

Curriculum vitae di Eduard Chyhyrnets

a) Studi compiuti e titoli conseguiti

- 01/10/2019 - 16/06/2023 **Dottorato di ricerca in Scienza ed Ingegneria dei Materiali e delle Nanostrutture** presso Università degli Studi di Padova. Titolo della tesi: *“Plasma Electrolytic Polishing and Vibrotumbling as innovative surface treatments for Superconducting Radiofrequency cavities”*.
- 01/09/2016 - 08/06/2018 **Laurea Magistrale in tecnologia e ingegneria chimica** presso l'Università Nazionale tecnica “Istituto Universitario Politecnico Igor Sikorsky” di Kyiv, voto 100/100 e lode. GPA 4.0 Titolo della tesi: *“Chemical and Electrochemical Treatments of Copper coating for Particle Accelerators”*.
- 02/02/2017 - 30/06/2018 **Master di I livello in Trattamenti di superficie per l'industria** presso Università degli Studi di Padova. Titolo della tesi: *“Chemical and electrochemical treatments for accelerating cavities”*.
- 01/09/2012 - 30/06/2016 **Laurea in tecnologia chimica** presso l'Università Nazionale tecnica “Istituto Universitario Politecnico” di Kyiv, voto 96/100 GPA 3.63 Titolo della tesi: *“Electroplated coatings in machine building. Development of the technology of deposition of cadmium protective coatings on small metal parts”*.

b) Descrizione dell'attività tecnologica e scientifica svolta

Il sottoscritto è Tecnologo di III livello presso l'INFN-LNL, con contratto a tempo determinato. Attualmente ricopre il ruolo di coordinatore delle attività di R&D del Reparto di Trattamenti Chimici all'interno del Servizio Tecnologia delle Superfici e Superconduttività. Laureato in Tecnologia e Ingegneria Chimica presso Università Tecnica Nazionale dell'Ucraina “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” (NTUU “Sikorsky KPI”), ha conseguito un Dottorato di Ricerca in Scienza e Ingegneria dei Materiali e delle Nanostrutture presso l'Università degli Studi di Padova. Durante il percorso professionale ha maturato un'esperienza diversificata nel campo della ricerca tecnologica ed applicata, sviluppando competenze avanzate nella preparazione delle superfici (in particolare della cavità SRF), nell'uso di tecnologie innovative e nella gestione di progetti complessi, sia a livello nazionale che internazionale.

Il reparto di trattamenti chimici dei LNL, coordinato da Fabrizio Stivanello, è nato originariamente per la preparazione dei risonatori a quarto d'onda (QWR) dell'acceleratore ALPI presso i LNL. Negli anni, le tecnologie e i protocolli standard messi a punto per la lucidatura delle cavità SRF sono stati adattati per l'impiego in altri esperimenti INFN (non necessariamente di ambito acceleratorio) che necessitavano di preparazione superficiale, come ad esempio la pulizia delle torri di rame dell'esperimento di CSN2 CUORE. Con l'arrivo del sottoscritto, il reparto, oltre a proseguire nell'utilizzo e ottimizzazione delle tecnologie standard, ha iniziato anche a studiare e sviluppare innovative tecnologie di polishing.

Nel corso degli ultimi otto anni, il sottoscritto ha contribuito attivamente alla ricerca sperimentale e dell'attività di servizio sopranominato, coordinando dei progetti nazionali ed europee, gestendo team composti da personale temporaneo, in numero variabile tra 1-3, tra laureandi, borsisti e dottorandi. È possibile suddividere l'attività scientifico tecnologica svolta dal candidato in quattro macroaree principali:

- **Superconducting Radio Frequency (SRF) cavities (2017 – oggi)**
- **Quantum sensing e Quantum computing (2017 – oggi)**
- **Progetti che richiedono il basso fondo di radioattività (2018 – 2023)**
- **Collaborazioni scientifiche e trasferimento tecnologico (2017 – oggi)**

Di seguito vengono presentate nel dettaglio le attività scientifiche e tecnologiche condotte durante la carriera con le referenze all'elenco dei tutti i prodotti del candidato allegato insieme alla domanda..

Superconducting Radio Frequency (SRF) cavities.

