <i>Journal of Archaeological Science: Reports</i> , Volume 49, June 2023, 103995. <a href="https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.103995">https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.103995</a>	C, U	Q1	0	10
2	Jacopo Melada, <b>Letizia Bonizzoni</b> , Marco Gargano, Emanuela Grifoni, Nicola Ludwig. Pre-processing methods for automatic pigment recognition through Vis-NIR reflectance spectra. <i>Eur. Phys. J. Plus</i> 137, 44 (2022). <a href="https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-021-02262-6">https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-021-02262-6</a>	C	Q2	1	25
3	Lynda Idjouadiene, Toufik A. Mostefaoui, Abdelyamine Naitbouda, Houcine Djermoune, Djamel Eddine Mechehed, Marco Gargano,	U	Q1	4	7

<sup>1</sup> Proficiency Test for Nuclear and Related Analytical Techniques Laboratories organizzato dal Nuclear Science and Instrumentation Laboratory dell'Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica per monitorare e valutare le prestazioni analitiche dei laboratori.

<sup>2</sup> OpenAIAR è un'iniziativa pensata per consentire ai soci giovani l'accesso gratuito ai laboratori dei ricercatori afferenti all'Associazione Nazionale di Archeometria.

	<b>Letizia Bonizzoni</b> , First applications of non-invasive techniques on Algerian heritage manuscripts: the LMUHUB ULAHBIB ancient manuscript collection from Kabylia region (Afniq n Ccix Lmuhub), <i>Journal of Cultural Heritage</i> , Volume 49, <b>2021</b> , 289-297. <a href="https://doi.org/10.1016/j.culher.2021.03.008">https://doi.org/10.1016/j.culher.2021.03.008</a> .				
4	Anna Galli, Marco Gargano, <b>Letizia Bonizzoni</b> , Silvia Bruni, Matteo Interlenghi, Margherita Longoni, Arianna Passaretti, Michele Caccia, Christian Salvatore, Isabella Castiglioni, Marco Martini <i>Imaging and spectroscopic data combined to disclose the painting techniques and materials in the fifteenth century Leonardo atelier in Milan</i> <i>Dyes and Pigments</i> , Volume 187, March <b>2021</b> , 109112, <a href="https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2020.109112">https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2020.109112</a>	C	Q1	10	18
5	Jacopo Melada, Nicola Ludwig, Francesca Micheletti, Jacopo Orsilli, Marco Gargano, Emanuela Grifoni, <b>Letizia Bonizzoni</b> Visualization of defects in glass through pulsed thermography, <i>Applied Optics</i> Vol. 59, No. 17 / 10 June <b>2020</b> <a href="https://doi.org/10.1364/AO.388469">https://doi.org/10.1364/AO.388469</a>	U	Q1	4	8
6	Francesca Micheletti, Jacopo Orsilli, Jacopo Melada, Marco Gargano, Nicola Ludwig, <b>Letizia Bonizzoni</b> <i>The role of IRT in the archaeometric study of ancient glass through XRF and FORS</i> . <i>Microchemical Journal</i> 153 (2020) 104388 <a href="https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104388">https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104388</a>	C, U	Q2	13	25
7	<b>Letizia Bonizzoni</b> , Silvia Bruni, Marco Gargano, Vittoria Guglielmi, Chiara Zaffino, Andrea Pezzotta, Annalisa Pilato, Teodoro Auricchio, Luc Delvaux, Nicola Ludwig <i>Use of integrated non-invasive analyses for pigment characterization and indirect dating of old restorations on one Egyptian coffin of the XXI dynasty</i> <i>Microchemical Journal</i> 138 (2018) 122-131. <a href="https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.01.002">https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.01.002</a>	P, C	Q2	18	33
8	<b>Letizia Bonizzoni</b> , Silvia Bruni, Anna Galli, Marco Gargano, Vittoria Guglielmi, Nicola Ludwig, Letizia Lodi, Marco Martini <i>Non-invasive in situ analytical techniques working in synergy: The application on graduals held in the Certosa di Pavia</i> <i>Microchemical Journal</i> 126 (2016) 172-180. <a href="https://doi.org/10.1016/j.microc.2015.12.001">https://doi.org/10.1016/j.microc.2015.12.001</a>	P	Q1	25	21
9	<b>Letizia Bonizzoni</b> , Claudio Canevari, Anna Galli, Marco Gargano, Nicola Ludwig, Marco Malagodi and Tommaso Rovetta <i>A multidisciplinary materials characterization of a Joannes Marcus viol (16th century)</i> <i>Heritage Science</i> <b>2014</b> , 2:15. <a href="https://doi.org/10.1186/2050-7445-2-15">https://doi.org/10.1186/2050-7445-2-15</a>	C	Q1	15	10
10	<b>L. Bonizzoni</b> , A. Galli, M. Gondola, M Martini <i>Comparison between XRF, TXRF and PXRF analyses for provenance classification of archaeological bricks</i> <i>X-Ray Spectrom.</i> <b>2013</b> , 42, 262-267 <a href="https://doi.org/10.1002/xrs.2465">https://doi.org/10.1002/xrs.2465</a>	C	Q3	45	12
11	<b>L. Bonizzoni</b> , V. Bruni, V. Guglielmi, M. Milazzo, O. Neri <i>Field and laboratory multi-technique analysis of pigments and organic painting media from an Egyptian coffin (26th dynasty)</i> <i>Archaeometry</i> 53, 6 (2011) 1212-1230. <a href="https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2011.00592.x">https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2011.00592.x</a>	C	Q1	38	3
12	<b>L. Bonizzoni</b> , A. Galli, G. Spinolo, V. Palanza <i>EDXRF quantitative analysis of chromophore chemical elements in Corundum</i> <i>Analytical and Bioanalytical Chemistry</i> Volume 395, Issue 7 (2009), Page 2021. <a href="https://doi.org/10.1007/s00216-009-3158-1">https://doi.org/10.1007/s00216-009-3158-1</a>	P	Q1	15	42

### Principali tematiche approfondite, con inquadramento delle 12 pubblicazioni presentate:

a. Nell'ambito delle applicazioni della tecnica ED-XRF al campo dei Beni Culturali mi sono occupata sia della messa a punto di strumentazione prototipale che di sviluppare metodi specifici per alcune classi di materiali di interesse storico artistico, nonché di campagne diagnostiche legate a interventi di restauro, mostre, valorizzazione del patrimonio. Più nel dettaglio, mi sono occupata della progettazione e messa a punto di uno spettrometro XRF con collimatore a capillare (micro-XRF, tutt'ora in uso presso il Laboratorio Raggi X-Archeometria del Dipartimento di Fisica di UniMI) e di due sistemi portatili (p-XRF), usati in periodi diversi sia nel laboratorio didattico che per campagne di misura nell'ambito di progetti di ricerca. Parallelamente, si sono studiate ed elaborate procedure di analisi specifiche per i diversi materiali e sviluppati metodi originali di calcolo, fondamentali in quanto i campioni in studio raramente soddisfano le ipotesi richieste per l'applicazione degli algoritmi tradizionali. Nello specifico, sono stati considerati campioni con superfici irregolari, alterate, composizione non omogenea o a base di elementi leggeri. La tecnica XRF, infatti, ha come limite principale la non rivelabilità degli elementi a basso Z, che rende difficoltosa l'analisi quantitativa dei materiali (non sottili) a matrice leggera, come ceramiche e vetri. Per materiali di questo tipo, gli effetti di eccitazione secondaria possono introdurre elevati errori nella quantificazione degli elementi: nel lavoro che riporto, numero 12 in elenco, per il quale sono primo autore non in ordine alfabetico, abbiamo sviluppato un metodo per la valutazione accurata degli effetti di auto-

assorbimento e di eccitazione secondaria per corindoni (matrice di ossidi di alluminio). Per questo lavoro mi sono occupata dell'esecuzione delle analisi XRF, dell'elaborazione degli spettri e dei calcoli per la validazione del metodo sulla base delle formule appositamente studiate dal gruppo per la specifica applicazione

(12) **L. Bonizzoni**, A. Galli, G. Spinolo, V. Palanza *EDXRF quantitative analysis of chromophore chemical elements in Corundum* Analytical and Bioanalytical Chemistry Volume 395, Issue 7 (2009), Page 2021, <https://doi.org/10.1007/s00216-009-3158-1>

b. Partendo dalla necessità di superare i limiti intrinseci dell'analisi XRF, ho approfondito l'utilizzo complementare e sinergico di altre tecniche non invasive, prediligendo quelle che consentono di sfruttare strumenti portatili, come ad esempio l'analisi in riflettanza diffusa, le spettroscopie Raman e FTIR, la microscopia ottica digitale portatile. Nell'ambito specifico dei materiali pittorici, integrando queste tecniche si è rivelato possibile non solo caratterizzare i materiali, ma anche ottenere la sequenza stratigrafica di stesure complesse senza effettuare prelievi. Le metodiche sviluppate sono state verificate su dati acquisiti con la partecipazione a progetti e a collaborazioni con musei (come, ad esempio, la Pinacoteca di Brera e l'Accademia Carrara di Bergamo), restauratori e conservatori in occasione di mostre e restauri. Riporto la pubblicazione (n. 4 nell'elenco delle pubblicazioni presentate) relativa ai risultati del progetto "Leonardeschi oltre il visibile", svolto grazie al finanziamento di Fondazione Bracco (cfr. elenco progetti), all'interno del quale mi sono occupata delle analisi XRF sulle diverse opere, dell'analisi dei dati e dell'integrazione dei risultati con le altre metodologie eseguite. Per questo lavoro, pubblicato sulla rivista internazionale *Dyes&Pigments*, sono corresponding author.

(4) Anna Galli, Marco Gargano, **Letizia Bonizzoni**, Silvia Bruni, Matteo Interlenghi, Margherita Longoni, Arianna Passaretti, Michele Caccia, Christian Salvatore, Isabella Castiglioni, Marco Martini *Imaging and spectroscopic data combined to disclose the painting techniques and materials in the fifteenth century Leonardo atelier in Milan* *Dyes and Pigments*, Volume 187, March 2021, 109112, <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2020.109112>

Anche in occasione del progetto finanziato da Regione Lombardia TIVAL (cfr. elenco progetti), l'integrazione tra tecniche complementari ha dato origine alla pubblicazione su *Microchemical Journal* che riporto al punto 8 dell'elenco delle pubblicazioni selezionate. Per questo lavoro sono primo autore non in ordine alfabetico e mi sono occupata della campagna XRF *in situ*, del coordinamento e dell'integrazione di tutte le analisi puntuali effettuate dai diversi gruppi coinvolti nella ricerca; ho anche presentato i risultati riportati in un contributo orale alla conferenza internazionale Technart 2015 (cfr. elenco presentazioni a congressi).

(8) **Letizia Bonizzoni**, Silvia Bruni, Anna Galli, Marco Gargano, Vittoria Guglielmi, Nicola Ludwig, Letizia Lodi, Marco Martini *Non-invasive in situ analytical techniques working in synergy: The application on graduals held in the Certosa di Pavia* *Microchemical Journal* 126 (2016) 172-180 <http://dx.doi.org/10.1016/j.microc.2015.12.001>

La collaborazione con il Museo Archeologico Nazionale di Parma ha dato origine al lavoro pubblicato su *Archaeometry* (n. 11 nell'elenco delle pubblicazioni presentate) di cui sono co-corresponding author e per il quale mi sono occupata della stesura, soprattutto in relazione alle misure che ho condotto con lo spettrometro XRF portatile in museo, e all'integrazione dei risultati ottenuti con le diverse tecniche applicate dai colleghi coinvolti nella collaborazione.

