

Esperimento TDLAP

Target Diagnostics for **LA**ser **P**lasmas (2016-2018)

Aspetti fondamentali per:

Accelerazione di protoni e ioni

Emissione di protoni da target bulk, film sottili, plastici, gassosi (Adroterapia,

Fusione inerziale, Positron Emission Tomography, PET

-Ecc.

TDLAP

L'esperimento è l'evoluzione dei precedenti esperimenti:
Plaia, Platone, Lilia e ELI-MED

La direzione principale è di ottenere acceleratori compatti
utili per applicazioni mediche e nucleari, ma
nell'interazione laser-materia si celano un'infinità di
fenomeni sconosciuti

TDLAP

- **COLLABORAZIONI:**
- **Laboratori Nazionale del Sud, Catania, L. Torrisi, M. Cutroneo, Ceccio, D. Giulietti,.....,**
- **Laboratorio di Elettronica Applicata e Strumentazione, Dipartimento di Matematica e Fisica, Lecce, G. Buccoleri, D. Delle Side, V. Nassisi, E. Giuffreda, M. Di Giulio.....**
- **Laboratori Nazionali Gran Sasso, L'Aquila, L. Palladino, M. Di Paolo Emilio,.....**

- **LNF, laser FLAME, D. Giulietti**
- **ENEA, Laser ABC, R. De Angelis**

- **-J. Krasa:**
- **Institute of Physics of Prague (ASCR) Pals, Czech Rep.**
- **-M. Rosinski, J. Wolowski:**
- **Institute of Plasma Physics and Laser Microfusion (IPPLM), Varsaw, Poland**
- **D.,. Batani: Lab CELIA Bordeaux**
- **Laboratori nazionali partecipanti: LNF, ENEA-Frascati**
- **Laboratori esteri: IPPLM -Varsavia, CELIA-Bordeaux, PALS-Praga.**

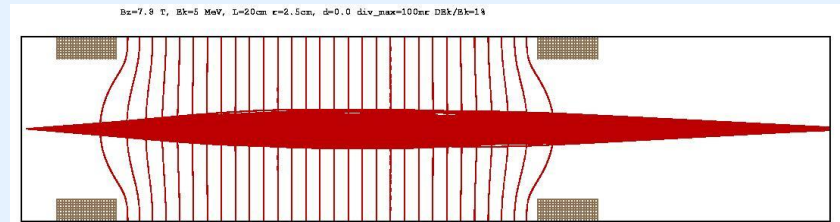
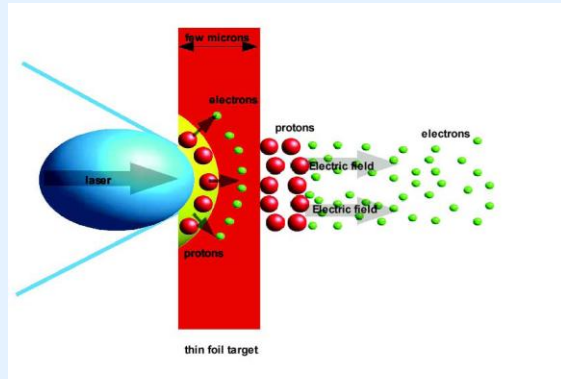
TDLAP

- Target:
 - **Bulk**
 - **Film**
 - **Gassosi**
 - **Film idrogenati**
 - **Plastici**
 - **Bulk e Film drogati**
-
- Diagnostica:
 - **Faraday cup mobili con barriera di soppressione**
 - **Bobine integrative**
 - **Spettrometro a parabola di Thomson**
 - **Film radiocromici**
 - **Antenne**
 - **Corrente di Target**

TDLAP

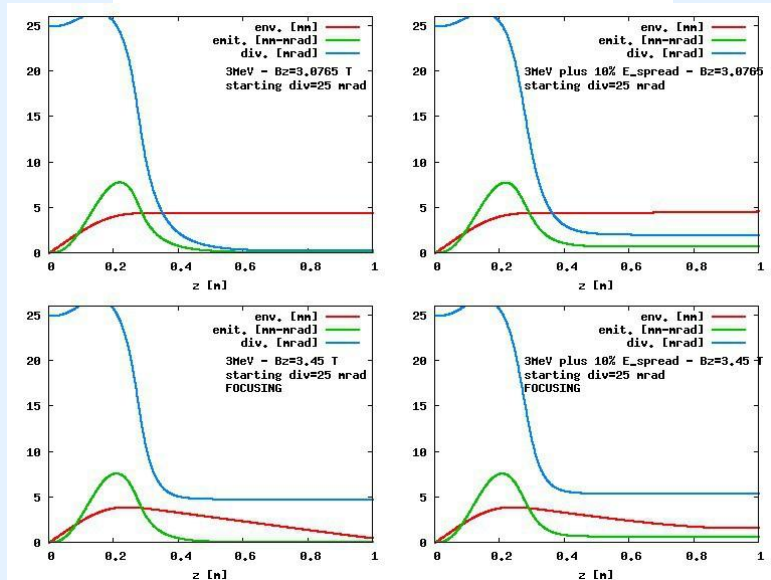
Target Diagnostics for LASER Plasmas

- R. A. Snavely et al., *Phys. Rev. Lett.* 85, 2945, (2000),
- 3×10^{20} W/cm² protoni fino a 58 MeV



Simulazioni del trasporto:

- Aladyn
- Simion
- calcoli di massima



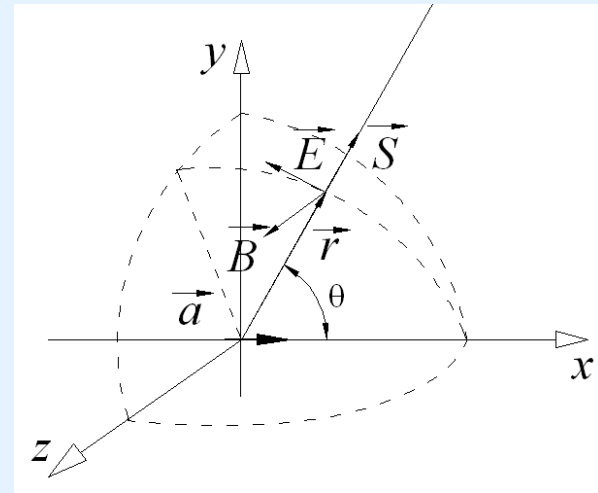
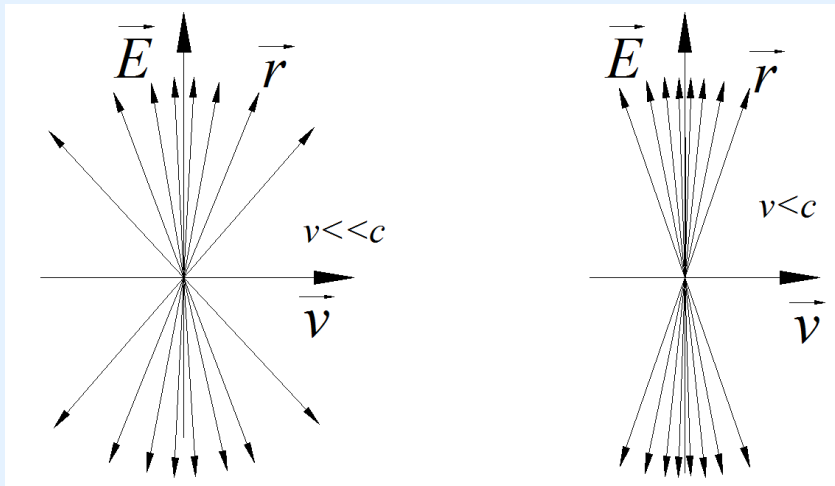
-I° Il laser incidendo sulla superficie della targhetta, esercita una pressione che risulta in un campo elettrico FSA (Front Surface Acceleration).