2017 – 2022, ARIES WP15 (CERN), <https://aries.web.cern.ch/> [32, 33, 37-42, 44]

ARIES (Accelerator Research and Innovation for European Science and Society) è un progetto integrato dedicato alla ricerca, allo sviluppo e all'innovazione nel campo degli acceleratori di particelle europei e delle relative infrastrutture e tecnologie. Le attività principali includevano:

1. **Gestione operativa del Task 15.2:** “*Substrate Surface Preparation*”: Coordinamento delle attività sotto la supervisione del dott. C. Pira (LNL) e del Prof. O. Malyshev (STFC).
2. Sviluppo e applicazione comparativa di quattro protocolli di preparazione su substrati planari in rame. L'attività ha incluso la caratterizzazione statistica (rugosità e riflettanza) pre/post trattamento per determinare l'influenza sulla deposizione superconduttiva e sul laser post-treatment.
3. Sviluppo di protocolli per preparazione superficiale di oggetti complessi (campioni *QPR*): Ideazione e messa a punto di una procedura specifica per la lucidatura di campioni bi-materiali (Niobio e Rame) destinati ai risonatori a quadrupolo, risolvendo le criticità legate al trattamento simultaneo di superfici miste.

2019 – 2021 TeFeN CSN5, <https://www.lnl.infn.it/en/technological-research-csn5/#TEFEN> [36, 44, 45]

TeFeN (Thick Films for New Generation of Resonant Cavities) è un esperimento mirato a sviluppare la tecnologia delle cavità acceleratrici in Nb su Cu per raggiungere prestazioni comparabili a quelle delle cavità in Nb bulk. Il candidato è stato **responsabile delle attività** scientifiche del WP1 “Nuove tecniche di polishing”, sotto la supervisione del responsabile nazionale dott. Cristian Pira. In questo contesto, è stato rinnovato e realizzato da zero un impianto dedicato al *vibrotumbling* delle cavità 6 GHz, con la messa a punto di un processo di vibrofinitura articolato in tre passaggi. Sempre all'interno del WP1, il *Plasma Electrolytic Polishing* (PEP) è stato applicato per la prima volta nell'ambito SRF, dimostrando la capacità di lucidare Nb e Cu con una velocità di erosione 10 volte superiore rispetto all'*elettrolucidatura* tradizionale (EP), garantendo maggiore efficienza e un processo più sostenibile e sicuro. **Tre soluzioni elettrolitiche** originali e prive di acidi **sono state sviluppate** e brevettate dal candidato: una soluzione elettrolitica per il PEP del Nb e due per il rame. Maggiori informazioni in pubblicazioni.

2021 – 2023 (iFAST), CERN, WP9: *Innovative superconducting thin film coated cavities* [18-23,26,28,35-37]

Scopo del WP9 del progetto iFAST (Innovation Fostering in Accelerator Science and Technology) era la realizzazione del primo prototipo di cavità accelerante a 1.3 GHz ottenuta tramite spinning di rame e ricoperta con

un film sottile di Nb₃Sn. I partner coinvolti, oltre a INFN, erano: CEA, CNRS, HZB, HZDR, UniSiegen, RTU, IEE Bratislava, STFC, JLAB e la ditta Piccoli Srl.

Il candidato ha lavorato nei task 9.2 (Innovative Superconducting (SC) Accelerating Cavity Prototype, responsabile dott. C. Pira, INFN LNL) e 9.6 (Optimization of flat SRF thin films production procedure, responsabile dott. O. Kugeler, HZB). Le attività principali includevano:

1. Coordinazione tra istituti di ricerca e laboratori, sia prima che dopo i trattamenti chimici sui substrati d'interesse (cavità 1.3 GHz in Cu, campioni QPR in Cu e Nb, substrati ellittici come *split cavities*, *spiral cavities* e cavità aperte a 6 GHz).
2. Gestione delle spedizioni tra i partner, creando un protocollo che garantisse l'assenza di contaminazioni da polveri, riossidazione e deformazioni o difetti durante il trasporto tra i paesi membri.
3. Lo sviluppo ed applicazione del protocollo adatto della tecnologia innovativa PEP (Plasma Electrolytic Polishing), dimostrata su diversi substrati (cavità aperte a 6 GHz e campioni QPR). Questi substrati sono stati lucidati per la prima volta nel mondo utilizzando PEP.
4. Deposito di 3 brevetti INFN e invenzione di 4 soluzioni elettrolitiche originali per la lucidatura di metalli quali rame (e relative leghe), acciaio (e varie leghe) e niobio (inclusi titanio e tantalio) tramite *PEP*, direttamente applicabili nell'attività di Trasferimento Tecnologico.