(11) **L. Bonizzoni**, V. Bruni, V. Guglielmi, M. Milazzo, O. Neri *Field and laboratory multi-technique analysis of pigments and organic painting media from an Egyptian coffin (26th dynasty)* *Archaeometry* 53, 6 (2011) 1212-1230. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2011.00592.x>

Ancora su sarcofagi egizi, la collaborazione internazionale con l'Istituto Europeo di Restauro e il Museo del Cinquantenario di Bruxelles, nell'ambito della quale si è svolta una campagna di indagine su Sarcofagi Egizi della XXI dinastia, ha dato origine alla pubblicazione su *Microchemical Journal* (n. 7 nell'elenco delle pubblicazioni presentate) per la quale sono corresponding author e primo autore non in ordine alfabetico. Per questo lavoro ho coordinato i contributi per la stesura del testo e mi sono occupata di tutti gli aspetti legati all'analisi XRF, dalla progettazione della campagna, all'esecuzione e all'analisi dei dati, e al suo coordinamento con le altre analisi, sia puntuali che di imaging, eseguite dai diversi gruppi di ricerca coinvolti.

(7) **Letizia Bonizzoni**, Silvia Bruni, Marco Gargano, Vittoria Guglielmi, Chiara Zaffino, Andrea Pezzotta, Annalisa Pilato, Teodoro Auricchio, Luc Delvaux, Nicola Ludwig *Use of integrated non-invasive analyses for pigment characterization and indirect dating of old restorations on one Egyptian coffin of the XXI dynasty* *Microchemical Journal* 138 (2018) 122-131 <https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.01.002>

Altra collaborazione internazionale è quella, tutt'ora attiva, con un gruppo di ricerca della Facoltà di Scienze Esatte dell'Università di Bejaja, Algeria, nell'ambito della quale sono anche stata co-tutore di un dottorato di ricerca e membro della commissione per l'esame finale di dottorato. I risultati della ricerca relativa allo studio di manoscritti, svolta in collaborazione anche con archeologi e archivisti algerini e da me coordinata, sono stati pubblicati su *Journal of Cultural Heritage* (numero 3 nell'elenco delle pubblicazioni presentate, per la quale sono ultimo autore). Per questo lavoro ho inoltre seguito più in dettaglio le analisi XRF e l'integrazione dei risultati delle varie indagini condotte.

(3) Lynda Idjouadiene, Toufik A. Mostefaoui, Abdelyamine Naitbouda, Houcine Djermoune, Djamel Eddine Mechehed, Marco Gargano, **Letizia Bonizzoni**. *First applications of non-invasive techniques on Algerian heritage manuscripts: the LMUHUB ULAHBIB ancient manuscript collection from Kabylia region (Afniq n Ccix Lmuhub)*, Journal of Cultural Heritage, Volume 49, 2021, 289-297. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2021.03.008>

Applicazioni di un analogo protocollo su materiali meno usuali nell'ambito dei beni culturali, ma di sicuro interesse, sono quelle su un violino Stradivari e su una viola da gamba del XVI secolo di proprietà del Conservatorio Giuseppe Verdi. Quest'ultima è stata svolta in collaborazione con la Civica Scuola di Liuteria del Comune di Milano e con l'università di Pavia; gli esiti della ricerca, da me presentati ad Amsterdam al congresso internazionale Technart 2013 - Analytical Spectroscopy in Art (cfr. elenco presentazioni a congresso), sono stati pubblicati sulla rivista Heritage Science (lavoro numero 9 nell'elenco delle pubblicazioni presentate). In questa occasione, mi sono occupata della stesura delle bozze (in veste di corresponding author) e della campagna XRF, i cui risultati son stati integrati con altre tecniche di analisi.

(9) **Letizia Bonizzoni**, Claudio Canevari, Anna Galli, Marco Gargano, Nicola Ludwig, Marco Malagodi and Tommaso Rovetta *A multidisciplinary materials characterization of a Joannes Marcus viol (16th century)* Heritage Science 2014, 2:15; <https://doi.org/10.1186/2050-7445-2-15>

c. A partire dal lavoro svolto durante il mio dottorato di ricerca, ho dedicato particolare attenzione all'utilizzo della statistica multivariata associata all'analisi dei dati, sia partendo dai risultati quantitativi che dagli spettri ottenuti con le diverse tecniche analitiche. In particolare, sulla base degli elementi in traccia ottenuti tramite XRF su materiali ceramici, si sono ottenute informazioni sulla provenienza della materia prima e sulla tecnologia di produzione senza alcun prelievo. Questa ricerca sta permettendo la creazione di banche dati di materiali di provenienza ed epoca nota, fondamentali per la ricostruzione delle tratte commerciali e del livello tecnologico raggiunto nelle diverse regioni. Le aree geografiche considerate inizialmente per lo studio di ceramiche, vetri e monete sono area padana per l'età del bronzo, area di influenza etrusca, ed aree nord-africana, padana, adriatica e della valle del Tevere per il periodo imperiale romano. In tale ambito, ho attive collaborazioni su progetti condivisi con soprintendenze (riportate nella sezione dei progetti del presente CV). La pubblicazione selezionata in questo ambito (numero 10 nell'elenco, per la quale sono corresponding author) è legata al progetto TIVAl (finanziato da Regione Lombardia, si veda elenco partecipazioni a progetti finanziati) e confronta i risultati ottenuti per diversi tipi di analisi XRF, elaborati con specifici metodi di analisi multivariata.

(10) **L. Bonizzoni**, A. Galli, M. Gondola, M. Martini *Comparison between XRF, TXRF and PXRF analyses for provenance classification of archaeological bricks* X-Ray Spectrom. 2013, 42, 262-267. <https://doi.org/10.1002/xrs.2465>

Particolare applicazione dei metodi statistici e di elaborazione dei dati è quella relativa alla prima pubblicazione dell'elenco, per la quale sono corresponding author, che si colloca nell'ambito del progetto Mobartech, finanziato da Regione Lombardia, e rappresenta lo stadio iniziale della progettazione di un sistema di riconoscimento automatico dei pigmenti sulla base degli spettri di riflettanza diffusa nel visibile e vicino infrarosso.

(2) Jacopo Melada, **Letizia Bonizzoni**, Marco Gargano, Emanuela Grifoni, Nicola Ludwig. *Pre-processing methods for automatic pigment recognition through Vis-NIR reflectance spectra*. Eur. Phys. J. Plus 137, 44 (2022). <https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-021-02262-6>

Più recentemente, ho iniziato una collaborazione con il Dipartimento di Informatica Giovanni degli Antoni (UniMI) e il Centro di ricerca interdipartimentale in data science (UniMI) in merito all'utilizzo di metodi supervisionati di machine learning per la classificazione di materiale di interesse nel campo dei beni culturali. Uno dei primi risultati della collaborazione, che a tutt'oggi procede, è la pubblicazione riportata al numero 1 nell'elenco di quelle selezionate, per la quale sono ultimo autore e corresponding. In questo lavoro mi sono occupata dell'individuazione della problematica da approfondire tramite i metodi supervisionati, e della parte più strettamente legata all'analisi quantitativa XRF e alla preparazione dei dati da sottoporre ad elaborazione statistica, nonché della stesura delle bozze.

(1) G. Ruschioni, D. Malchiodi, A. M. Zanaboni, **L. Bonizzoni** *Supervised learning algorithms as a tool for archaeology: classification of ceramic samples described by chemical element concentrations*, Journal of Archaeological Science: Reports, Volume 49, June 2023, 103995. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.103995>

d. Grande interesse nel campo dei beni culturali è la problematica legata al degrado dei materiali, alle cause e al suo monitoraggio. In questo ambito riporto una ricerca condotta su vetri di epoca romana, sui quali è stata messa a punto una metodologia per mappare le zone di degrado dei vetri archeologici. La ricerca, da me coordinata, è stata svolta in collaborazione con il Museo Civico Etnografico Archeologico C.G. Fanchini di Oleggio (Novara) che ha fornito campioni di vetri romani. I risultati relativi all'utilizzo di tecniche termografiche sono stati pubblicati su Applied Optics (numero 5 nell'elenco, ultimo autore), mentre su Microchemical Journal (numero 6 nell'elenco delle pubblicazioni selezionate, per la quale sono corresponding author e ultimo autore) è presentata la possibilità di sfruttare anche le analisi FORS e XRF in sinergia con la termografia. Per quest'ultima pubblicazione mi sono occupata delle misure XRF, dell'analisi statistica e della stesura dell'articolo.

(5) Jacopo Melada, Nicola Ludwig, Francesca Micheletti, Jacopo Orsilli, Marco Gargano, Emanuela Grifoni, **Letizia Bonizzoni** Visualization of defects in glass through pulsed thermography, Applied Optics Vol. 59, June 2020 <https://doi.org/10.1364/AO.388469>

(6) Francesca Micheletti, Jacopo Orsilli, Jacopo Melada, Marco Gargano, Nicola Ludwig, **Letizia Bonizzoni** The role of IRT in the archaeometric study of ancient glass through XRF and FORS. Microchemical Journal 153 (2020) 104388 <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104388>

e. Il metodo della datazione con tracce di fissione (FTD) applicata alle ossidiane (vetri vulcanici) consente, da un punto di vista geologico, la datazione della stratigrafia dei vulcani che hanno prodotto colate di ossidiane o di brecce esplosive con ossidiana, e da un punto di vista archeologico la datazione di manufatti. La collaborazione scientifica iniziata nell'ambito della convenzione (dicembre 2019) con il Museo Archeologico di Lipari, che vanta una notevole collezione di reperti di manufatti di ossidiane, è stata l'occasione per riportare in attività il Laboratorio Tracce Nucleari del Dipartimento di Fisica. La ricerca in corso ha lo scopo di dettagliare le sorgenti dei manufatti neolitici di ossidiane di Lipari, molto utilizzate in tutto il Mediterraneo, e di correlare le tappe della occupazione neolitica dell'isola con lo sfruttamento delle colate di ossidiana. La ricerca ha finora prodotto due relazioni a congressi internazionali (1 su invito), 1 pubblicazione su atti di congressi e 1 pubblicazione su rivista internazionale.

## ELENCO PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE

Nel corso della mia carriera scientifica, sono stata autrice di 61 lavori su rivista e proceeding sottoposti a peer review e indicizzati, con 600 citazioni in totale e h-index pari a 15 (fonte Scopus in data 28 aprile 2023). L'elenco di tutte le pubblicazioni è riportato nel seguito, diviso per tipologia.