-II° l'interazione alla superficie produce una popolazione di elettroni relativistici in grado di propagarsi all'interno del bersaglio ed espandersi nel vuoto, oltre la seconda superficie. TNSA (Target Normal Sheath Acceleration)

-III° Per target bulk gli elettroni accelerati formano un campo accelerante per gli ioni (Larmor)

TDLAP

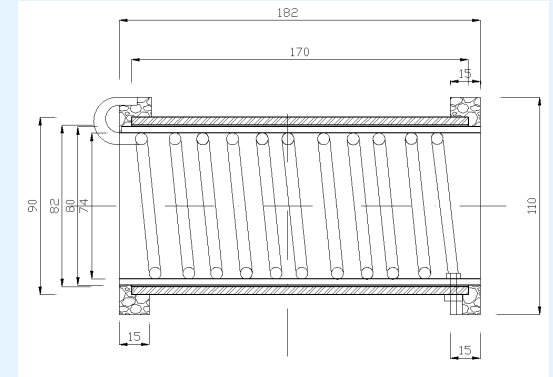
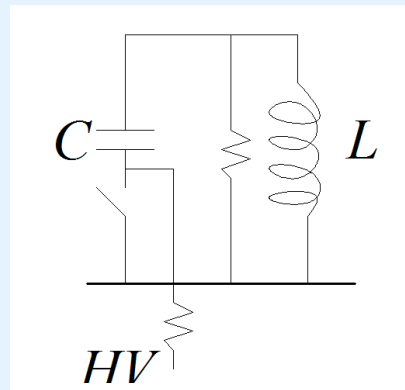
Target Diagnostics for **L**As**E**r **P**lasmas



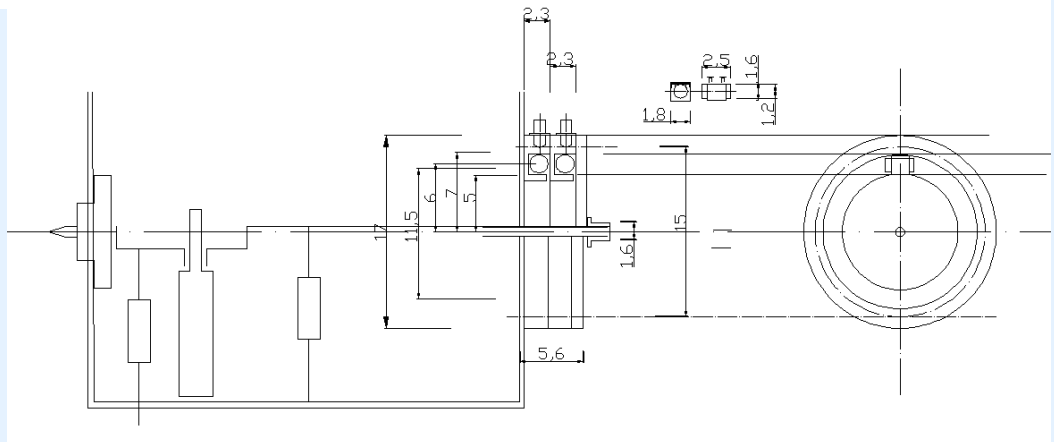
$$E(r,t) = -\frac{qa(t') \sin \vartheta}{4\pi\epsilon_0 rc^2}$$

$$E(r,t) = -\frac{\Delta l}{4\pi\epsilon_0 rc^2} \frac{dl(t)}{dt'} \sin \vartheta$$

-

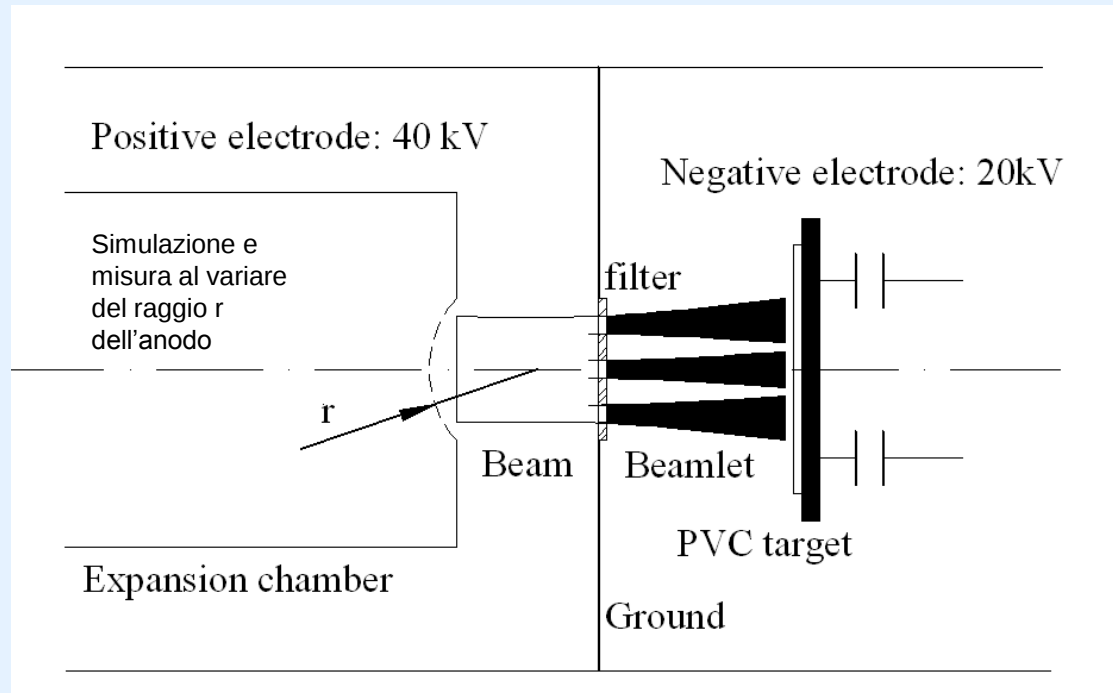


- $I_0 = V_0/Z$
- $Z = \text{RAD}(L/C)$
- $V_0 = 10000 - 40000 \text{ V}$
- $I = 2300 - 9300 \text{ A}$
- $B = 0.2 - 1 \text{ T}$
- $T = 4 \cdot 10^{-6} \text{ s}$