2021 – 2023 (IFAST), CERN, WP10: [Advanced accelerator technologies](#) [13, 22, 30]

Il candidato, insieme al gruppo LNL e sezione di PD INFN, ha collaborato con i membri del WP10, in particolare con il responsabile dott. Adriano Pepato (INFN Padova), per la realizzazione e caratterizzazione di cavità SRF a 6 GHz prodotte tramite manifattura additiva (AM) in rame e niobio. Le cavità, progettate dai LNL, sono state realizzate dalla sezione di Padova. Nello specifico, il candidato ha:

1. Definito e ottimizzato i protocolli standard SRF (preparazione meccanica, chimica ed elettrochimica) per le cavità stampate da INFN Padova. Ha ideato un protocollo di pulizia specifico che combina vibro-tumbling e trattamenti successivi, portando la rugosità superficiale interna delle cavità a valori $Ra < 0,5 \mu m$;
2. ridotto la rugosità superficiale finale di oltre un ordine di grandezza (da decine di μm a valori sub-micrometrici) utilizzando l'approccio integrato;
3. validato l'efficacia del PEP su substrati con geometrie complesse (es. drift tube in acciaio AM, cavità ellittiche 6 GHz AM), dimostrando un'elevata efficienza nel polishing su scale micro e macro e la capacità di ottenere una lucidatura a specchio su superfici AM ad alta rugosità, senza ricorrere ai trattamenti meccanici richiesti dalla nota d'arte.
4. Efficacia del PEP validata su geometrie complesse AM (es. drift tube, cavità ellittiche 6 GHz): ottenuta una riduzione di rugosità da decine di μm a centinaia di nm (finitura a specchio) direttamente su superfici as-built, rendendo obsoleti i tradizionali passaggi di lucidatura meccanica.

2022 – 2023 (SAMARA), CSN5 INFN [12, 18, 21]

Nel progetto Superconducting Alternative Materials for Accelerating cavities and haloscope Resonators for Axions (SAMARA), il candidato è stato responsabile del Task 1.2 del WP1 – Accelerating Cavities WP1,

focalizzandosi sullo sviluppo e l'ottimizzazione del protocollo di preparazione degli aloscopi, proseguendo i risultati dei progetti QUAX e SQMS. Contributi principali:

1. Sviluppo e ottimizzazione del protocollo di preparazione degli aloscopi tramite tecnologia PEP.
2. Miglioramento della qualità delle superfici semi-ellittiche per garantire una migliore adesione dei film superconduttivi.

2024 – 2026 ESPP SRF cavities R&D for FCC-ee (SRF) & RD FCC [1-3, 10]

Questi progetti operano in sinergia su due linee strategiche di R&D per le cavità ellittiche SRF del futuro acceleratore FCC-ee: lo sviluppo di coating Nb₃Sn su Cu e l'ingegnerizzazione di tecnologie avanzate di lucidatura (PEP) per Cu e Nb.

Il candidato ha guidato lo sviluppo di quest'ultimo obiettivo, conseguendo entro la fine del 2025 i seguenti risultati chiave:

1. Incremento del TRL da 4 a 7 per la tecnologia PEP, validando il processo su geometrie complesse e aumentando la superficie trattata da pochi cm² fino a 1500 cm² (cavità ellittica reale), consolidando l'efficacia della prototipazione attuale.
2. Applicazione del PEP su geometrie chiuse (prototipi delle cavità in Cu 1.3 GHz).
3. Nell'ambito della collaborazione CERN-KEK-INFN (avviata nel 2025), è stata ottenuta la piena validazione RF su cavità in rame a 1.3 GHz (Eacc 18.2 MV/m @1.85K). I risultati dimostrano la compatibilità del processo innovativo sviluppato ai LNL con gli protocolli standard, confermando i vantaggi rispetto alle tecniche tradizionali.
4. Avviato studio per la scalabilità tecnologica del processo verso le geometrie di grandi dimensioni (400 MHz). In particolare, esplorazione del jet-PEP e design di nuovo set-up con immersione parziale e rotazione della cavità.