<https://orcid.org/0000-0002-8637-7006>

Scopus Author ID: 6507424994

ResearcherID: S-8617-2017

### Pubblicazioni su invito su riviste internazionali

A. Galli, **L. Bonizzoni** True vs. forged in the cultural heritage materials: the role of PXRF analysis. X-Ray Spectrom. 2014, 43, 22-28 <https://doi.org/10.1002/xrs.2461>

Elenco pubblicazioni su riviste internazionali: sottolineato e in grassetto il mio nome quando corrispondign author, primo o ultimo autore non in ordine alfabetico (autore preminente nei criteri della ASN per il settore)

1. G. Ruschioni, D. Malchiodi, A. M. Zanaboni, **L. Bonizzoni** *Supervised learning algorithms as a tool for archaeology: classification of ceramic samples described by chemical element concentrations*, Journal of Archaeological Science: Reports, Volume 49, June 2023, 103995. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.103995>
2. **Letizia Bonizzoni**; Oleksandra Kulchitska; Giulia Ruschioni XRF semi-quantitative analysis and Multivariate statistics for the classification of obsidian flows in the Mediterranean area. Appl. Sci. 2023, 13, 3495. <https://doi.org/10.3390/app13063495>
3. Tansella, F.; Vigorelli, L.; Ricchiardi, G.; Re, A.; Bonizzoni, L.; Grassini, S.; Staropoli, M.; Lo Giudice, A. X-ray Computed Tomography Analysis of Historical Woodwind Instruments of the Late Eighteenth Century. J. Imaging 2022, 8, 260. <https://doi.org/10.3390/jimaging8100260>
4. Emanuela Grifoni, Letizia Bonizzoni, Marco Gargano, Jacopo Melada, Nicola Ludwig, Silvia Bruni, Ilaria Mignani, Journal on Computing and Cultural Heritage Volume 15, Issue 2, June 2022 Article No.: 34 pp 1-15 <https://doi.org/10.1145/3477398>
5. Anna Galli, **Letizia Bonizzoni** Contribution of X-ray Fluorescence Techniques in Cultural Heritage Materials Characterization EDITORIALE Appl. Sci. 2022, 12(13), 6309; <https://doi.org/10.3390/app12136309>
6. **Letizia Bonizzoni**, Maria Clara Martinelli, Mauro Coltelli, Marco Manni, Maria Laura Balestrieri, Massimo Oddone, Alessandra Guglielmetti New perspectives on an "old" technique: Lipari obsidian and Neolithic communities investigated by Fission Track Dating, 2022 J. Phys.: Conf. Ser. 2204 012032
7. Margherita Longoni, Carlotta Beccaria, **Letizia Bonizzoni**, Silvia Bruni A Silver Monochrome "Concetto spaziale" by Lucio Fontana: A Spectroscopic Non- and Micro-Invasive Investigation of Materials Molecules 2022, 27(14), 4442; <https://doi.org/10.3390/molecules27144442>

8. Giulia Ruschioni, Francesca Micheletti, [Letizia Bonizzoni](#), Jacopo Orsilli and Anna Galli FUXYA2020: A Low-Cost Homemade Portable EDXRF Spectrometer for Cultural Heritage Applications Appl. Sci. 2022, 12(3), 1006; <https://doi.org/10.3390/app12031006>
9. Jacopo Melada, [Letizia Bonizzoni](#), Marco Gargano, Emanuela Grifoni and Nicola Ludwig Pre-processing methods for automatic pigment recognition through Vis-NIR reflectance spectra Eur. Phys. J. Plus (2022) 137: 44 <https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-021-02262-6>
10. Anna Galli, Michele Caccia, Simone Caglio, Letizia Bonizzoni, Isabella Castiglioni, Michele Girona, Roberto Alberti and Marco Martini An innovative protocol for the study of painting materials involving the combined use of MA-XRF maps and hyperspectral images, Eur. Phys. J. Plus (2022) 137: 22 <https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-021-02183-4>
11. Lynda Idjouadiene, Toufik A. Mostefaoui, Abdelyamine Naitbouda, Houcine Djermoune, Djamel Eddine Mechehed, Marco Gargano, [Letizia Bonizzoni](#) First applications of non-invasive techniques on Algerian heritage manuscripts: the LMUHUB ULAHBIB ancient manuscript collection from Kabylia region (Afniq n Ccix Lmuhub) Available online 24 April 2021 <https://doi.org/10.1016/j.culher.2021.03.008>
12. Lynda Idjouadiene, Toufik A. Mostefaoui, Hocine Djermoune, Farid Ziat, [Letizia Bonizzoni](#) XRF analysis of ancient Numidian coins: a comparison between different kingdoms Eur. Phys. J. Plus (2021) 136:512 <https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-021-01458-0>
13. Anna Galli, Marco Gargano, [Letizia Bonizzoni](#), Silvia Bruni, Matteo Interlenghi, Margherita Longoni, Arianna Passaretti, Michele Caccia, Christian Salvatore, Isabella Castiglioni, Marco Martini Imaging and spectroscopic data combined to disclose the painting techniques and materials in the fifteenth century Leonardo atelier in Milan Dyes and Pigments, Volume 187, March 2021, 109112, <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2020.109112>
14. Jacopo Orsilli, Anna Galli, [Letizia Bonizzoni](#) and Michele Caccia More than XRF Mapping: STEAM (Statistically Tailored Elemental Angle Mapper) a Pioneering Analysis Protocol for Pigment Studies Appl. Sci. 2021, 11(4), 1446; <https://doi.org/10.3390/app11041446>
15. M. Gargano, L. Bonizzoni, E. Grifoni, J. Melada, V. Guglielmi, S. Bruni, N. Ludwig Multi-analytical investigation of panel, pigments and varnish of The Martyrdom of St. Catherine by Gaudenzio Ferrari (16th century) Journal of Cultural Heritage Volume 46, November-December 2020, Pages 289-297 <https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.06.014>
16. Maria Clara Martinelli, Mauro Coltelli, Marco Manni, Letizia Bonizzoni, Alessandra Guglielmetti, Massimo Oddone, Maria Laura Balestrieri Prehistorical Obsidian Sources in the Island of Lipari (Aeolian Islands) Open Archaeology 2020; 6: 393-402 <https://doi.org/10.1515/opar-2020-0119>
17. Michele Caccia, Letizia Bonizzoni, Marco Martini, Raffaella Fontana, Valeria Villa, Anna Galli, Behind the Scene of "The Holy Family with St. Anne and the Young St. John by Bernardino Luini: A Computer Assisted Method to Unveil the Underdrawings Applied Spectroscopy, Vol 75, Issue 3, 2021 <https://doi.org/10.1177/0003702820949928>
18. Jacopo Melada, Nicola Ludwig, Francesca Micheletti, Jacopo Orsilli, Marco Gargano, Emanuela Grifoni, [Letizia Bonizzoni](#) Visualization of defects in glass through pulsed thermography, Applied Optics Vol. 59, Issue 17, pp. E57-E64 (2020) <https://doi.org/10.1364/AO.388469>
19. Anna Galli, M. Caccia, L. Bonizzoni, M. Gargano, N. Ludwig, G. Poldi, M. Martini Deep inside the color: how optical microscopy contributes to the elemental characterization of a painting. Microchemical Journal Volume 155, June 2020, 104730 <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.104730>
20. Miriam Saleh, [Letizia Bonizzoni](#), Jacopo Orsilli, Sabrina Samela, Marco Gargano, Salvatore Gallo, Anna Galli Application of statistical analyses for lapis lazuli stone provenance determination by XRL and XRF. Microchemical Journal 154 (2020) 104655 <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.104655>
21. Francesca Micheletti, Jacopo Orsilli, Jacopo Melada, Marco Gargano, Nicola Ludwig, [Letizia Bonizzoni](#) The role of IRT in the archaeometric study of ancient glass through XRF and FORS. Microchemical Journal 153 (2020) 104388 <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.104655>
22. Nicola Ludwig, Marco Gargano, Salvatore Gallo, Paolo Arosio, Orsini Francesco, Letizia Bonizzoni, Jacopo Melada, Matteo Avolio "Magnetic stimulation of gold fiducial markers used in Image-Guided Radiation Therapy: evidences of hyperthermia effects" Measurement 151 (2020) 107242 <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.107242>

23. N. Ludwig, J. Orsilli, L. Bonizzoni, M. Gargano UVIVF-IR image enhancement for mapping restorations applied on an Egyptian coffin of the XXI Dynasty Archaeological and Anthropological Sciences (2019) 11:6841-6850 <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00943-z>
24. Marco Gargano, Anna Galli, Letizia Bonizzoni, Roberto Alberti, Nicola Aresi, Michele Caccia, Isabella Castiglioni, Matteo Interlenghi, Christian Salvatore, Nicola Ludwig, Marco Martini The Giotto's workshop in the XXI century: looking inside the "God the Father with Angels" Gable Journal of Cultural Heritage 36 (2019) 255-263 <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.09.016>
25. Lynda Idjouadiene, Toufik A. Mostefaoui, Hocine Djermoune, **Letizia Bonizzoni**, Application of XRF spectroscopy to provenance studies of Algerian archaeological pottery X-Ray Spectrometry. 2019; 1-8. <https://doi.org/10.1002/xrs.3020>
26. **Letizia Bonizzoni**, Silvia Bruni, Marco Gargano, Vittoria Guglielmi, Chiara Zaffino, Andrea Pezzotta, Annalisa Pilato, Teodoro Auricchio, Luc Delvaux, Nicola Ludwig Use of integrated non-invasive analyses for pigment characterization and indirect dating of old restorations on one Egyptian coffin of the XXI dynasty Microchemical Journal 138 (2018) 122-131. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.01.002>
27. A. Galli, M. Gargano, L. Bonizzoni, C. Giorgione, N. Ludwig, F. Maspero, M. Orlandi, L. Zoia, M. Martini A multidisciplinary investigation on a pair of Leonardesque canal lock gates Microchemical Journal 138 (2018) 408-417 <https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.01.023>
28. Bagnasco Gianni G., Bruni S., Guglielmi, V., **Bonizzoni, L.** Geometric style pottery in Tarquinia, between import and local production. An update | [La ceramica di stile geometrico a Tarquinia, tra importazione e produzione locale. Un aggiornamento] Melanges de l'Ecole Francaise de Rome: Antiquite (130), pp. 29-40, 2018. <https://doi.org/10.4000/mefra.4679>
29. A. Galli, M. Caccia, R. Alberti, L. Bonizzoni, N. Aresi, T. Frizzi, L. Bombelli, M. Gironda, M. Martini Discovering the material palette of the artist: a p-XRF stratigraphic study of the Giotto panel "God the Father with Angels" X-Ray Spectrom. 2017, 46, 435-441 <https://doi.org/10.1002/xrs.2751>
30. **L. Bonizzoni**, M. Gargano, N. Ludwig, M. Martini, A. Galli Looking for common fingerprints in Leonardo's pupils through nondestructive pigment characterization, Applied Spectroscopy 2017, Vol. 71(8) 1915-1926. DOI: 10.1177/0003702817694901
31. Letizia Bonizzoni, Silvia Bruni, Giulio Fanti, Paolo Tiberio, Chiara Zaffino Ageing of flax textiles: fingerprints in micro-Raman spectra of single fibres Microchemical Journal 125 (2016) 69-74 <https://doi.org/10.1016/j.microc.2015.11.011>
32. **Letizia Bonizzoni**, Silvia Bruni, Anna Galli, Marco Gargano, Vittoria Guglielmi, Nicola Ludwig, Letizia Lodi, Marco Martini Non-invasive in situ analytical techniques working in synergy: The application on graduals held in the Certosa di Pavia Microchemical Journal 126 (2016) 172-180. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2015.12.001>
33. P. Fermo, M. Andreoli, L. Bonizzoni, M. Fantauzzi, G. Giubertoni, N. Ludwig, A. Rossi Characterisation of Roman and Byzantine glasses from the surroundings of Thugga (Tunisia): raw materials and colours Microchemical Journal 129 (2016) 5-15. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2016.05.014>
34. **L. Bonizzoni**, ED-XRF analysis for Cultural Heritage: Is quantitative evaluation always essential?, Journal of Physics: Conference Series, 2015. 630(1),012001. doi:10.1088/1742-6596/630/1/012001
35. **Letizia Bonizzoni**, Anna Galli, Maria Pia Riccardi, Chiara Maggioni Micro-invasive approach for non-destructive XRF analysis on light matrix: inside the Opus Lemovicense X-Ray Spectrom. 2015, 44, 169-176. <https://doi.org/10.1002/xrs.2596>
36. Ionizing radiation detection by Yb-doped silica optical fibers By: De Mattia, Cristina; Veronese, Ivan; Fasoli, Mauro; et al. Edited by: Franks, L; James, RB; Fiederle, M; et al. Conference: Conference on Hard X-Ray, Gamma-Ray, and Neutron Detector Physics XVII, Location: San Diego, CA Date: AUG 10-12, 2015 Sponsor(s): SPIE HARD X-RAY, GAMMA-RAY, AND NEUTRON DETECTOR PHYSICS XVII Book Series: Proceedings of SPIE Volume: 9593 Article Number: 95931G Published: 2015 doi: 10.1117/12.2190767
37. A. Galli, **L. Bonizzoni** True vs. forged in the cultural heritage materials: the role of PXRF analysis. X-Ray Spectrom. 2014, 43, 22-28 <https://doi.org/10.1002/xrs.2461>
38. **Letizia Bonizzoni**, Claudio Canevari, Anna Galli, Marco Gargano, Nicola Ludwig, Marco Malagodi and Tommaso Rovetta A multidisciplinary materials characterization of a Joannes Marcus viol (16th century) Heritage Science 2014, 2:15. <https://doi.org/10.1186/2050-7445-2-15>