Emittance measurement

$$\varepsilon_{nx} = \beta\gamma\varepsilon_x$$



Emittance

Measurements

$$\varepsilon = \frac{1}{\pi} \int_{\Gamma} dr dp$$

$$\begin{aligned}\varepsilon &= 0.22 \pi \text{ mm mrad} \quad (\text{Cu}) \\ \varepsilon &= 0.12 \pi \text{ mm mrad} \quad (\text{Y}) \\ \varepsilon &= 0.09 \pi \text{ mm mrad} \quad (\text{Ag})\end{aligned}$$

Positive electrode: 40 kV

Negative electrode: 20kV

filter

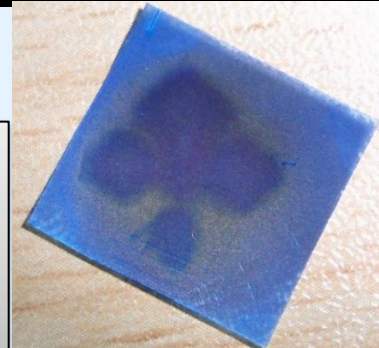
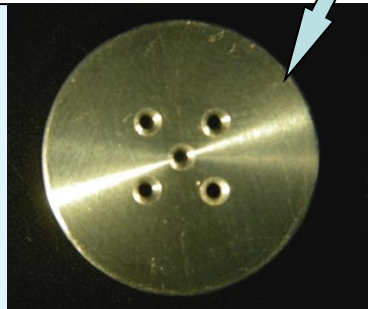
Beam

Beamlet

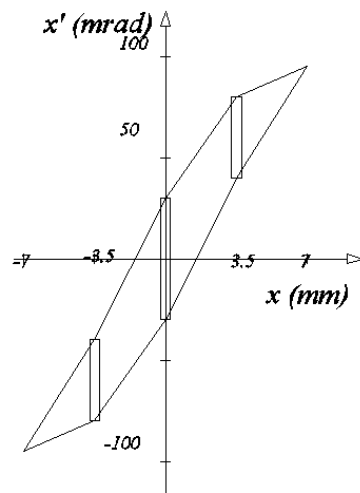
PVC target

Ground

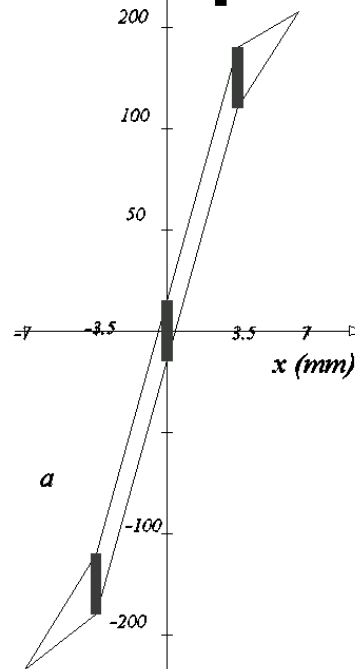
Expansion chamber



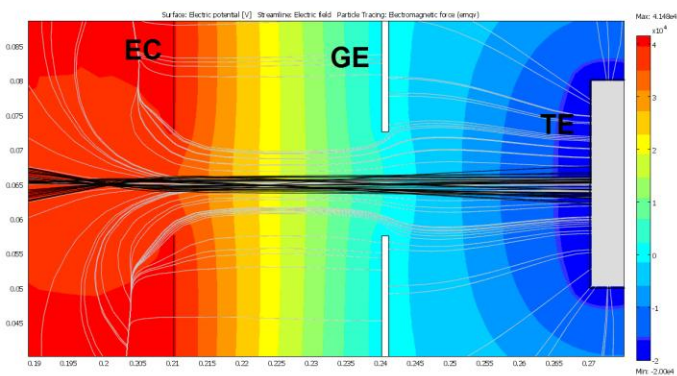
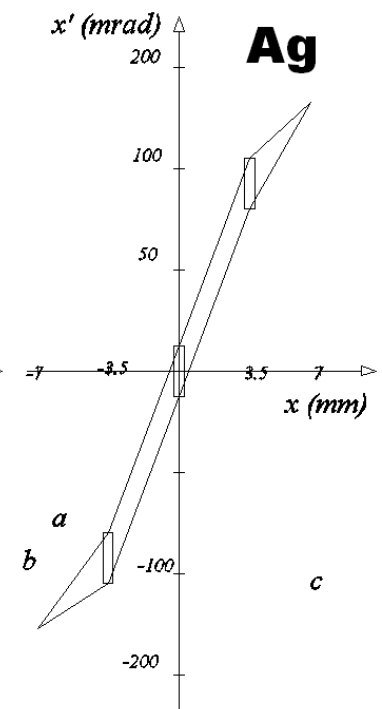
Cu