Quantum sensing e computing. Maggiori informazioni in pubblicazioni [12, 20]

2017-2018 QUAX CSN2 e 2022-2023 SQMS

Gli aloscopi sono i rivelatori maggiormente utilizzati per la ricerca degli assioni nel range di masse (35–45 μeV). Per massimizzare la sensibilità di questi rivelatori sono necessarie cavità risonanti con un fattore di merito Q compreso tra 10⁶ e 10⁷ che lavorano immerse in campi magnetici statici di diversi Tesla. L'esperienza QUAX ha sviluppato allo scopo due diverse tipologie di risonatori: cavità dielettriche e cavità SRF a film sottile. Entrambi i risonatori utilizzano substrati in rame. Il candidato ha applicato l'esperienza maturata nel settore SRF alla preparazione degli aloscopi in rame, sviluppando e testando set-up originali per la lucidatura via electro-polishing di risonatori con strutture cilindriche di varie dimensioni, seguite da un processo di High Pressure Rinsing. Le geometrie sviluppate presso LNL per questi progetti includevano frequenze operative di 3.9 GHz, 7 GHz e 9 GHz. Il lavoro ha consentito di incrementare il fattore Q dei risonatori per aloscopi di un ordine di grandezza, portandoli allo stato dell'arte.

Contributi principali: Preparazione delle superfici dei risonatori: set-up e protocollo originale per la lucidatura e pulizia di strutture cilindriche complesse in rame [1, 9].

2023 – oggi “NOSTI” INFN presso LNL

Il National Quantum Science and Technology Institute (NQSTI) è un consorzio finanziato dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Lo scopo è di unire le entità italiane che svolgono una ricerca competitiva e innovativa nel campo della scienza e della tecnologia quantistica (QST). Il candidato dal 2023 partecipa al progetto con lo scopo di ottimizzare le prestazioni delle cavità 3D sfruttando il know-how sviluppato negli anni precedenti per le cavità SRF. In particolare, l'applicazione di una nuova tecnologia sostenibile *Plasma Electrolytic Polishing* (PEP) nel protocollo di produzione dei prototipi per Qubit, realizzati in alluminio puro e niobio. I trattamenti superficiali applicati hanno **umentati** il valore **Q da 10^5** (attuale stato dell'arte) **a 10^6** . Al dicembre 2024, sono state ottenute le prime due Qubit 3D italiane prodotti dalla collaborazione tra i membri di NQSTI e i gruppi di LNL e LNF (Università di Milano, Milano Bicocca, Firenze, Pisa, Salerno, TIFPA, Ferrara, Bologna e CNR-IFN). Nel corso del 2025, il design innovativo, della cavità 3D a due celle fatta in Al, è stato prodotto nel LNL, è successivamente spedito a LNF per la caratterizzazione RF.

Contributi principali:

1. Ha collaborato all'ottimizzazione del design delle cavità monocella e 3-celle.
2. Ha coordinato la produzione meccanica delle cavità in alluminio e niobio.
3. Ha messo a punto il protocollo della preparazione superficiale (composto in 3 step: sgrassatura, electro-polishing, annealing a 375 °C per 6-24 h).
4. Realizzazione dei primi Qubit 3D italiani (dicembre 2024), in collaborazione con i gruppi di LNL e LNF. Il lavoro ha dimostrato un incremento del fattore di merito Q (fino al 10^6) di oltre un ordine di grandezza rispetto ai valori iniziali.

Progetti che richiedono il basso fondo di radioattività.

2019 – 2023 Darkside-20k Maggiori informazioni in pubblicazioni [15, 25, 27].