39. **L. Bonizzoni**, V. Brunello, S. Caglio Scientific analyses beyond the excavation: studies for a non-invasive preliminary approach. *Periodico di Mineralogia* (2013), 82, 3, 477-487 DOI: 10.2451/2013PM0028
40. M. Malagodi, C. Canevari, L. Bonizzoni, A. Galli, F. Maspero, M. Martini A multi-technique chemical characterization of a Stradivari decorated violin top plate *Appl. Phys A* 112 (2013) 225-234. DOI 10.1007/s00339-013-7792-2
41. **L. Bonizzoni**, A. Galli, M. Gondola, M. Martini Comparison between XRF, TXRF and PXRF analyses for provenance classification of archaeological bricks *X-Ray Spectrom.* 2013, 42, 262-267 DOI: 10.1002/xrs.2465.
42. **L. Bonizzoni**, V. Bruni, V. Guglielmi, M. Milazzo, O. Neri Field and laboratory multi-technique analysis of pigments and organic painting media from an Egyptian coffin (26th dynasty) *Archaeometry* 53, 6 (2011) 1212-1230. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2011.00592.x>
43. **L. Bonizzoni**, C. Colombo, S. Ferrati, M. Gargano, M. Greco, N. Ludwig and M. Realini A critical analysis of the application of EDXRF spectrometry on complex stratigraphies, *X-Ray Spectrometry* 2011, 40, 247-253. <https://doi.org/10.1002/xrs.1320>
44. A. Galli, L. Bonizzoni, E. Sibilìa and M. Martini EDXRF analysis of metal artefacts from the grave goods of the Royal Tomb 14 of Sipán, Peru *X-Ray Spectrometry* 2011, 40, 74-78. <https://doi.org/10.1002/xrs.1298>
45. M. Bertucci, **L. Bonizzoni**, N. Ludwig, M. Milazzo A new model for XRF analysis of pigment layers *X-Ray Spectrometry* 2010, 39, 135-141. <https://doi.org/10.1002/xrs.1216>
46. **L. Bonizzoni**, S. Caglio, A. Galli, G. Poldi Comparison of three portable EDXRF spectrometers for pigment characterization, *X-Ray Spectrometry* 2010, 39, 233-242. <https://doi.org/10.1002/xrs.1253>
47. **L. Bonizzoni**, A. Galli, M. Milazzo XRF analysis without sampling of Etruscan depurata pottery for provenance classification *X-Ray Spectrometry* 2010, 39, 346-352. <https://doi.org/10.1002/xrs.1263>
48. **L. Bonizzoni**, A. Galli, G. Spinolo, V. Palanza EDXRF quantitative analysis of chromophore chemical elements in Corundum *Analytical and Bioanalytical Chemistry* Volume 395, Issue 7 (2009), Page 2021. <https://doi.org/10.1007/s00216-009-3158-1>
49. L. Bonizzoni, S. Bruni, A. Girod, V. Guglielmi Archaeometric study of Helicidae of the Edera cave (Noth-Eastern Italy) *Archaeometry* 2009, 51, 151-173. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2008.00412.x>
50. L. Bonizzoni, S. Caglio, A. Galli, G. Poldi A non-invasive method to detect stratigraphy, thicknesses and pigment concentration of pictorial multilayers based on EDXRF and vis-RS. *Applied Physics A* 2008, 92, 203-210 <https://doi.org/10.1007/s00339-008-4482-6>
51. A. Galli, L. Bonizzoni, M. Martini, E. Sibilìa Archaeometric Study of fictile tubes from three churches in Milano *Applied Physics A* 2008, 92, 117-121 <https://doi.org/10.1007/s00339-008-4457-7>
52. **L. Bonizzoni**, A. Galli, G. Poldi In-situ EDXRF analyses on Renaissance plaquettes and indoor bronzes. Patina problems and provenance clues. *X-Ray Spectrometry* 2008, 37, 388-394. <https://doi.org/10.1002/xrs.1015>
53. **L. Bonizzoni**, A. Galli, G. Poldi, M. Milazzo: In situ non-invasive EDXRF analysis to reconstruct stratigraphy and thickness of Renaissance pictorial multilayers *X-Ray Spectrometry* 2007, 36, pp. 55-61. <https://doi.org/10.1002/xrs.930>
54. P. Baldelli, L. Bonizzoni, M. Gambaccini, M. Gargano, L. Ludwig, M. Milazzo, L. Pasetti, F. Petrucci, F. Prino, L. Ramello, M. Scotti Application of the k-edge X-ray technique to map pigments of art paintings: preliminary *Il Nuovo Cimento C* 2006 vol. 29, 663-672. DOI: 10.1393/ncc/i2006-10021-3
55. L. Bonizzoni, A. Maloni, M. Milazzo Evaluation of effects of irregular shape on quantitative XRF analysis of metal objects *X-Ray Spectrometry* 2006, 35, 390-399. <https://doi.org/10.1002/xrs.926>
56. L. Bonizzoni, A. Galli, M. Milazzo Analyses of stained glasses of Certosa di Pavia *X-Ray Spectrom.* 2002; 31; 35-38 <https://doi.org/10.1002/xrs.530>
57. L. Bonizzoni, A. Galli, M. Milazzo Direct Evaluation of Self-absorption Effects in Dark Matrix by Compton Scattering Measurements. *X-Ray Spectrom.* 2000; 29; 443-448 [https://doi.org/10.1002/1097-4539\(200011/12\)29:6<443::AID-XRS451>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/1097-4539(200011/12)29:6<443::AID-XRS451>3.0.CO;2-B)

### Pubblicazioni su atti di congresso

- Bonizzoni, L., Martinelli, M.C., Coltelli, M., Oddone, M., Guglielmetti, A. New perspectives on an old technique: Lipari obsidian and Neolithic communities investigated by Fission Track Dating, *Journal of Physics: Conference Series*, 2022, 2204(1), 012032
- Zanaboni Anna M., Malchiodi Dario, Bonizzoni Letizia e Ruschioni Giulia Classification of Pottery Fragments Described by Concentration of Chemical Elements, in P. L. Mazzeo, E. Frontoni, S. Sclaroff e C. Distante (Eds.), *Image Analysis and Processing. ICIAP 2022 Workshops. ICIAP 2022.*, Vol. 13373, Cham: Springer, Lecture Notes in Computer Science (ISBN 978-3-031-13320-6), 141–151, 2022
- E. Grifoni, L. Bonizzoni, M. Gargano, J. Melada, I. Mignani, N. Ludwig, Multianalytical investigation and 3D Multiband Modelling: an integrated survey of the Garnier Valletti pomological collection, 2020 IMEKO TC-4 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage, 2020, pp.251-256.
- Flash Thermography Mapping of Degradation Patterns in Archaeological Glass, Jacopo Melada, Nicola Ludwig, Francesca Micheletti, Jacopo Orsilli, Marco Gargano and Letizia Bonizzoni *Proceedings 2019*, 27, 5; doi:10.3390/proceedings2019027005
- Hyperthermia properties of gold fiducial markers / S. Gallo, P. Arosio, M. Avolio, L. Bonizzoni, M. Cobiauchi, M. Gargano, N. Ludwig, F. Orsini, I. Veronese. - In: *PHYSICA MEDICA*. - ISSN 1120-1797. - 56: Supplement 2(2018 Dec 20), pp.261.222-261.223. (Intervento presentato al 10. convegno National Congress of the Associazione Italiana di Fisica Medica tenutosi a Bari nel 2018).
- Ionizing radiation detection by Yb-doped silica optical fibers By: De Mattia, Cristina; Veronese, Ivan; Fasoli, Mauro; et al. Edited by: Franks, L; James, RB; Fiederle, M; et al. Conference on Hard X-Ray, Gamma-Ray, and Neutron Detector Physics XVII, San Diego, CA AUG 10-12, 2015. Book Series: *Proceedings of SPIE Volume: 9593 Article Number: 95931G Published: 2015*
- L. Bonizzoni ED-XRF analysis for Cultural Heritage: is quantitative evaluation always essential? 2015 *J. Phys.: Conf. Ser.* 630 012001
- L. Bonizzoni, C. Colombo, S. Ferrati, M. Gargano, M. Greco, N. Ludwig, M. Realini misura degli spessori delle finiture policromemediante spettrometria ED-XRF VII congresso AIAR, 22-24 febbraio 2012, Modena
- L. Bonizzoni, S. Caglio, A. Galli, G. Poldi Around and after Leonardo: the painting technique of a 'Virgin of the rocks' attributed to Bernardino Luini - VII congresso AIAR, 22-24 febbraio 2012, Modena
- Galli, L. Bonizzoni, M. Martini, L. Panzeri, E. Sibia Caratterizzazione di tubi fittili da chiese milanesi - V Congresso Nazionale di Archeometria, Scienza e Beni Culturali, Siracusa, 26 - 29 Febbraio 2008
- L. Bonizzoni, S. Caglio, M. Gargano, N. Ludwig, M. Milazzo, G. Poldi, G. C. F. Villa I pigmenti di Antonello da Messina: uno studio con metodi non invasivi - CONVEGNO NAZIONALE AIAR 2007 COLORE E ARTE storia e tecnologia del colore nei secoli - Firenze 28 febbraio - 2 marzo 2007
- G. Poldi, L. Bonizzoni Di mescole e di strati. i pigmenti di Mantegna nella pala di San Zeno secondo le analisi integrate edxrf e vis-rs - Giornata di studi "La pala di San Zeno - La Pala Trivulzio: conoscenza, conservazione, monitoraggio" a cura di Flavia Pesci e Luca toniolo, Marsilio Editore, Venezia 2008
- L. Bonizzoni, A. Galli, G. Poldi, M. Milazzo In situ non-invasive EDXRF analysis to reconstruct stratigraphy and thikness of renaissance pictorial multilyers - European Conference on X-Ray Spectrometry June 19-23, 2006 - Paris, France
- L. Bonizzoni, S. Bruni, M. Gargano, V. Guglielmi, N. Ludwig, A. Moneta, M. Milazzo Indagini sugli affreschi della chiesa di S. Alessandro a Lasnigo (CO) - Atti del IV congresso Nazionale di Archeometria - 2006
- L. Bonizzoni, S. Bruni, J. Gran-Aymerich, V. Guglielmi, B. Velde Studio archeometrico di ceramiche di impasto (VII-I a.C.) dal sito etrusco de La Castellina mediante ICP-AES e FTIR con analisi multivariata dei dati di composizione elementare e mineralogica. Atti del IV congresso Nazionale di Archeometria - 2006
- M. Milazzo, D. Bertani, L. Bonizzoni, L. Consolandi, M. Gargano, N. Ludwig, G. Poldi The role of physical non destructive analyses in the studies of cultural heritage Annual Report del Dipartimento di Fisica, 2006 Università degli Studi di Milano