Y

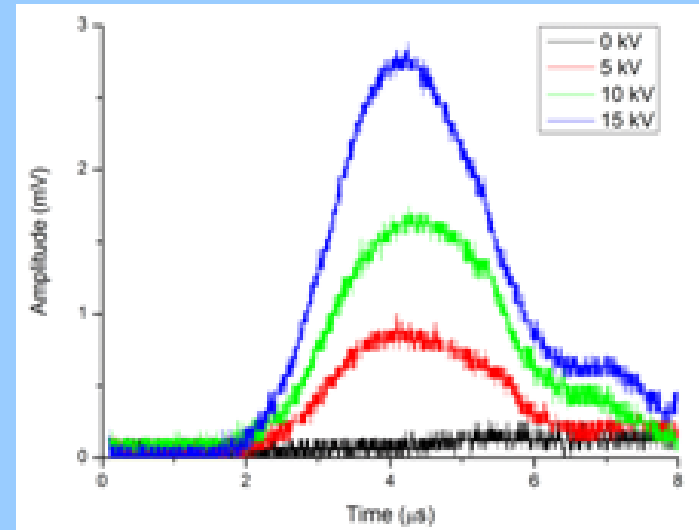
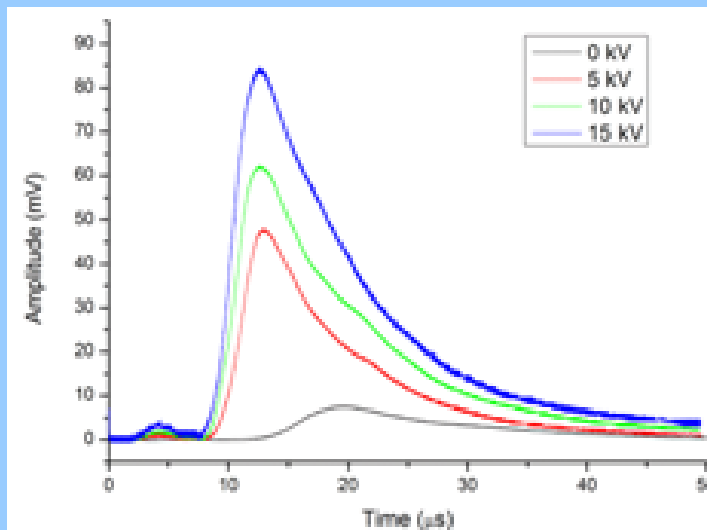


Ag



Produzione di protoni

- Target in atmosfera di H_2
- Target idrogenati (TiH_2 , CaH_2)



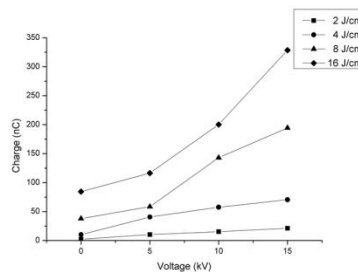
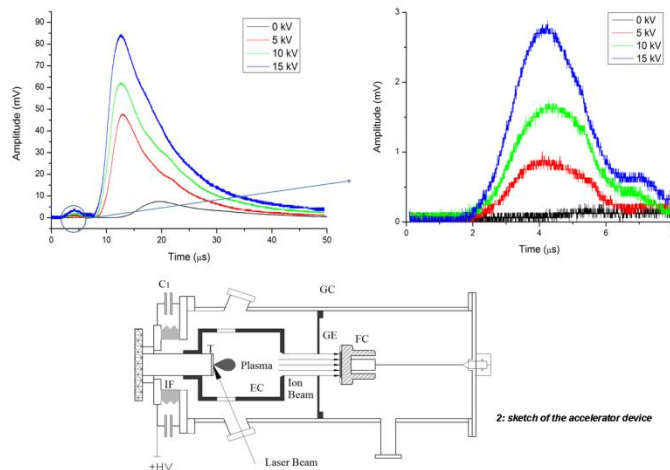


Fig. 4: total extracted charge

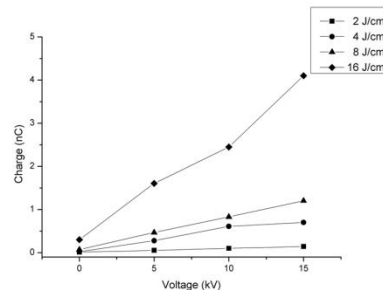


Fig. 5: extracted proton charge

CONCLUSIONS

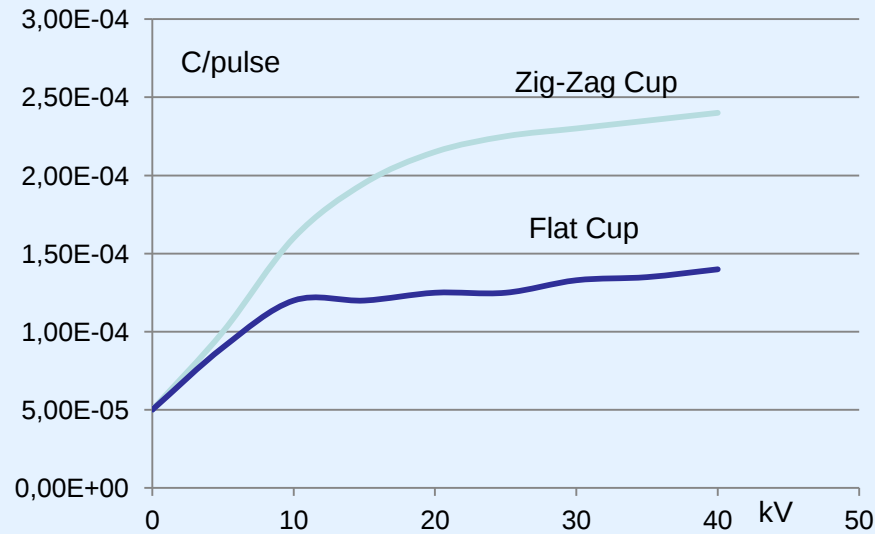
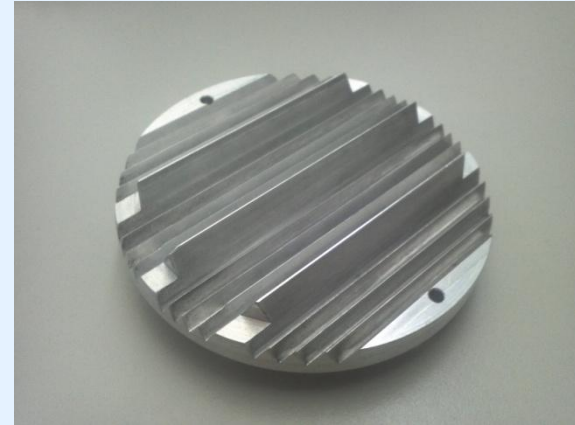
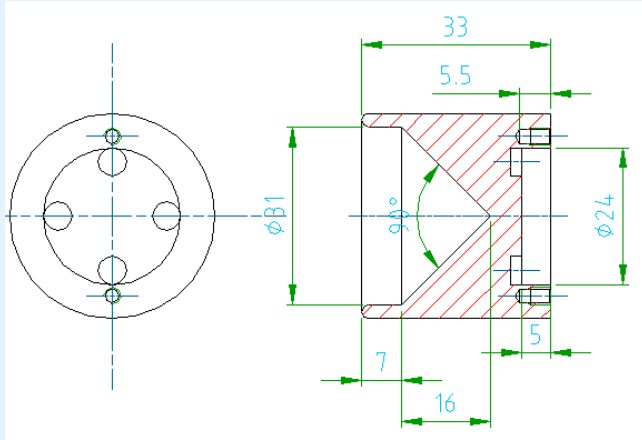
TiH_2 targets are a promising source of ions via laser ablation.

