

Crystal-based positron source for FCC-ee

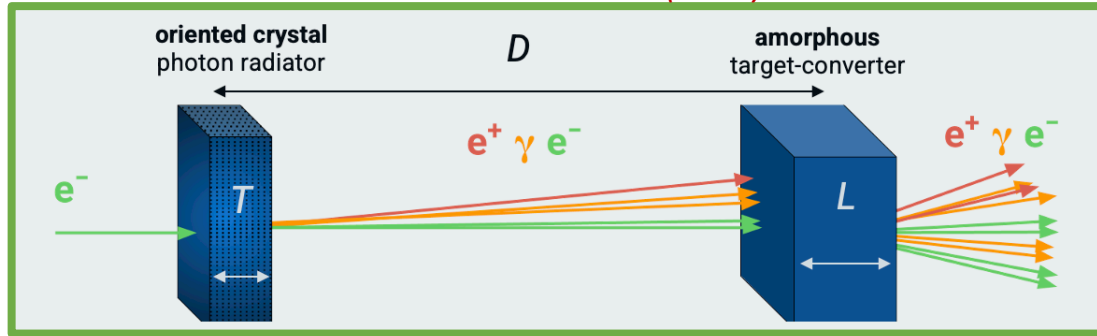
Ongoing Activity 2025

Collaboration with the **FCC-ee Injector Studies Group** (I. Chaikovska, IJCLab)



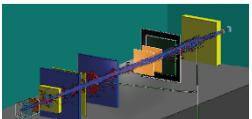
FCC-ee injector full chain simulation: e^+ yield before the dumping ring

L. Bandiera et al., Eur. Phys. J. C (2022) 82:699
M. Soldani NIM A 1058 (2024)



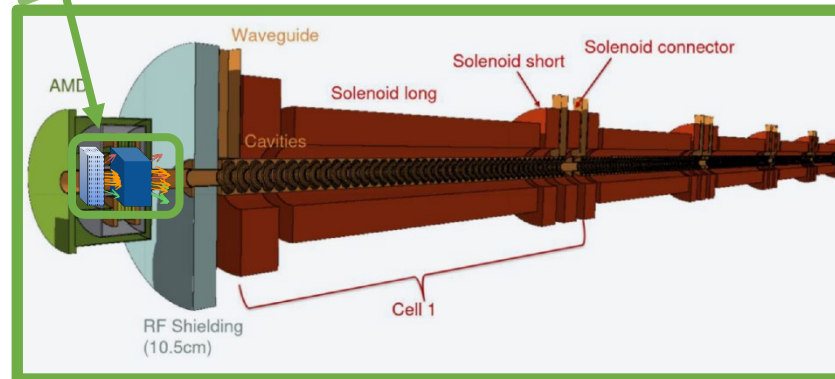
The **whole hybrid positron source** setup was simulated through Geant4 toolkit taking advantage of **GeantG4ChannelingFastSimModel**

A. Sytov, L. Bandiera et al. JKPS 83 (2023)



Collaboration with the **FCC-ee Injector Studies Group** (I. Chaikovska, IJCLab)

MoU signed between INFN Ferrara and IJLab in Sept. 2022



After the positron source, the pair is captured in the injector system.

The simulation stages are simulated with the framework **RF-Tracking**

- Adiabatic Matching Device (AMD)
- RF cavity
- Positron Linac

Contribution from INFN Ferrara and Naple (people cofinanced by the e+BOOST PRIN2022-2022Y87K7X)

Crystal-based positron source for FCC-ee

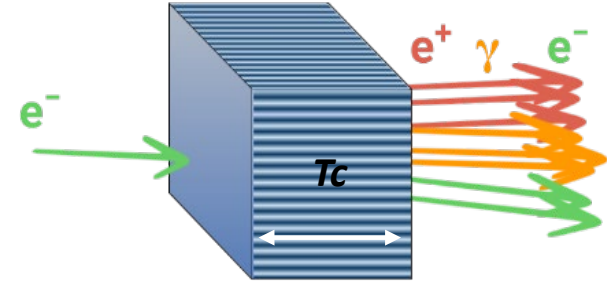
Ongoing Activity 2025

Collaboration with the **FCC-ee Injector Studies Group** (I. Chaikovska, IJCLab)