- G. Poldi, L. Bonizzoni, N. Ludwig, M. Milazzo Stratigrafie senza prelievi mediante xrf e spettrometria in riflettanza - Atti del III Congresso Nazionale di Archeometria, Bressanone, febbraio 2004
- G. Poldi, L. Bonizzoni, N. Ludwig, I. Mascheroni, M. Milazzo Non invasive analysis of paintings layers based on Reflectance Spectroscopy and Energy Dispersive XRF, in Proceedings of the 34th International Symposium on Archaeometry (Zaragoza 3-7 May 2004), Saragoza 2006, pp. 327-332
- M. Milazzo, L. Bonizzoni Metodo sperimentale per la determinazione dello spettro di eccitazione nell'analisi Quantitativa XRF Atti del Congresso AIAR 2002. Bologna gennaio 2002
- L. Bonizzoni, C. Cicardi, A. Galli, M. Milazzo: Mutual Integration of Different XRF Techniques in Quantitative analysis of Stained Glasses. The case of Roisan Church (Valle d'Aosta, XVI cent.) 6th Preceedengs of Int. conference on "Non destructive Testing and Microanalysis for the Diagnostic and Conservation of the Cultural Environmental Heritage", Roma, Maggio 1999
- L. Bonizzoni, F. Cariati, C. Cicardi, P. Fermo, A. Galli, M. Milazzo, L. Robba: TXRF Analysis applied to environment monitoring and Archaeometry. Proceedengs of the European Conference on EDXRS, Bologna, giugno 1998. Ed. J.E. Fernandez and A. Tartari

#### Testi divulgativi, manuali, capitoli di libri

- i) L. Bonizzoni, S. Caglio, F. Frezzato, M. Martini, A. Galli, Il bouquet di Balla, impressioni materiche, Giacomo Balla. Bambina coi fiori. Studio, analisi e intervento di restauro, Artestampa srl 2021
- ii) L. Bonizzoni, S. Caglio, F. Facchinetti, A. Galli, M. Gargano, E. Grifoni, N. Ludwig, J. Melada "P." di Pellizza, 1901, in Nel Quarto Stato. Nomos Edizioni 2020
- iii) A. Addari, R. Alberti, A. Bigogno, E. Bolzacchini, L. Bonizzoni, M. Caccia, S. Caglio, I. Castiglioni, A. M. Cefalì, L. Ferrero, A. Galli, M. Gargano, F. Germagnoli, E. Grifoni, M. Interlenghi, N. Ludwig, J. Melada, L. Morigi, R. Nascimbene, A. Nesca, M. Occhipinti, M. Panarelli, T. Parsani, M. Rota, M. Tacci, P. Tirelli, Come si studia lo spazio, in Nel Quarto Stato. Nomos Edizioni 2020
- iv) R. Alberti, L. Bonizzoni, M. Caccia, S. Caglio, I. Castiglioni, F. Facchinetti, A. Galli, M. Gargano, E. Grifoni, M. Interlenghi, N. Ludwig, J. Melada, M. Occhipinti, "Forza, pazienza, costanza: ecco le tre indispensabili", in Nel Quarto Stato. Nomos Edizioni 2020
- v) L. Bonizzoni, M. Caccia, S. Caglio, I. Castiglioni, F. Facchinetti, A. Galli, M. Gargano, E. Grifoni, M. Interlenghi, N. Ludwig, J. Melada, G. Taccola, Ottica divisionista: armonia parlante in Quarto stato, in Nel Quarto Stato. Nomos Edizioni 2020
- vi) N. Ludwig, L. Bonizzoni, M. Gargano, B. Bernasconi, E. Bertolaja, B. Cerrai Reliquie multispettrali: i santi alla luce della fisica, in Apparuit Thesaurus Ambrosius. Le reliquie di Sant'Ambrogio e dei martiri Gervaso e Protaso tra storia, scienza e fede. Silvana Editoriale, Milano 2019
- vii) L. Bonizzoni, S. Bruni, I. Castiglioni, A. Galli, M. Gargano, M. Interlenghi, M. Longoni, M. Martini, A. Passaretti, C. Salvatore Leonardeschi oltre il visibile in Leonardo e la Madonna Litta, catalogo della mostra, Skyra, 2019, Milano
- viii) Letizia Bonizzoni, Eleonora Meda, Michela Venturelli, ANALISI XRF SU CERAMICHE A VERNICE NERA, in "Amoenissimis...Aedificiis" - Lo scavo di piazza Marconi a Cremona vol. 2 - I materiali Autore: Lynn Arslan Pitcher (a cura di), con Ermanno A. Arslan, Paul Blockley, Marina Volonté ISBN: 9788899547134 2017
- ix) N. Ludwig, L. Bonizzoni, M. Caccia, F. Cavaliere, M. Gargano, D. Viganò, C. Salvatore, M. Interlenghi, M. Martini, A. Galli Giotto unveiled: New Develepments in Imaging and Elemental Analysis Techniques for Cultural Heritage in Towards a Science Campus in Milan. A snapshot of Current Research at the Physics Department Aldo Pontemoli, P.F. Bortignon, G. Lodato, E. Meroni, M.G.A. Paris, L. Perini, A. Vicini Editors, Springer Nature Switzerland, ISBN 978-3-030-01629-6 DOI 10.1007/978-3-030-01629-6
- x) Ludwig Nicola, Riccardi Maria Pia, Bonizzoni Letizia, Cantù Michela, Gargano Marco, Giacometti Fabio; Chapter: Scientific Analysis of the mural paintings of Aruch, Kobayr and Akhtalà. In "The Politecnico di Milano in Armenia" Editors: Gaianè Casnati, pp.213-221. Oemme edizioni, 2014, ISBN 978-88-85822-42-9
- xi) Letizia Bonizzoni e Nicola Ludwig "Misurare l'arte - Tecniche analitiche per lo studio dei Beni culturali" vol.1 ISBN 9788892600980, 2016
- xii) Letizia Bonizzoni e Nicola Ludwig cap. 8 Radiografia in "Misurare l'arte - Tecniche di datazione e di imaging per i Beni culturali" vol.2 ISBN 97888932192730, 2015

- xiii) Letizia M. Bonizzoni, Nicola Ludwig, Marco Gargano, Marco Gondola, Silvia Bruni, Vittoria Guglielmi, Silvia Faraone, Anna Galli Le miniature nei graduali del Museo della Certosa: un approccio integrato alla conoscenza dei materiali pittorici in “La Certosa di Pavia. Tecnologie integrate per la conoscenza e la conservazione. Recenti scoperte nei locali inaccessibili della Certosa di Pavia.” a cura di Marco Martini, Carla Simone, Goffredo Haus, Pasquale Tucci, Maria Teresa Mazzilli Savini, Marco Morandotti, Susanna Bortolotto, Gabriele Guidi. Silvana Editore, 2015
- xiv) Letizia M. Bonizzoni, Silvia Bruni, Michela Cantu, Elisa Conz, Anna Galli, Vittoria Guglielmi, Marco Martini, Francesco Maspero, Maria Pia Riccardi, Emanuela Sibilìa, Irene Villa Un’intervista impossibile: lo studio archeometrico dei laterizi in “La Certosa di Pavia. Tecnologie integrate per la conoscenza e la conservazione. Recenti scoperte nei locali inaccessibili della Certosa di Pavia.” a cura di Marco Martini, Carla Simone, Goffredo Haus, Pasquale Tucci, Maria Teresa Mazzilli Savini, Marco Morandotti, Susanna Bortolotto, Gabriele Guidi. Silvana Editore, 2015
- xv) S. Bruni, V. Guglielmi, L. Bonizzoni Le analisi chimico-fisiche delle ceramiche d’impasto in “La Castellina a sud di Civitavecchia - Origini ed eredità” L’Erma di Bretschneider Editore, J. Gran-Aymerich, A. Dominguez EDS., L’Erma di Bretschneider, Roma 2011, pp. 1036-1044.
- xvi) L. Bonizzoni, M. Milazzo Analisi XRF in Petala Aurea. Lamine di ambito bizantino e longobardo dalla Collezione Rovati. A cura di M. Sannazaro e C. Giostra. Johan&Levi Editore 2010
- xvii) M. Milazzo, G.M. Marcazzan, L. Bonizzoni Controllo degli inquinanti solidi dell’aria del Cenacolo in Leonardo. L’ultima cena. Indagini, ricerche, restauro. A cura di Giuseppe Basile, Maurizio Marabelli, Nardini Editore 2008
- xviii) L. Bonizzoni, G. Poldi, G.C.F. Villa, Pigmenti e tecnica pittorica della pala di San Zeno, in G. Poldi e G. C.F. Villa, Dalla conservazione alla storia dell’arte. Riflettografia e analisi non invasive per lo studio dei dipinti (Edizioni della Normale, Pisa, 2006), pp. 529-541
- xix) G. Poldi, L. Bonizzoni, A. Galli Dalla ricostruzione degli strati originali ai materiali di Cavenaghi. La campagna di analisi non invasive sulla Madonna con il Bambino e un coro di cherubini di Mantegna in Brera. Andrea Mantegna. La Madonna dei Cherubini, a cura di M. Olivari, 2006 edizioni Electa Mondadori, Milano
- xx) M. Milazzo, L. Bonizzoni, M. Maddalena, G. Poldi Studio della composizione delle placchette metalliche: analisi qualitativa e quantitativa in “Pinacoteca civica di Vicenza: Catalogo Scientifico delle Collezioni; Tomo III”, 2005
- xxi) M. Milazzo, P. Sardella, L. Bonizzoni, Possibility of obtaining quantitative analyses by X-Ray Fluorescence in Archaeometry in “Radiation Physics for Preservation of the cultural Heritage” 2005 Edited by J. E. Fernandez, G. Maino, A. Tartari
- xxii) D. Caffarata, S. Romagnoli, L. Bonizzoni, N. Ludwig, G. Poldi; Analisi diagnostiche in “La Santa Caterina di Barnaba da Modena” 2005 Soprintendenza per il Patrimonio Storico, Artistico ed Etnoantropologico della Liguria - Galleria Nazionale di Palazzo Spinola
- xxiii) L. Bonizzoni, N. Ludwig La campagna di indagini fisiche sui dipinti di Palazzo Chiericati in “Catalogo scientifico delle collezioni. Tomo I - Pinacoteca Civica di Vicenza” 2003 Fondazione G. Roi - Musei Civici di Vicenza, pp.487-493.
- xxiv) L. Bonizzoni, A. Galli, L. Garlati, M. Milazzo Non-destructive EDXRF analysis of old glasses. The case of stained glasses of Certosa di Pavia. Rivista della Staz. Sper. Del Vetro n.6, 2000