Their use is very interesting since it is very easy to obtain them via compression of the TiH_2 powder.

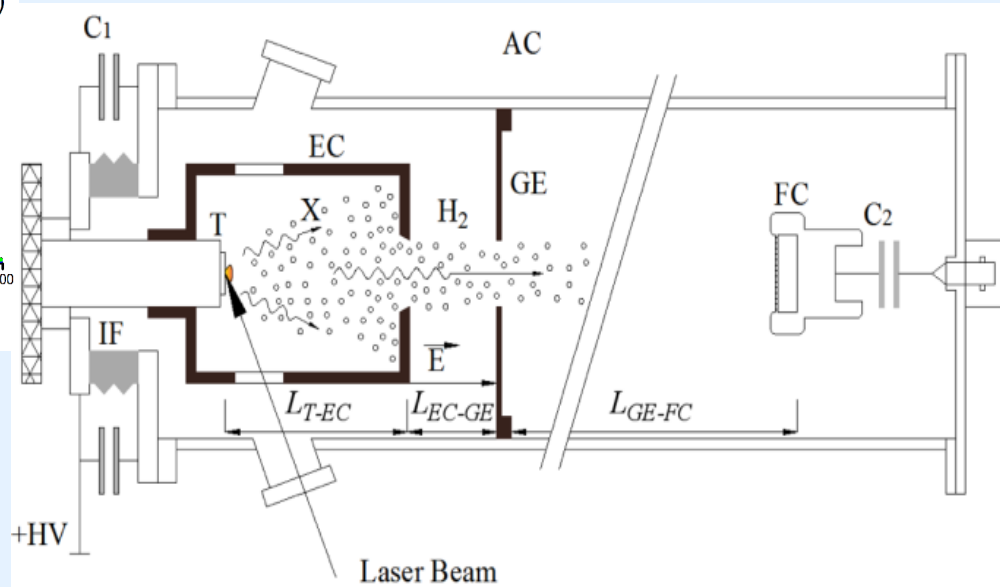
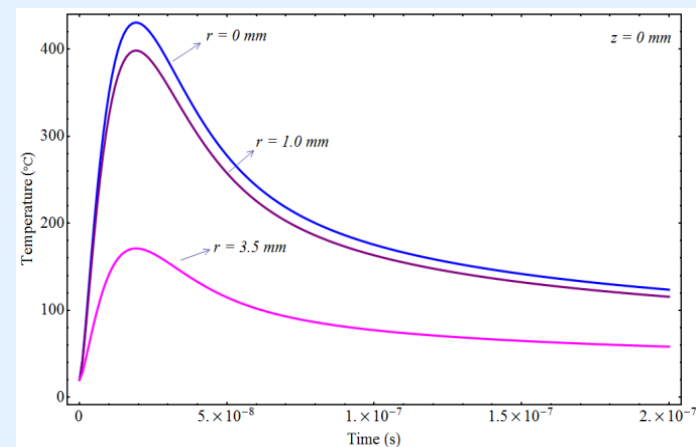
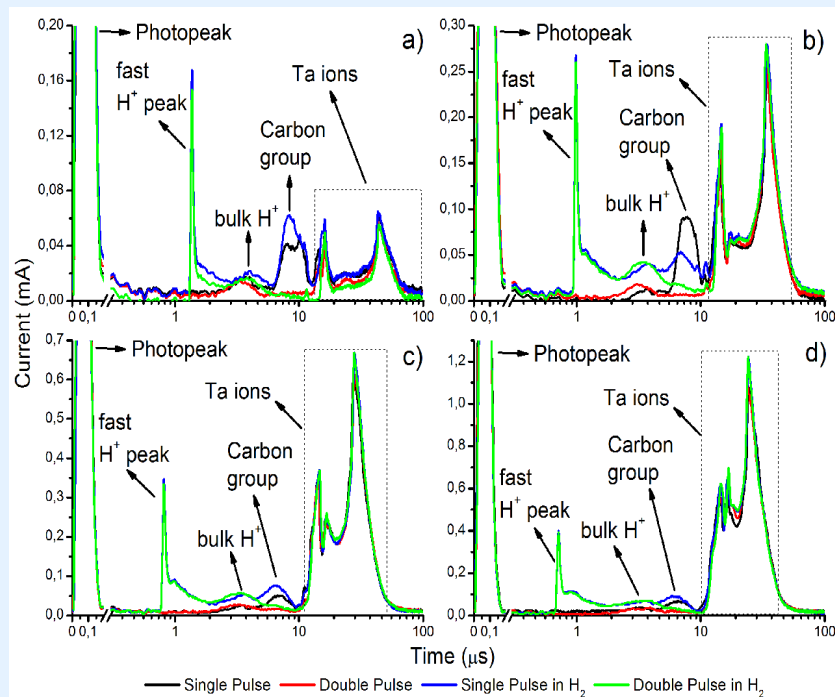
The study of the products of the laser ablation deserve more attention, since the spectra obtained from FC reveal peaks of difficult interpretation.

The use of mass spectrometry could shed light on the signals collected by FC.