FCC-ee injector full chain simulation: e^+ yield before the dumping ring

L. Bandiera et al., Eur. Phys. J. C (2022) 82:699
M. Soldani et al, NIM A 1058 (2024)
F. Alharty et al, NIM A (2025)



Simulation studies with the new energy of e^- @2.86 GeV converge to a total W thickness of about **12 mm ($\sim 3.4 X_0$)**, performances of a **single thick crystal**

compared to conventional, with a minimal change in the design (i.e. the substitution of the target from amorphous to crystalline)

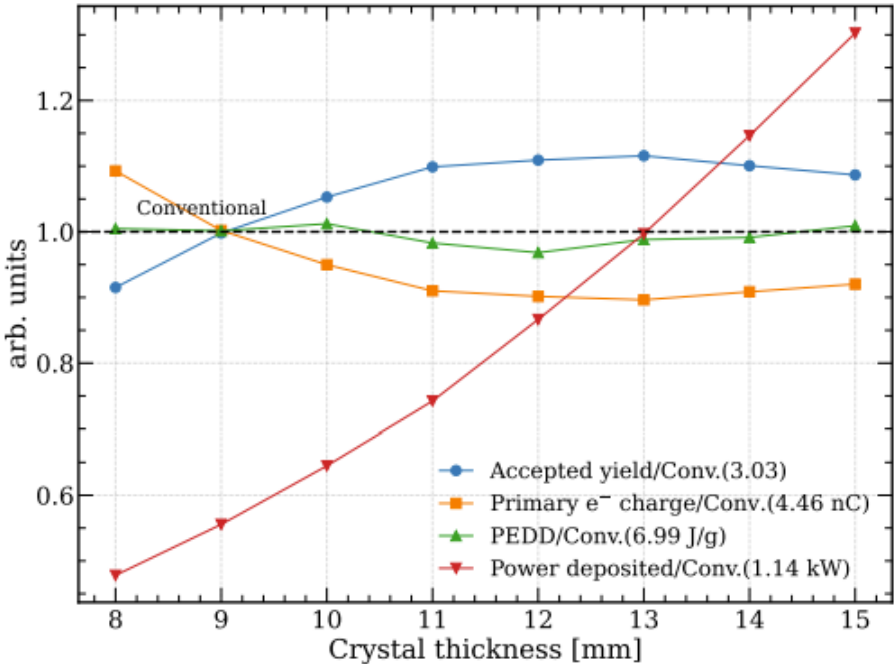
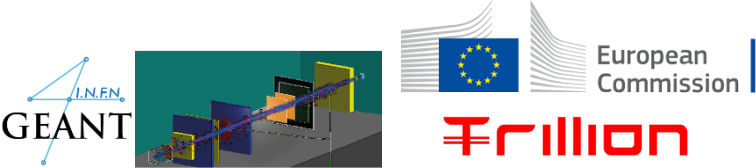


Table 3: Summary of the FCC-ee e^+ source optimization results.