La collaborazione DarkSide-20k è un progetto internazionale dedicato alla ricerca della materia oscura, basato su un rivelatore ad argon liquido situato presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS). I trattamenti di ultra-pulizia dei componenti in rame sono fondamentali per ridurre le contaminazioni da isotopi radioattivi della catena del Radon, che potrebbero altrimenti generare un fondo di radiazione, compromettendo così la sensibilità del rivelatore nella ricerca di segnali estremamente deboli.

Il candidato, sotto la supervisione di dott. Oscar Azzolini, ha gestito sia l'attività di ricerca tecnologica volta all'ottimizzazione del protocollo, sviluppato in precedenza per le collaborazioni *CUORE* e *CUPID*, sia l'applicazione pratica di tale protocollo sulle geometrie specificate. Queste attività includevano:

- Test su campioni di prova per valutare l'efficienza dei diversi protocolli nella rimozione degli isotopi radioattivi.
- Applicazione del protocollo prescelto su componenti reali, come *pillars* (50k pz) e *schede madri* (200 pz) in rame.

Una delle principali sfide di questo lavoro è stata non solo individuare il protocollo ottimale per ridurre al minimo la concentrazione di isotopi radioattivi, come quelli derivati dal radon, ma anche garantire la protezione dei componenti contro la ricontaminazione dall'atmosfera circostante, che presenta un livello di radioattività di fondo superiore agli standard previsti dall'esperimento.

Il contributo è stato l'adattamento del protocollo *CUORE* alla componentistica *DarkSide-20k* (rimozione del trattamento al plasma in vuoto, mantenimento della scarica durante l'estrazione dei componenti dal bagno elettrolitico, riduzione di 4 volte dello spessore totale rimosso, ecc). Terminata la fase di R&D, la fase di produzione è stata realizzata dal borsista Giacomo Mastrotto sotto il coordinamento del candidato.

c) Presentazioni a congressi e conferenze più significative di cui il candidato è stato relatore negli ultimi 5 anni

1. Plasma electrolytic polishing of 1.3 GHz cavities, SRF2025 - 22nd International Conference on RF Superconductivity (Conferenza); Ito International Research Center, Tokyo, Giappone, 23 Set. 2025. Internazionale, Su invito, Orale (Plenaria) <https://indico.jacow.org/event/89/contributions/8897/>.
2. Development of SC cavities for qubits and quantum memories, Secondo Congresso Nazionale NQSTI (Conferenza); Roma, Italia, 7 Feb. 2025, Nazionale, Orale (Parallela).
3. Updates on plasma electropolishing scaling to large surfaces, TTC2024 Meeting @ESS (Workshop); Lund, Svezia, 11-15 Nov. 2024. Internazionale, Su invito, Orale (Parallela).
4. Plasma Electrolytic Polishing for SRF, 11th International Workshop on Thin Films and New Ideas for Pushing the Limits of RF Superconductivity (TFSRF2024); Università di Parigi-Saclay, Francia, 16–20 Set. 2024. Internazionale, Su invito, Orale (Plenaria), <https://indico.cern.ch/event/1376902/contributions/6111795/>.
5. Recent advancements on Plasma Electrolytic Polishing technique, 10th International Workshop on Thin Films and New Ideas for Pushing the Limits of RF Superconductivity (TFSRF'22) (Workshop); Newport News VA, USA, 19-23 Set. 2022. Internazionale, Su invito, Orale (Plenaria), <https://indico.jlab.org/event/535/timetable>.
6. Plasma electrolytic polishing technology as a modern, powerful, and green way to prepare surfaces for SRF, 9th International Workshop on Thin films applied to Superconducting RF: Pushing the limits of RF Superconductivity (TFSRF'21) (Workshop); Virtuale, Newport News VA, USA, 15-18 Mar. 2021. Internazionale, Su invito, Orale (Plenaria), <https://indico.jlab.org/event/405/contributions/7973>.

d) Contratti, incarichi e finanziamenti

1. *Contratto a tempo determinato, Tecnologo di III liv., bando LNF/T3/25101/PNRR*

Date: 05/2023 – in corso (rinnovato su fondi progetto ISAS dal 12/2025)

Ente: Laboratori Nazionali di Legnaro

Attività svolta: Realizzazione delle cavità 3D Qubit in alluminio puro o in niobio, comprensiva della preparazione e lucidatura superficiale per migliorare il valore Q . Ricerca e sviluppo di nuove soluzioni PEP per cavità risonanti in Cu, Nb e Al.