#### Altri lavori a stampa

L. Bonizzoni. L’analisi chimica nello studio delle ceramiche archeologiche, Tesi di dottorato di ricerca in scienze chimiche, XIX ciclo, Tutor: prof.ssa Silvia Bruni, Co-tutor: prof. Mario Milazzo, Coordinatore prof. Franco Cozzi, 2006

### **ORGANIZZAZIONE, DIREZIONE E COORDINAMENTO DI CENTRI O GRUPPI DI RICERCA NAZIONALI E INTERNAZIONALI O PARTECIPAZIONE AGLI STESSI**

#### Partecipazione e ruoli in progetti di ricerca finanziati

- 2023-in corso: referente del Dipartimento di fisica Aldo Pontremoli per la collaborazione con il Dipartimento di Fisica dell’Università di Varsavia- Uniwersytet Warszawski nell’ambito delle applicazioni di tecniche fisiche ai Beni Culturali (referente UW prof. C. Mazzocchi) per lo sviluppo di progetti di ricerca condivisi. La collaborazione è stata finanziata nell’ambito dell’azione IDUB (Inicjatywa Doskonałości - Uczelnia Badawcza, Excellence Initiative - Research University (2020-2026))”

dell'Università di Varsavia, che punta a stabilire e rafforzare la cooperazione con i partner strategici. Il finanziamento è avvenuto relativamente alla misura II.1.2, Programma di visite alle istituzioni partner strategiche - cofinanziamento delle spese di viaggio e alloggio. I progetti condivisi ad oggi attivi sono due e riguardano lo *studio di terrecotte rinascimentali invetriate* e lo *sviluppo di un metodo basato sullo studio della radioattività naturale per la determinazione di provenienza di ceramiche ed ossidiane*.

- 2023: partecipazione all'attività PNRR "Fisica applicata ai beni culturali" con attività di laboratorio. Percorso per le scuole superiori nell'ambito dell'orientamento attivo nella transizione scuola-università.
- 2023: partecipazione al progetto di public engagement SCIENCE4HERITAGE dedicato agli studenti delle scuole superiori e coordinato dal CRC Beni Culturali. Il progetto tratta le tematiche dei beni culturali con particolare attenzione alla disabilità visiva.
- 2022-in corso: partecipazione al progetto Fighting Against Injustice Through Humanities (FAITH) - Principal Investigator (PI): Cristina Cattaneo. Progetto finanziato nella Linea Strategica 5 - Transizione digitale, patrimonio culturale (UNIMI, Grandi Sfide di Ateneo).
- 2021: responsabile unico Unimi nell'ambito del progetto AdS- Preparatory ground layers of the "standard" of the Confraternita di San Jacopo del Nicchio "San Jacopo e i fanciulli" of Andrea del Sarto (Uffizi Gallery, Firenze - Italy) and a coeval copy, finanziato dal programma europeo E-RIHS.it (European Research Infrastructure for Heritage Science).
- 2021: responsabile Unimi progetto Tornimparte, finanziato dall'Associazione Italiana di Archeometria (AIAR) per le spese di missione dei partecipanti. Il progetto, nato nell'ambito della convenzione scientifica di AIAR con il Segretariato Regionale del Ministero per i Beni e le Attività Culturali e per il Turismo per l'Abruzzo, si concentra sullo studio di un ciclo di affreschi nella Chiesa di San Panfilo (Tornimparte, AQ). L'unità da me coordinata si sta occupando della caratterizzazione non invasiva dei materiali pittorici originali e relativi a precedenti restauri, in vista del massiccio intervento conservativo previsto. Il progetto ha avuto vasta eco sulla stampa, soprattutto locale, ma anche nazionale (come ad esempio [Tg24.sky.it](https://www.tg24.sky.it)).
- 2018-2020: partecipazione al Progetto MOBARTECH - Progetto di ricerca, sviluppo e innovazione finanziato da Regione Lombardia ID 24096, Azione I.1.b.1.3 - Sostegno alle attività collaborative di R&S per lo sviluppo di nuove tecnologie sostenibili, di nuovi prodotti e servizi. Finanziamento UniMI/Fisica € 752.000 su 30 mesi, cofinanziati al 50%. Una piattaforma mobile tecnologica, interattiva e partecipata per lo studio, la conservazione e la valorizzazione di beni storico-artistici, con Unimib, Unicatt, CNR INF, e PMI (capofila Arterea srl). Per questo progetto sono stata delegata dal rettore per la negoziazione; ho inoltre preso parte attivamente alla promozione/diffusione del progetto, presenziando personalmente agli stand nell'ambito della manifestazione RO.ME Museum Exhibition, Fiera di Roma, 27 novembre 2019 e nell'ambito della fiera SMAU di Milano, nello spazio di Regione Lombardia, 25 ottobre 2017. Tra i prodotti del progetto, un volume (Nel Quarto Stato, edizioni Nomos) per il quale sono coautrice in quattro capitoli e pubblicazioni su riviste peer review.
- 2019: partecipazione al progetto "Leonardeschi oltre il visibile", indagini non invasive nell'ambito della mostra "Leonardo e la Madonna Litta" finanziata da Fondazione Bracco. Per le attività sperimentali del progetto, mi sono occupata delle analisi XRF sulle diverse opere, dell'analisi dei dati e dell'integrazione con le altre metodologie eseguite. Gli esiti della campagna diagnostica sono riportati nel catalogo della mostra; ulteriori dati sono riportati in un articolo di cui sono corresponding author, pubblicato nel 2021 sulla rivista internazionale *Dyes&Pigments*.
- 2017: partecipazione al progetto Luini in nuova Luce, finanziato CARIPO - Progetti territoriali per la città di Milano e provincia (finanziamento UniMI/Fisica € 25.000 su 12 mesi). Approccio interdisciplinare per lo studio, l'archiviazione dei dati e la comunicazione, in collaborazione con Unimib, CNR, Politecnico di Milano, Pinacoteca Ambrosiana (capofila) per lo studio con tecniche analitiche e di imaging non distruttive sui dipinti attribuiti a Bernardino Luini e alla sua scuola. Mi sono occupata dell'analisi dati relativa alla campagna XRF e dell'integrazione dei risultati ottenuti con le altre tecniche applicate nel progetto. A partire dai dati ottenuti nelle attività del progetto, è stato pubblicato un articolo su rivista scientifica.
- 2016: responsabile unico di UNIMI del progetto LUMI (LUini Multispectral Imaging) - finanziato nella pilot call IPERIONCH.it per l'accesso ai laboratori mobili dell'infrastruttura, relativo allo studio multispettrale delle opere di Luini conservate presso la Pinacoteca Ambrosiana, capofila del progetto. I risultati del progetto sono stati pubblicati su rivista con IF.
- 2014: responsabile unico di UNIMI (capofila CNR) del progetto "LUREX - Luini master works: a research by XRF", ARCHLAB Transnational Access Programme - CHARISMA Programme Grant Agreement

n. 228330 Finanziamento: 7th Framework Programme EU - Access Research Infrastructures Activity. Lo scopo del progetto è stato il confronto tra i dati analitici esistenti (e non pubblicati) acquisiti dai laboratori della National Gallery di Londra e del Museo del Louvre di Parigi e le analisi svolte dai ricercatori coinvolti nel Progetto, in collaborazione con studi di restauro e Pinacoteche. A partire dai risultati del progetto, è stata pubblicato un articolo su rivista scientifica per il quale sono sia primo autore che corresponding.

- 2011-2012: partecipazione al progetto TIVAL - Tecnologie integrate per la documentazione e valorizzazione dei beni culturali lombardi, finanziato da Regione Lombardia, durata 18 mesi (210 ore/uomo rendicontate) finanziamento UniMI totale € 250.000 su 18 mesi. Il progetto è stato coordinato da Università degli Studi di Milano Bicocca in collaborazione con UNIMI, Politecnico di Milano, Università degli Studi di Pavia. Progetto di ricerca per la diagnostica e la valorizzazione del complesso monumentale della Certosa di Pavia. Il progetto ha prodotto anche il volume "La Certosa di Pavia. Tecnologie integrate per la conoscenza e la conservazione. Recenti scoperte nei locali inaccessibili della Certosa di Pavia." (Silvana Editore, 2015) in cui sono presente come coautore di due contributi. Per questo progetto sono stata referente gruppo analisi UNIMI, occupandomi del coordinamento con i gruppi coinvolti nelle analisi dei materiali degli altri partner. Da un punto di vista sperimentale, mi sono occupata dell'analisi XRF dei pigmenti dei gradual conservati nella vecchia biblioteca della Certosa e delle analisi di composizione dei laterizi. Queste ricerche hanno dato origine a due diverse presentazioni orali che ho tenuto nel 2012 e nel 2015 (Comparison between XRF, TXRF and PXRF analyses for provenance classification of archaeological bricks European conference on X-ray spectrometry EXRS 2012, Vienna 2012; Non-invasive in situ analytical techniques working in synergy: the application on graduals held in the Certosa di Pavia Technart 2015 non-destructive and micro-analytical techniques in art and cultural heritage, Catania, 2015) Questi risultati sono anche stati pubblicati su riviste con IF.

- 2009-2010: partecipazione al progetto "Il Cortile del Richini", finanziato CARIPLO (Area Tematica arte e cultura) - capofila UNIMI, partner POLIMI, durata 24 mesi (1/11/2009 - 31/10/2010). Capofila UNIMI, partner POLIMI. Responsabile prof. P. Tucci (Centro interdipartimentale di Ricerca e servizi per i Beni Culturali - UNIMI). Progetto interuniversitario con Politecnico di Milano finanziato da Fondazione Cariplo e Regione Lombardia per lo studio dello stato di conservazione del cortile d'onore dell'Università degli studi di Milano.