Diagnostica elettromagnetica

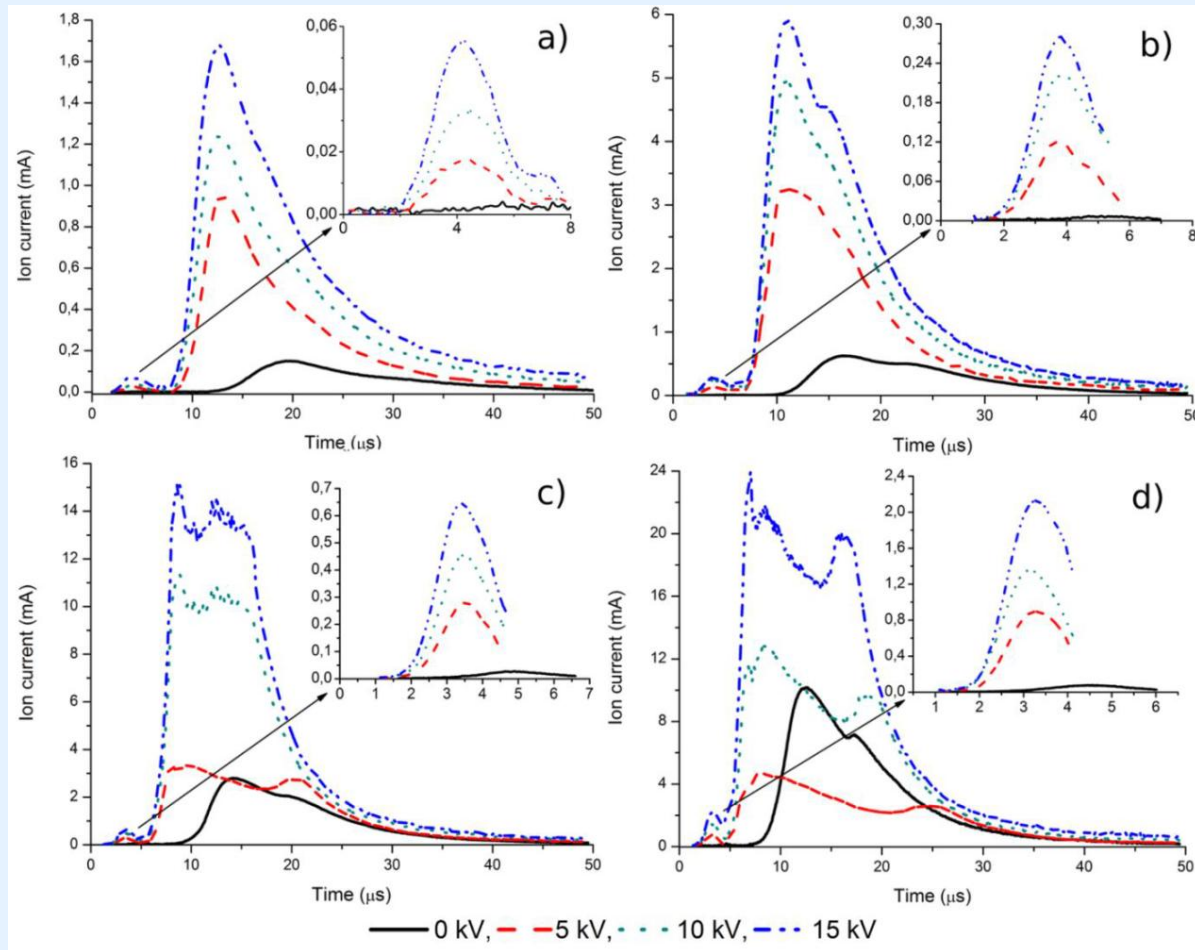


TDLAP



$$\Delta E/E = 6-11\%$$

TDLAP



Publicazioni del gruppo 2014/15

L. Velardi, D. Delle Side, J. Krása, V. Nassisi, “Proton extraction from transition metals using Platone” *Nucl. Instrum. Meth. A* **735**, 564-67 (2014) 10.1016/j.nima.2013.10.013

S. Agosteo, M.P. Anania, C. De Martinis, D. Delle Side, A. Fazzi, G. Gatti, D. Giove, D. Giulietti, L. Gizzi, L. Labate, P. Londrillo, V. Nassisi, A. Pola, S. Sinigardi, G. Turchetti, V. Varoli, L. Velardi, “The LILIA (Laser Induced Light Ions Acceleration) experiment at LNF”, *Nucl. Instrum. Meth. B* **331**, 15-19 (2014).

L. Velardi, Delle Side, J. Krasa, V. Nassisi, “Proton extraction by laser ablation of transition metals” *Nucl. Instrum. Meth. B* **331**, 20-22 (2014).

Krásá, J., Parys, P., Velardi, L., Velyhan, A., Ryć, L., Delle Side, D., Nassisi, V., “Time-of flight spectra for mapping of charge density of ions produced by laser” *Laser and Particle Beams*. **32**, 15-20 (2014)
doi:10.1017/S0263034613000797

Velardi, L., Delle Side, D., Nassisi, V. “Emittance dependence on anode morphology of an ion beam provided by laser ablation” *Nucl. Instrum. Meth. B* **331**, 23-26 (2014).

Delle Side, D., Nassisi, V., Giuffreda, E., Velardi, L., Alifano, P., Talà, A., Tredici, S.M. “Highly antibacterial UHMWPE surfaces by implantation of titanium ions”. *Instrum. Meth. B* **331**, 172-175 (2014)

Talà A., Delle Side D., Buccolieri G., Tredici S.M., Velardi L., Paladini F., De Stefano M., Nassisi V., Alifano P. “Exposure to static magnetic field stimulates quorum sensing circuit in luminescent *Vibrio* strains of the *Harveyi* clade” *PLoS ONE*, **9** (6), e100825 (2014)

Delle Side, D., Nassisi, V., Giuffreda, E., Velardi, L., Alifano, P., Talà, A., Tredici, S.M. “Antibacterial properties of composite UHMWPE/TiO₂ surfaces” *Appl Phys A*, **117** pp. 1-6 (2014)

Pöml, P., Belloni, F., D'Agata, E., Colineau, E., Morgenstern, A., Griveau, J.-C., Rondinella, V.V., Repnow, R., Nassisi, V., Benneker, P.B.J.M., Lapetite, J.-M., Himbert, J. “Comparison of the α -decay half-life of Po 210 implanted in a copper matrix at 4.2 and 293 K”, *Phys Rev C*, **89** (2), 024320 (2014)

Krásá, J., Velardi, L., Lorusso, A., Delle Side, D., Nassisi, V., “Distance-of-flight spectra of charge density of ions generated with a low laser intensity”, *Journal of Physics: Conference Series*, **508** (1), 012004 (2014)

Pubblicazioni del gruppo 2014/15

De Marco, M., Pfeifer, M., Krousky, E., Krasa, J., Cikhardt, J., Klir, D., Nassisi, V., “Basic features of electromagnetic pulse generated in a laser-target chamber at 3-TW laser facility PALS”, Journal of Physics: Conference Series, 508 (1), 012007 (2014)

Velardi, L., Delle Side, D., Nassisi, V., “On the Emittance dependence on anode morphology of laser induced ion beams”, Journal of Physics: Conference Series, 508 (1), art. no. 012005 (2014)

Delle Side, D., Bozzetti, M.P., Friscini, A., Giuffreda, E., Nassisi, V., Specchia, V., Velardi, L., “A pulsed magnetic stress applied to Drosophila melanogaster flies”, Journal of Physics: Conference Series, 508 (1), 012031 (2014)

Delle Side, D., Krása, J., Nassisi, V., Velardi, L., “Quasi-monoenergetic proton beams by laser-plasma X-rays”, Journal of Physics: Conference Series, 508 (1), 012003 (2014)

Buccolieri, G., Nassisi, V., Torrisi, L., Buccolieri, A., Castellano, A., Di Giulio, M., Giuffreda, E., Delle Side, D., Velardi, L., “Analysis of selective laser cleaning of patina on bronze coins” Journal of Physics: Conference Series, 508 (1), 012032 (2014)

Nassisi, V., Giulietti, D., Torrisi, L., Delle Side, D., “Preface”, Journal of Physics: Conference Series, 508 (1), 011001 (2014)