2. *Assegno di ricerca tecnologica, bando n. 24379/2022*

Date: 06/2022 – 05/2023

Ente: Laboratori Nazionali di Legnaro

Attività svolta: Studio e sviluppo della tecnologia Plasma Electrolytic Polishing (PEP) per l'ottimizzazione di cavità acceleratrici SRF. Finalizzazione di due brevetti relativi a soluzioni elettrolitiche innovative per PEP, come alternativa all'elettrolucidatura classica.

3. *Assegno di ricerca tecnologica, bando n. 20574/2018*

Date: 06/2019 – 06/2022

Ente: Laboratori Nazionali di Legnaro

Attività svolta: Ottimizzazione di procedure chimiche ed elettrochimiche per la preparazione di componenti del DTL di ESS e controllo qualità tramite SEM, EDAX e XRD. Studio della tecnologia PEP e presentazione di una domanda di brevetto per soluzioni elettrolitiche innovative. Sviluppo e applicazione di trattamenti superficiali per substrati di diverse geometrie (cavità 6 GHz, QWR, DTL, cavità aperte, cavità spirale, campioni di QPR).

4. *Borsa di studio bando, n. 19831/2018*

Date: 06/2018 – 06/2019

Ente: Laboratori Nazionali di Legnaro

Attività svolta: Studio di trattamenti chimici ed elettrochimici per cavità acceleratrici a film sottile e componenti per acceleratori di particelle (coupler, finestre RF, etc.). Progettazione e realizzazione di un sistema di sputtering per applicazioni avanzate. Attività svolta su substrati planari e cavità ellittiche a 6 GHz.

5. *Contratto di collaborazione a progetto ("R&D on chemical and electrochemical treatments of metallic materials and surface")*

Date: 04/2017 – 03/2018

Ente: CFR (sede operativa Laboratori Nazionali di Legnaro)

Attività svolta: Ricerca e sviluppo di trattamenti chimici ed elettrochimici per superfici metalliche, con particolare attenzione alla resistenza e alla qualità dei materiali trattati. Lo scopo finale è stata la formazione pratica per operare in un laboratorio chimico, con attività estese di pulizia, *polishing* (chimica, elettrochimica, anodizzazione) e trattamenti termici come l'*annealing* applicate sui componenti per acceleratori.

6. *Contratto di collaborazione a progetto*

Date: 06/2014 – 12/2014

Ente: Collini GmbH (sede operativa Università Tecnica Nazionale dell'Ucraina 'Kyiv Polytechnic Institute')

Attività svolta: Sviluppo di tecnologie per rivestimenti anticorrosivi in lega di nichel, progettati per resistere a climi tropicali aggressivi, con particolare attenzione alla durabilità e alle proprietà meccaniche.

e) **Ruoli di responsabilità e/o coordinamento scientifico tecnologico e/o di responsabilità organizzativa**

1. *Attività di Ricerca e sviluppo nel reparto di Trattamenti Chimici all'interno del Servizio Tecnologia delle Superfici e Superconduttività presso INFN LNL*

- **Date:** 2019 – oggi

- **Procedura di attribuzione:** Designazione da parte del responsabile di servizio dott. Giorgio Keppel, confermato dal successore dott. Cristian Pira.
- **Attività svolta:** Organizzazione dell'attività di R&D nel laboratorio di chimica, prevedendo la gestione di 1-3 persone presenti al laboratorio (studenti, tesisti, masteristi, borsisti, ecc.). Preparazione del personale per lo svolgimento dei trattamenti chimici ed elettrochimici, formazione sulla sicurezza in chimica, coordinamento attività dei task di preparazione superficiale dei progetti attivi.

2. *Membro del comitato organizzatore locale del "iSAS First Annual Meeting"*

- **Date:** 12–14/03/2025
- **Attività svolta:** Gestione e supervisione tecnica dell'infrastruttura audio-video e dello streaming, inclusa la regia delle presentazioni durante le sessioni plenarie e parallele. Inoltre, progettazione CAD e produzione tramite stampa 3D di gadget personalizzati specifici per l'evento.