- Progetto cofinanziato PRIN 2006 per un totale di 13 mesi/uomo. "Studio e sviluppo di strumentazione portatile per la caratterizzazione con metodi non invasivi dei materiali pittorici in connessione alla possibilità di ottimizzazione delle tecniche di riflettografia infrarossa"

- Progetto cofinanziato PRIN 2003 per un totale di 6 mesi uomo "Sviluppo e impiego di nuove tecnologie di indagine non invasiva applicate allo studio delle opere pittoriche"

- Esperimento INFN-MASAI "Metodologie Applicative per Studi di Arte e di Inquinamento" (2003-2005) come tecnologo per un anno al 60%.

- Progetto cofinanziato PRIN\_MURST 2001 con 4 mesi uomo "Il disegno sottostante la pittura"

#### **Responsabilità di studi e ricerche scientifiche affidati da qualificate istituzioni pubbliche o private**

- 2023: partecipazione campagna di misura affidata dalla Fondazione Manzoni su opere di Piero Manzoni.

- 2020: responsabile della campagna XRF su materiali pittorici inserita nelle indagini non invasive su opere di Balla nell'ambito della mostra "Nel salotto del collezionista", finanziata da Fondazione Cariplo. In seguito a tale progetto è stato edito un volume che comprende i contributi delle analisi svolte; i risultati sono anche riassunti in una pubblicazione sul Journal of Cultural Heritage.

- 2019: responsabile della campagna XRF per le indagini diagnostiche non invasive su Giorgio De Chirico per la mostra "de Chirico", Palazzo Reale, Milano (2019-2020), finanziamento Fondazione Atlante. Mi sono occupata della campagna XRF sull'opera "La corsa delle quadrighe" presso lo studio di restauro durante l'intervento che ha preceduto l'esposizione in mostra. Alcuni risultati di questo progetto sono stati presentati in un poster dal titolo "More than MA-XRF maps: the investigation of Chariot Race by de Chirico" (autori Anna Galli, Simone Caglio, Letizia Bonizzoni, Michele Gironda, Roberto Alberti, Marco Martini) presentato al Congresso internazionale MA-XRF scanning in Conservation, Art and Archaeology (Catania, 2019). Gli esiti del progetto sono stati anche presentati coralmemente in una rassegna divulgativa organizzata dall'Associazione italiana di Archeometria.

- 2018: responsabile della campagna XRF nell'ambito del progetto volto alla conservazione delle reliquie dei Santi conservate presso la Basilica di Sant'Ambrogio a Milano. In seguito a tale progetto è stato edito un volume che comprende i contributi delle analisi svolte ed è stata organizzata una giornata di presentazione nella quale sono stata relatore.

- 2016: partecipazione al progetto, legato all'omonima mostra, "Giotto, l'Italia", finanziato da Fondazione Cariplo, grant no. 2015-2293. Relativamente alla parte sperimentale del progetto, mi sono occupata dell'analisi dati relativa alla campagna XRF e dell'integrazione dei risultati ottenuti con le altre tecniche applicate nel progetto. Dal lavoro di ricerca legato al progetto, sono derivate diverse pubblicazioni su riviste con IF.
- 2015: collaborazione al progetto Slidings doors, 600 anni di eccellenza tecnologica lombarda, finanziato da Regione Lombardia nell'ambito dei progetti di ricerca applicata per la valorizzazione del patrimonio culturale Lombardo (Grant no.62720655).
- 2012: collaborazione alla campagna di indagini diagnostiche sui dipinti della Pinacoteca Giacomo Carrara di Bergamo finanziata dal Comune di Bergamo.

Ho inoltre partecipato a numerose campagne di misura, tra cui:

- Indagini scientifiche su Sarcofagi Egizi di Proprietà del Museo del Cinquantenario di Bruxelles (2014) in occasione del loro restauro.
- Indagini scientifiche sulle opere di Antonello da Messina in occasione della Mostra presso le Scuderie del Quirinale del 2006.
- Indagini scientifiche sulla Pala di San Zeno a Verona in occasione della mostra celebrativa nel centenario di Mantegna nel 2006.
- Indagini scientifiche riportate nel "Catalogo scientifico delle collezioni - Pinacoteca Civica di Vicenza - Dipinti dal XIV al XVI secolo" 2003 Fondazione G. Roi - Musei Civici di Vicenza
- Indagini scientifiche riportate nel "Catalogo scientifico delle collezioni - Pinacoteca Civica di Vicenza - Dipinti dal XVII al XVIII secolo" 2004 Fondazione G. Roi - Musei Civici di Vicenza
- Misure XRF nell'ambito delle analisi sui dipinti di Antonello da Messina in occasione della mostra presso le Scuderie del Quirinale (crf. G. Poldi in "Antonello da Messina, L'opera completa", catalogo della mostra, 2006)
- Misure XRF nell'ambito dell'opera di conservazione e valorizzazione del Palazzo di Giustizia di Milano (2007-2008)

#### **Partecipazione a convenzioni UniMI per attività di collaborazione scientifica:**

- Polo Regionale delle Isole Eolie per i siti culturali con Parco archeologico e Museo "Luigi Bernabò Brea", Lipari nell'ambito delle attività del progetto "Ossidiana di Lipari e comunità umane neolitiche nelle isole Eolie", responsabile prof.ssa Alessandra Guglielmetti (dipartimento di Fisica).
- Pinacoteca di Brera nell'ambito delle attività per la tutela del patrimonio artistico affidato alla Pinacoteca e per lo sviluppo e l'applicazione di metodologie diagnostiche, responsabile prof. Luca Trombino (Dipartimento di Scienze della Terra).

#### **Responsabile UniMI per Progetti Condivisi con Soprintendenze:**

- Progetto condiviso dal titolo Definizione dell'area produttiva di alcuni materiali fittili cremonesi tramite campagne di analisi archeometriche per l'individuazione delle caratteristiche delle produzioni locali promosso dalla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Cremona, Lodi e Mantova.
- Progetto La determinazione d'origine tramite analisi archeometriche delle anfore d'importazione provenienti dagli scavi urbani di Lodi Vecchio (LO) promosso dalla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Cremona, Lodi e Mantova (SABAP-MN n. 1 del 15/09/2020).
- Progetto condiviso dal titolo Tecniche e Tecnologie delle argille (TETA) promosso dalla Soprintendenza archeologia, belle arti e paesaggio per l'area metropolitana di Roma, la provincia di Viterbo e l'Etruria meridionale

#### **Altre collaborazioni istituzionali**

- 2021- in corso: responsabile per il dipartimento di fisica del progetto "MIABC: Metodi di Intelligenza Artificiale per i Beni Culturali" in collaborazione con il Dipartimento di Informatica Giovanni degli Antoni (Dario Malchiodi, Anna Maria Zanaboni, centro di ricerca interdipartimentale in data science). La collaborazione, per quanto recente, ha dato origine a 1 intervento a congresso, 1 pubblicazione su atti di congresso, 1 pubblicazione su rivista internazionale.

- 2017- in corso: collaborazione con LABanov per progetti interdisciplinari, tesi di laurea e ricerca (due pubblicazioni in revisione e una in preparazione su riviste indicizzate, una pubblicazione su volume divulgativo).

#### **Collaborazioni a contratto per attività di ricerca**

- Ottobre 2000: attività di collaborazione con il consorzio Milano Ricerche, “Revisione procedure software per analisi XRF” ottobre 2000
- Aprile 2000: collaborazione con Università degli Studi di Milano, “Analisi spettri XRF ed elaborazione dati su campioni di vetrate”
- Marzo 2000: collaborazione con Università degli Studi di Milano, “Aggiornamento software applicativo per analisi XRF all’anno 2000”
- Ottobre 1999: collaborazione con Università degli Studi di Milano, “Adattamento di programma software (AXIL) all’analisi quantitativa XRF nell’ambito della applicazione a matrici leggere”
- Giugno 1998: collaborazione con Università degli Studi di Milano, “Adattamento programma AXIL all’analisi quantitativa con capillari”
- Dicembre 1995: collaborazione con Università degli Studi di Milano, “Elaborazione programmi PC su monete antiche”

### **ATTIVITÀ QUALI LA DIREZIONE O LA PARTECIPAZIONE A COMITATI EDITORIALI DI RIVISTE SCIENTIFICHE**

**Guest editor** per Applied Sciences (ISSN 2076-3417) relativamente allo Special Issue "Contribution of X-ray Fluorescence Techniques in Cultural Heritage Materials Characterisation"  
[https://www.mdpi.com/journal/applsci/special\\_issues/Cultural\\_Heritage\\_Materials\\_Characterisation](https://www.mdpi.com/journal/applsci/special_issues/Cultural_Heritage_Materials_Characterisation)

#### **Reviewer per riviste internazionali**

- X-Ray Spectrometry (dal 2011)
- Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy (dal 2014)
- Microchemical Journal (dal 2015)
- Applied Spectroscopy (dal 2016)
- Conservar Patrimonio (dal 2017)
- Studies in Conservation (dal 2017)
- Journal of Archaeological Science: Reports (dal 2019)
- Archaeological and Anthropological Sciences (dal 2020)
- Applied Radiation and Isotopes (dal 2020)
- Archaeometry (dal 2020)
- Heritage Science (dal 2020)
- Minerals (dal 2020)
- Heritage (dal 2021)
- Journal of cultural heritage (dal 2021)
- Forensic science International (dal 2021)
- Measurements (dal 2021)
- Polymers (dal 2022)
- Journal of Imaging (dal 2022)
- Nuclear Instruments and Methods B (dal 2022)
- Molecules (dal 2022)
- Colorants (dal 2023)
- PLOS ONE (dal 2023)

#### **Ruoli in conferenze internazionali e workshop**

- **Comitato Organizzatore** per il Convegno Tematico AIAr (Associazione Italiana di Archeometria) sulle tecniche di datazione: Dat@MI Milano 7-9 febbraio 2024. Il convegno è stato approvato dal direttivo

dell'Associazione a inizio marzo 2023 e presentato al Congresso Nazionale a Messina nell'aprile del 2023.

- Comitato Tecnico locale: gruppo di lavoro per l'organizzazione di attività ed eventi sociali del 108° Congresso Nazionale SIF, Milano (12 - 16 settembre 2022)
- Local Organizing Committee: EXRS2014 - European Conference on X-Ray Spectrometry Bologna (Italia) dal 15-06-2014 al 20-06-2014
- Segreteria della Giornata di Studio "Stato dell'arte della tecnica termografica e animal-care" (UNIMI, ottobre 2015)

#### Attività di valutazione:

- Membro della commissione per l'esame finale di dottorato in Chimica Applicata dell'Università A. Mira di Bejaja (Algeria), Faculté des Sciences Exactes, Département Chimie, per la seduta del 22 dicembre 2020.
- Membro della commissione per la prova finale del Master STArch - SCIENZE E TECNOLOGIE PER I BENI ARCHEOLOGICI A RISCHIO *Università Scuola Interateneo di Specializzazione in Beni Archeologici Università degli Studi di Trieste, Udine e Venezia Ca' Foscari* in qualità di esperto esterno (01/12/2022).
- Valutatore per Austrian Science Fund (FWF): valutazione scientifica di un progetto sottomesso per il finanziamento nell'ambito del Programma ESPRIT (Early-Stage-Programme: Research-Innovation-Training) del FWF, 2023.
- Membro commissioni di laurea
- Membro della Commissione giudicatrice della selezione pubblica, per titoli ed esami, per il reclutamento di n. 1 unità di personale di categoria D - posizione economica D1 - Area Tecnica, Tecnico-Scientifica ed Elaborazione Dati della durata di 12 mesi presso il Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione, Territorio, Agroenergia, a supporto delle attività relative all'implementazione e alla gestione di geo-database relativi ad aziende sperimentali
- Membro della Commissione giudicatrice della selezione pubblica, per titoli ed esami, per il reclutamento di n. 1 unità di Tecnologo di secondo livello, categoria D - posizione economica D3 della durata di 24 mesi, presso il Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione, Territorio, Agroenergia, per il programma di ricerca "National Research Centre for Agricultural Technologies", tematica "Tecnologie dell'Agricoltura - AGRITECH" nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

#### Appartenenza a associazioni scientifiche:

- Associata INFN dal 1999 (come laureando) al 2005 (progetto MASAI).
- Membro attivo dell'Associazione AIAR (associazione Italiana di Archeometria).