Parameter	Conventional	Crystal-based
Target thickness [mm]	15	12
e^+ production rate	7.1	7.6
Accepted yield at the DR	3.03	3.36
Primary e^- bunch charge [nC]	4.46	4.0
Deposited power in the target [kW]	1.14	0.98
PEDD in the target [J/g]	6.99	6.76



Contribution from INFN Ferrara and Naples (people cofinanced by the **e+BOOST PRIN2022-2022Y87K7X**)

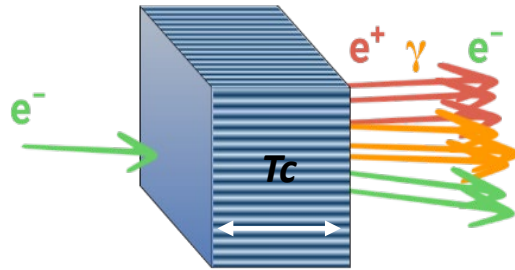


Crystal-based positron source for FCC-ee

Ongoing Activity 2025 (towards conceptual design)

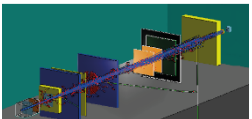


Test @CERN PS ongoing in the single configuration at CERN PS with 2.86 GeV electrons in June 2025



Simulation studies converge to a total W thickness of about **12 mm** ($\sim 3.4 X_0$), performances of a **single thick crystal**

Mechanical workshop contribution in shaping the W conventional target (15 mm)



Contribution from INFN Ferrara, MiB and LNL (activity cofinanced by the e+BOOST PRIN2022-2022Y87K7X)



Attività' WP Acceleratore 2026

Conceptual Design Study per sorgente a cristalli per FCC-ee è in uno stadio avanzato.

Prossimi passi:

- **Proof-of-principle all'esperimento CHART P³ al PSI** (probabile test sorgente a cristalli nel 2027, dopo il test della sorgente convenzionale – preparazione proposta in Corso per CHART con ICJLab e con altri gruppi INFN (MI A. Bacci; MIB, LNL&NA coinvolti)

Obiettivi INFN Ferrara nel 2026:

- Caratterizzazione cristallografica delle targhette cristalline post irraggiamento con HR-XRD a Ferrara (nel caso in cui siano deattivate - attualmente sono conservate dalla radioprotezione di Mainz University-MAMI);
- Finalizzazione del compact design study for FCC-ee
- Sviluppo di un sistema di orientazione dei cristalli compatibile con l'inserimento del target nel SC solenoid (Flux concentrator) del sistema di cattura dei positroni
- Design e implementazione della full simulation della sorgente nell'injector per l'upgrade del progetto CHART P3 al PSI;



Richieste preliminari Ferrara WP Acceleratore 2026

Missioni (16 keuro):

- 2 keuro. Missioni a ESRF
- 4 keuro. Missioni al PSI per implementazione upgrade di CHART Injector (2 persone 2 visite 3 gg ciascuna)
- 6 keuro. Missioni a MAMI per test irraggiamento targhette con IJCLab

Materiale (17 keuro):

- 15 keuro: Sistema di autocollimazione laser.
 - Per allineare l'asse del cristallo al fascio con accuratezza inferiore al mrad, è solitamente necessario un goniometro. Un goniometro è incompatibile con la soluzione attuale di FCC in cui il convertitore è posizionato all'interno del magnete. Per realizzare una sorgente di e^+ a cristalli (più performante e sostenibile), bisogna realizzare un sistema di allineamento dell'asse cristallografico che non utilizzi un goniometro, ma che sia basato su una cerniera flessionale, solidale al supporto del cristallo, abbinata ad un autocollimatore laser che fornisce una scala di misura della posizione angolare del cristallo rispetto al fascio. Per dimostrare la fattibilità del metodo alle linee estratte del PS, tale strumento di misura verrà autocostruito basandosi sull'esperienza già acquisita in passato. Uno strumento equivalente di natura commerciale avrebbe costi molto più elevati.
- 2 keuro: Lavorazioni meccaniche per realizzazione cerniera flessionale per allineamento cristallo, e componentistica meccanica di precisione per montaggio ed allineamento cristallo

Servizio di progettazione e officina meccanica:

Richiesta di supporto nella progettazione/realizzazione di holder per i test di irraggiamento e per futuri test al PSI, oltre all'eventuale shaping di nuovi convertitori convenzionali.