3. *Coordinatore di stage presso INFN LNL*

- **Date:** 06/2022
- **Attività svolta:** Coordinamento di gruppo di studenti nello stage "Trattamenti di superficie per la ricerca e l'industria" presso INFN LNL. Supervisione delle attività tecniche e formative, organizzazione del tempo/lavoro e formazione sulla sicurezza.

4. *Tutor di tirocinanti universitari*

- **Date:** 04/2022 – 09/2022
- **Attività svolta:** Tutoraggio dello studente Federico Valerio, tirocinante dell'Università di Padova. Supporto nelle attività di ricerca e sviluppo nel campo dei trattamenti superficiali. Coordinamento e organizzazione dell'attività pratica nel laboratorio di chimica, con particolare attenzione alla preparazione delle cavità acceleranti.

5. *Supervisione di studenti UniPD in corsi di Master e di PhD*

- **Date:** 2019 – 2025
- **Attività svolta:** Supervisione dell'attività pratica in laboratorio chimico, supporto alla stesura degli elaborati, formazione tecnica, caratterizzazione e analisi dati (5 studenti di Master e 1 attuale dottorando UniPD, 2024-2025).

6. *Membro del comitato organizzatore del workshop internazionale "Thin Films and New Ideas for Pushing the Limits of RF Superconductivity"*

- **Date:** 08/10/2018 – 10/10/2018
- **Attività svolta:** Pianificazione e gestione dei partecipanti durante il VIII workshop tenutosi presso i Laboratori Nazionali di Legnaro (INFN). Preparazione dei materiali espositivi e formativi utili all'organizzazione delle giornate e alla gestione dei partecipanti.

f) Trasferimento tecnologico, comunicazione della scienza, terza missione

- *Elenco dei brevetti e risultati nell'ambito del trasferimento tecnologico.*

1. **Brevetto** INFN, al 60% 'Chemical solution suitable for polishing niobium and alloys thereof by plasma electropolishing', WO2023218390A1, 16/11/2023.

Il candidato ha messo a punto la tecnologia di elettrolucidatura al plasma, trovando una ricetta adatta alla lucidatura del niobio senza l'impiego di acidi tossici e pericolosi (come l'acido fluoridrico), utilizzando una soluzione acquosa di due sali. La soluzione originale è stata brevettata, rendendo l'elettrolucidatura più efficiente (rugosità inferiore rispetto ai metodi classici), più veloce fino a 10 volte e potenzialmente riducendo significativamente i costi di questa operazione, riducendo il trattamento da 9-15 ore a 3 ore. Gli ambiti di applicazione includono non solo la preparazione dei componenti per acceleratori, ma anche settori applicativi come la medicina e la gioielleria.

2. **Brevetto** INFN, al 60% 'Chemical solution containing phosphates suitable for polishing copper and its alloys by plasma electrolytic polishing', WO2024157150A1, Aug. 02, 2024.

Il candidato ha trovato la composizione della soluzione elettrolitica originale, utilizzando vari composti basati sul fosforo, che permettono la lucidatura di rame, leghe di rame, nichel e alcuni acciai. I vantaggi di questa soluzione includono l'elettrolucidatura al plasma (PEP), la versatilità verso diversi metalli e la semplicità della composizione brevettata.

3. **Brevetto** INFN, al 60% 'Chemical solution containing sulfamic acid and hydrogen peroxide suitable for polishing copper and its alloys by plasma electrolytic polishing', WO2024184764A1, Sep. 12, 2024.

Il candidato ha scoperto la possibilità di utilizzo e poi ha ottimizzato un gruppo di sostanze come soluzione elettrolitica per l'elettrolucidatura al plasma, lucidando una serie di metalli: rame, acciaio, nichel. La velocità di rimozione supera fino a 30 volte la classica elettrolucidatura e la superficie risulta estremamente lucida, con rugosità inferiore fino a Ra di 8 nm. Inoltre, i vantaggi descritti non presentano difficoltà legate a ossidazioni indesiderate, che possono verificarsi con le soluzioni comunemente disponibili in letteratura. Attualmente, utilizzando questo brevetto, è stata preparata la prima cavità 1.3 GHz di rame nell'agosto 2024, aprendo possibilità di collaborazione con il CERN per lo sviluppo e la possibile applicazione nel progetto FCC-ee.