### PREMI E RICONOSCIMENTI NAZIONALI E INTERNAZIONALI PER ATTIVITÀ DI RICERCA

- **Menzione speciale** per il contributo Rendiconto delle analisi eseguite su un sarcofago egizio del museo archeologico nazionale di Parma da me presentato al XCIII congresso della Società Italiana di Fisica, Pisa, 2007 (Il nuovo saggiaio, vol. 23 n. 5/6)
- Alla prima edizione del concorso AIAR "Metti in Mostra l'Archeometria, MMA" (a.a. 2019/2020) il lavoro collegato ad un elaborato di tesi, di cui sono stata correlatore, dal titolo "I Celti a Esino Lario: Caratterizzazione di Manufatti Metallici del periodo la Tène" si è classificata al **terzo posto**. MMA premia progetti che illustrino l'aspetto scientifico e tecnologico di opere o reperti attraverso linguaggi e modalità accessibili a tutti, pur mantenendo elevata la qualità scientifica dei contenuti con il fine di dimostrare come le scienze applicate svolgano un ruolo fondamentale nella ricostruzione oggettiva del contesto storico-artistico e archeologico e nella comprensione tecnico-scientifica dei processi di esecuzione delle singole opere.

## PARTECIPAZIONE IN QUALITÀ DI RELATORE A CONGRESSI E CONVEGNI DI INTERESSE INTERNAZIONALE

Sono coautrice di più di 120 comunicazioni (orali e poster) a conferenze nazionali e internazionali, in particolare sono stata personalmente relatore dei contributi orali elencati (Comunicazioni orali di cui sono stata relatrice), dei contributi su invito riportati e di circa 22 contributi in forma di poster.

**Invited speaker** al 2021 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage, October 20 - 22, 2021 Milano, Italy. Intervento su invito dal titolo: New perspectives on an “old” technique: Lipari obsidian and Neolithic communities investigated by Fission Track Dating per la Special Session #14: “Recent Advancements in Dating Methods”.

**Invited speaker** alla conferenza internazionale XXXVII RTFNB - Brazilian Workshop on Nuclear Physics (Maresias, SP) 2014 con un contributo dal titolo ED-XRF Analysis for cultural heritage: is quantitative evaluation always essential? (XXXVII Brazilian Meeting on Nuclear Physics, 8-12 sept, 2014, Maresias, São Sebastião, SP, Brazil.)

**Relatore su invito** alla Conferenza Italiana di Ottica e Fotonica - Italian Conference on Optics and Photonics - ICOP2020 sessione Photonics for Cultural Heritage, contributo presentato “VIS-NIR REFLECTANCE SPECTRA CLASSIFIER FOR PIGMENTS IN THE MOBARTECH PROJECT” autori Letizia Bonizzoni, Jacopo Melada, Rebecca Bonini, Ambra Cattaneo, Marco Gargano, Emanuela Grifoni, Nicola Ludwig.

### Comunicazioni orali di cui sono stata relatrice

1. L. Bonizzoni, M. L. Balestrieri, M. Coltelli, A. Guglielmetti, M. Manni, M. Martinelli, M. Oddone, Lipari Obsidian and Neolithic communities: new chronological elements through fission track dating, 43rd International Symposium on Archaeometry, 16th-20th May 2022.
2. L. Bonizzoni, M C Martinelli, M Coltelli, M Manni, M L Balestrieri, M Oddone, A Guglielmetti New perspective on an “old” technique: Lipari obsidian and Neolithic communities investigated by Fission Track Dating, Special Session #14: “Recent Advancements in Dating Methods”, 2021 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage, October 20 - 22, 2021 Milano, Italy. **INVITED**
3. Letizia Bonizzoni, Jacopo Melada, Rebecca Bonini, Ambra Cattaneo, Marco Gargano, Emanuela Grifoni, Nicola Ludwig VIS-NIR reflectance spectra classifier for pigments in the Mobartech project, ICOP, Italian Conference of Optics and Photonics, September 8-11, 2020 **INVITED**
4. M. Saleh, S. Samela, I. Veronese, S. Gallo, M. Merlini, L. Bonizzoni Determination of Lapis Lazuli stones provenance based on XRL and XRF spectra Technart 2019, Bruges 7-10 May
5. L. Bonizzoni, S. Bruni, M. Gargano, V. Guglielmi, C. Zaffino, A. Pezzotta, N. Ludwig Spectroscopic methods for mapping and dating restoration phases on two Egyptian sarcophagi (XXI dynasty) TECHNART 2017 Non-destructive and microanalytical techniques in art and
6. Letizia Bonizzoni, Silvia Bruni, Anna Galli, Marco Gargano, Vittoria Guglielmi, Nicola Ludwig, Letizia Lodi Non-invasive in situ analytical techniques working in synergy: the application on graduals held in the Certosa di Pavia Technart 2015 “Non-destructive and microanalytical techniques in art and cultural heritage”, Catania (Italy) 27-30 April 2015
7. Letizia Bonizzoni, ED-XRF Analysis for cultural heritage: is quantitative evaluation always essential? (XXXVII Brazilian Meeting on Nuclear Physics, 8-12 sept, 2014, Maresias, São Sebastião, SP, Brazil.) **INVITED**
8. L. Bonizzoni, A. Galli, G. Giubertoni, N. Ludwig, C. Maggioni Opus Lemovicense: Spectroscopic Characterization of Vitreous Gems, VIII congresso nazionale di archeometria, Scienza e beni culturali: stato dell'arte e prospettive. Bologna 5-7 febbraio 2014
9. Bonizzoni L., Canevari C., Galli A., Gargano M., Ludwig N., Malagodi M., Rovetta T. A multianalytical approach to study the Metal-gall ink used as wood dye: the “viola da gamba” made by Ioannes Marcus (XVI century) Technart 2013 Analytical Spectroscopy in Art, Amsterdam
10. L. Bonizzoni, Anna Galli, Marco Gondola, Marco Martini Comparison between XRF, TXRF and PXRF analyses for provenance classification of archaeological bricks European conference on X-ray spectrometry EXRS 2012, 18-22 June 2012, Vienna (Austria)
11. A. Galli, L. Bonizzoni, E. Sibilìa, M. Martini Analisi EDXRF di placchette metalliche provenienti dal corredo funerario del sacerdote-guerriero inumato nella tomba 14 del sito di Sipán, Peru Società Italiana di Fisica XCVI Congresso Nazionale Bologna, 20 - 24

12. Michele Bertucci, Letizia Bonizzoni, Mario Milazzo Quantitative XRF analysis in typical archaeometric applications Società Italiana di Fisica XCVI Congresso Nazionale Bologna, 20 - 24 Settembre, 2010
13. L. Bonizzoni, A. Galli, G. Poldi, M. Milazzo Determinazione non invasiva in situ degli spessori di strati pittorici sulla base dell'analisi EDXRF e della spettroscopia vis-NIR XCIII congresso della Società italiana di fisica, 24 - 29 settembre 2007, Pisa
14. L. Bonizzoni, S. Bruni, M. Capano, V. Guglielmi, M. Milazzo, I. Passariello, F. Terrasi Rendiconto delle analisi eseguite su un sarcofago egizio del museo archeologico nazionale di Parma XCIII congresso della Società italiana di fisica, 24 - 29 settembre 2007,
15. L. Bonizzoni, M. Milazzo, P. Sardella Applicazione del metodo dei parametri fondamentali ad analisi XRF quantitative di interesse archeometrico Società Italiana di Fisica, LXXXVIII Congresso Nazionale, 2002, Alghero.
16. L. Bonizzoni, A. Galli, V. Guglielmi, N. Ludwig, M. Milazzo: Identificazione dei pigmenti di affreschi mediante l'integrazione di diverse tecniche di analisi. Società Italiana di Fisica, LXXXVII Congresso Nazionale, Milano - Bicocca 24 - 29 settembre 2001
17. L. Bonizzoni, A. Galli, M. Milazzo: Applicazione della Tecnica XRF all'analisi di vetrate medievali, V Seminario Nazionale di Spettroscopia Analitica, Palazzo Feltrinelli, Gargnano, (BS) aprile 2001
18. L. Bonizzoni, C. Cicardi, C. De Martinis, M. Milazzo: Impiego di microsonde X per analisi elementari in campo archeometrico. Società Italiana di Fisica, LXXXIV Congresso Nazionale, 1998

## **ATTIVITÀ GESTIONALI, ORGANIZZATIVE E DI SERVIZIO**

**INCARICHI DI GESTIONE E AD IMPEGNI ASSUNTI IN ORGANI COLLEGIALI E COMMISSIONI, PRESSO RILEVANTI ENTI PUBBLICI E PRIVATI E ORGANIZZAZIONI SCIENTIFICHE E CULTURALI, OVVERO PRESSO L'ATENEO O ALTRI ATENEI** (*inserire incarico/impegno, ente, data, ecc.*)

- Rappresentante del PTA nel Consiglio del Dipartimento di Fisica (UNIMI) 2012 - 2020
- Membro della giunta del Dipartimento di Fisica (UNIMI) come rappresentante PTA, 2017 - 2020
- Membro della Commissione Stage e Tirocini del collegio didattico del corso di laurea in Scienze e tecnologie per lo studio e la conservazione dei beni culturali e dei supporti della informazione (L-43) dall'anno accademico 2014/2015 (UNIMI).
- Membro del collegio didattico del corso di laurea in fisica (UNIMI) in qualità di collaboratore all'attività didattica.
- Membro del collegio didattico del corso di laurea in Scienze e tecnologie per lo studio e la conservazione dei beni culturali e dei supporti della informazione (UNIMI) dall'anno accademico 2014/2015 in qualità di Professore a Contratto
- Responsabile del laboratorio Raggi X-Archeometria del Dipartimento di Fisica Aldo Pontremoli dell'Università degli Studi di Milano. Il laboratorio è censito nell'XRF Facility Database dell'IAEA e partecipa al programma OpenAIAR dell'Associazione Italiana di Archeometria, di cui sono membro, iniziativa pensata per consentire ai soci giovani l'accesso gratuito ai laboratori dei ricercatori afferenti all'Associazione.

Data

28 aprile 2023

Luogo

Milano