Giuffreda, E., Velardi, L., Delle Side, D., Paladini, F., Nassisi, V., “High magnetic pulse by solenoids for intense ion beam transport”, Journal of Physics: Conference Series, 508 (1), 012022 (2014)

Delle Side, D., Nassisi, V., Giuffreda, E., Velardi, L., Alifano, P., Talà, A., Tredici, S.M., “An antibacterial coating obtained through implantation of titanium ions”, Journal of Physics: Conference Series, 508 (1), 012029 (2014)

Nassisi, V., Delle Side, D., Velardi, L., Buccolieri, G., De Benedittis, A., Paladini, F., “A study of the secondary electrons yield produced by laser induced ions on Faraday cups as a function of beam angle”, Journal of Physics: Conference Series, 508 (1), 012021 (2014)

Delle Side, D., Nassisi, V., Velardi, L., “A proton source via laser ablation of hydrogenated targets”, Journal of Physics: Conference Series, 508 (1), 012013 (2014)

D. Delle Side, E. Giuffreda, V. Nassisi and L. Velardi “A proton source via laser ablation of hydrogenated targets”, Atti del IV Workshop Plasmi, Sorgenti Biofisica ed Applicazioni, Lecce, 17-18 Ottobre 2014, Edizione Coordinamento SIBA, ISBN 978-88-8305-107-4, pag. 1-6 (print version), (2015)

Pubblicazioni del gruppo 2014/15

G. Buccolieri, V. Nassisi, D. Delle Side, E. Giuffreda, M. Marabelli, A. Buccolieri, V.N. Iacobellis, F. Paladini, F. Vona, A. Castellano “The restoration of the Colosso di Barletta: EDX analysis”, **Atti del IV Workshop Plasmi, Sorgenti Biofisica ed Applicazioni, Lecce, 17-18 Ottobre 2014, Edizione Coordinamento SIBA, ISBN 978-88-8305-107-4, pag. 7-10 (print version), (2015)**

Delle Side D, Krasa J, Nassisi V, Velardi L, Giuffreda E, “Quasi-monoenergetic proton beams by laser-plasma X-rays”, **Proceedings of IV Workshop Plasmi, Sorgenti, Biofisica e Applicazioni, Lecce, 17-18 ottobre 2014, Edizione Coordinamento SIBA ISBN 978-88-8305-107-4, 11-16, printed in 2015**

Delle Side D, Velardi L, Giuffreda E, Buccolieri G, De Benedittis A, Paladini F, Nassisi V, Study of Faraday cups for fast ion beams provided by a LIS source, **Proceedings of IV Workshop Plasmi, Sorgenti, Biofisica e Applicazioni, Lecce, 17-18 ottobre 2014, Edizione Coordinamento SIBA ISBN 978-88-8305-107-4, 54-59, printed in 2015**

Delle Side D, Giuffreda E, Tredici S M, Talà A, Pennetta C, Alifano P, Nassisi V, “Quorum Sensing: correlation in the bacterial world”, **Proceedings of IV Workshop Plasmi, Sorgenti, Biofisica e Applicazioni, Lecce, 17-18 ottobre 2014, Edizione Coordinamento SIBA ISBN 978-88-8305-107-4, 100-105, printed in 2015**

Delle Side D, Buccolieri G, Di Giulio M, Giuffreda E, Nassisi V, “High intense pulsed magnetic field for focusing ion beams and stressing biological materials”, **Proceedings of IV Workshop Plasmi, Sorgenti, Biofisica e Applicazioni, Lecce, 17-18 ottobre 2014, Edizione Coordinamento SIBA ISBN 978-88-8305-107-4, 106-110, printed in 2015**

Frischini A, Nassisi V, Delle Side D, Giuffreda E, De Giorgio E, Pimpinelli S, Specchia V, Bozzetti M P, “Differenti stress fisici provocano risposte biologiche diverse in *Drosophila melanogaster*”, **Proceedings of IV Workshop Plasmi, Sorgenti, Biofisica e Applicazioni, Lecce, 17-18 ottobre 2014, Edizione Coordinamento SIBA ISBN 978-88-8305-107-4, 111-116, printed in 2015**

J. Krása, D. Delle Side, E. Giuffreda, V. Nassisi, “Positive and negative polarization of targets irradiated by 23-ns laser pulses” *Laser and Particle Beams* (2015) in press

Proposta Lecce 2016:

- La produzione di plasma con laser UV
- La messa a punto della camera nuova che permette di salire in frequenza di ripetizione
- Utilizzare target di Cu, C e plastiche (soddisfare le condizioni per l'adroterapia)-

Proposta Lecce 2017:

- Misurare l'emittanza normalizzata per fascio di ioni e lo stato di carica
- Studio del plasma da Cu e leghe Cu/Be preparate a Warsavia
- Caratterizzazione del fascio al variare della geometria della sorgente (anodo a rete curva o doppia anodo)
- Modulazione del fascio da campi acceleranti impulsati (1° stadio) e caratterizzazione.

Proposta Lecce 2018:

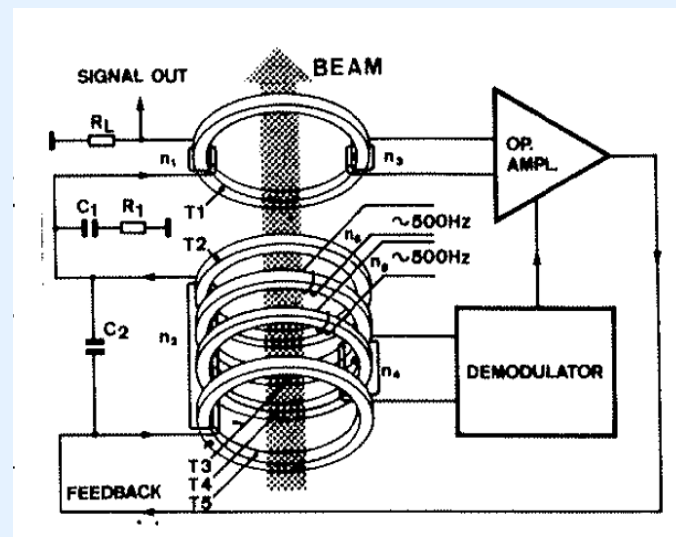
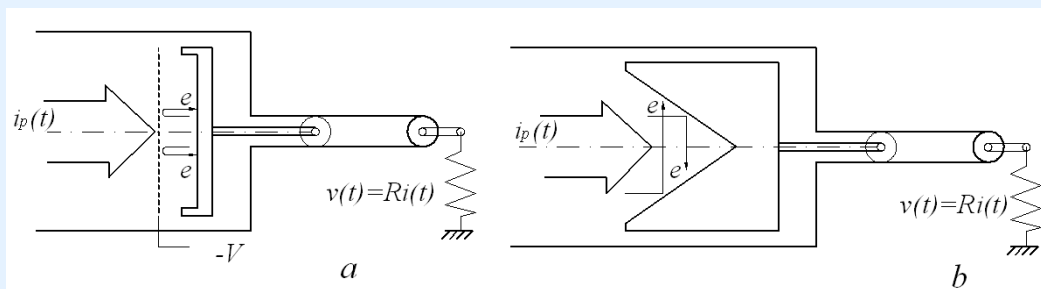
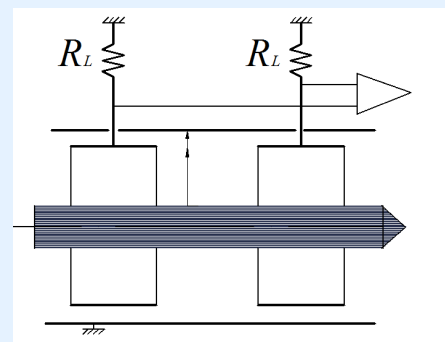
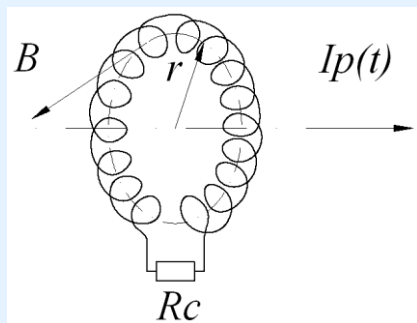
- Completamento impulsatore con thyatron e diagnostica
- Caratterizzazione del fascio di protoni da polveri: TiH_2 , CaH_2
- Generazione di protoni da film (1-5 micron metallici; 50-100 nm plastico)
- Misura dell'emittanza con pepper pot (MCP e radiochromic)
- Misura di dose mediante radiochromic

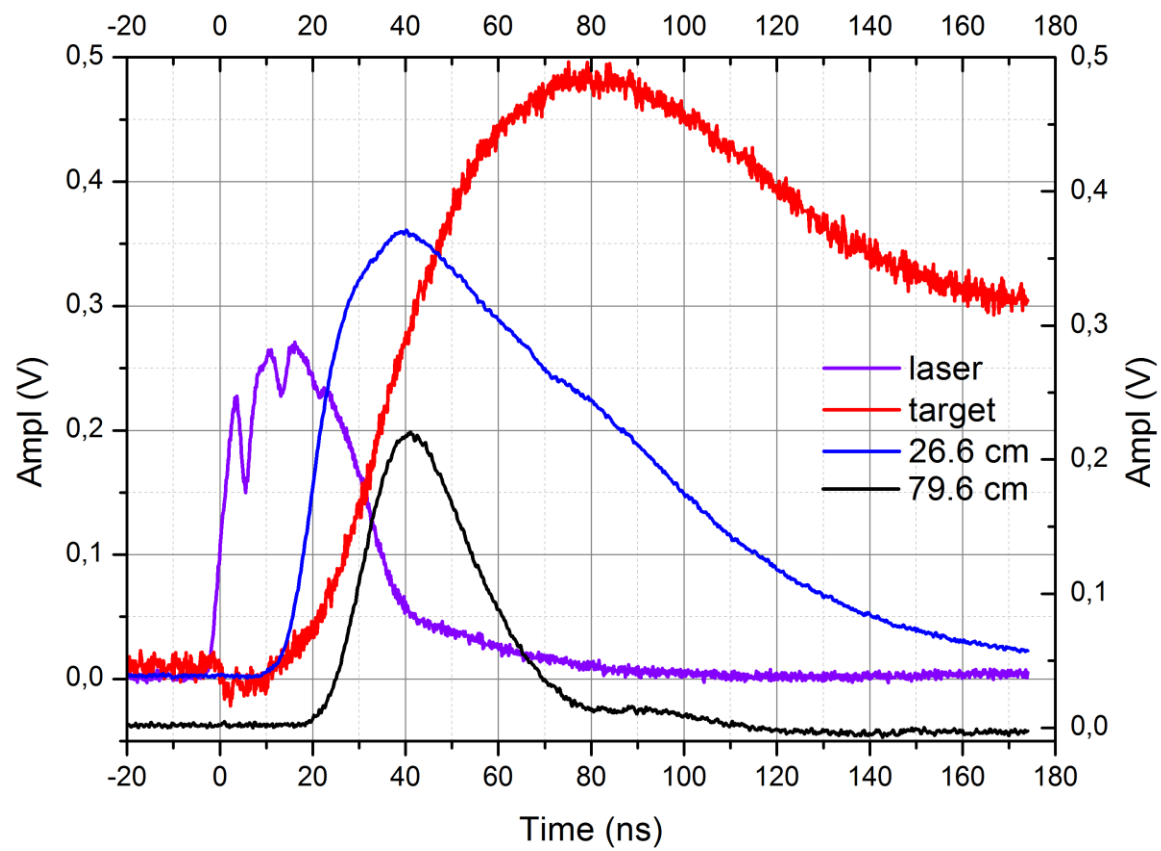
Partecipanti:

Giovanni	Buccolieri	Ric	80	%	Responsabile locale
Vincenzo	Nassisi	P.O	80	%	
Alfredo	Castellano	P.O.	80	%	
Massimo	Di Giulio	P. A.	40	%	
Ernesto	Giuffreda	P.O.	100	%	
Domenico	Delle Side	Assegnista	100	%	Dottorando
Dottorando		.	100	%	Dottorando
Totale			.00	unità	

Fabio Paladini	Tecn. Laureat.	40%
Luigi Monteduro	Tecnico	80%
Giorgio Accoto	T. Universit. Mecc.	20%
Carlo Pinto	T. Universit. Mecc.	20%

Totale tecnici: 1.10 unità





TDLAP

- MI 8 k€ Contatti con Laboratori Nazionali, Catania, Messina, L'Aquila, Frascati, Università, Congressi nazionali
- ME 8 k€ Presentazione dei risultati a conferenze internazionali e contatti con CELIA, PALS e IPPM Warsaw.
- CONS. 14 k€: Materiale meccanico, per l'adattabilità della strumentazione esistente. Materiale elettrico per la diagnostica. Materiale di consumo per laser.
- 1 k€ Software (licenza mathematica per analisi immagini)
- INV: 14 k€: Pompa ionica (7 k€), Flat bed scanner (5 k€), Dito freddo (2 k€),
- *Richiesta da progetto **45 k€:***