4. **Invenzione approvata** dal Comitato Nazionale per il Trasferimento Tecnologico (CNTT) – Soluzione elettrolitica monocomponente per l'elettrolucidatura al plasma di componenti in rame, acciaio e leghe di zinco, nichel, cromo e altri metalli, inclusi quelli prodotti mediante manifattura additiva (Comunicazione di Invenzione presentata all'Ufficio TT INFN, contributo 60%, 22/11/2025).

Il candidato ha sviluppato una formulazione ad alto potenziale di industrializzazione, che presenta una serie di vantaggi competitivi: (1) è una soluzione monocomponente (semplificazione del processo); (2) è efficace su una vasta gamma di metalli con caratteristiche chimico-fisiche distinte; (3) è applicabile con successo su componenti da Manifattura Additiva, garantendo risultati superiori rispetto ai brevetti attualmente nel portafoglio INFN e un'efficienza nettamente superiore alle formulazioni note in letteratura.

- *Elenco dei seminari, lezioni, articoli, video e prodotti diversi di comunicazione della scienza, singoli o nell'ambito di manifestazioni più ampie.*

1. **Guida** del laboratorio LNL per studenti superiori e medie, 05/04/2023; 27/04/2023, partecipanti: 3 gruppi da circa 20-30 persone (totale: 80);
Attività: guida e presentazione divulgativa.
2. **Partecipazione alla fiera** dell'innovazione "Innovation Fair", organizzata da UniSMART, 08/06/2023, partecipanti ~ 150 persone.
Attività: Promozione delle attività scientifiche applicate, in particolare della tecnologia PEP, con presentazione al pubblico di campioni, materiali espositivi, e discussioni sulle possibili collaborazioni TT.
3. **Il video divulgativo** delle attività scientifiche del Servizio Tecnologie delle Superfici e Superconduttività dei LNL e promozione del master universitario di primo livello, 25/09/2020, raggiunti: ~ 300 persone;
Attività: acquisizione, montaggio, scenario della parte scientifica del video, partecipazione nel video, dimostrazione delle tecnologie innovative dei trattamenti superficiale al vivo.

- *Elenco di attività di docenza, formazione specialistica e collaborazione con atenei.*

1. **Seminario** "Surface Treatments for SRF Cavities: Challenges, Results, and Future Prospects", 04/06/2025, 2 ore, partecipanti: tra 30 e 50 colleghi di LNL, <https://agenda.infn.it/event/46610/>.
2. **Seminario online** "SQMS Physics and Sensing Seminar", 02/11/2023, partecipanti tra 70 e 80 professionisti del settore SRF appartenenti a Fermilab, NIST, INFN e Northwestern University.
3. **Seminario** per il Master di I livello "Sustainable technologies for materials and surface treatments for industrial applications", 07/03/2024, 2 ore, partecipanti: 7 studenti. Argomento: Introduzione al Plasma Electrolytic Polishing (PEP).
4. **Laboratorio** di elettrochimica per il master di I livello "Surface Treatments For Industrial Applications", (dal 2022 ad oggi). Corso di 24 ore, partecipanti: 5 studenti anno in media.

g) Eventuali altre informazioni che il candidato ritenga utili alla valutazione della sua attività

1. **Peer review** E. Chyhyrynets, 'Referee report. For: Plasma electrolytic polishing of additively manufactured metal parts: Optimizing the post processing workflow [version 1; peer review: 2 approved with reservations]', 2024, doi: [10.21956/OPENRESEUROPE.18265.R43400](https://doi.org/10.21956/OPENRESEUROPE.18265.R43400).

2. **Student Grant Program** – della conferenza 21st International Conference on Radio-Frequency Superconductivity (SRF'2023). Il candidato è stato selezionato tra numerosi partecipanti per il Student Grant Program nell'ambito della conferenza SRF'2023. Requisiti per l'assegnazione: rilevanza del progetto di ricerca presentato, qualità dell'abstract inviato, lettera di supporto del supervisore, e criteri di merito stabiliti dal comitato scientifico.