



Università degli Studi di Bari

DOTTORATO DI RICERCA XXXI ciclo

Dipartimento Interateneo di Fisica

PROGETTO DI RICERCA:

Microlavolazioni con burst di impulsi laser ultrabrevi

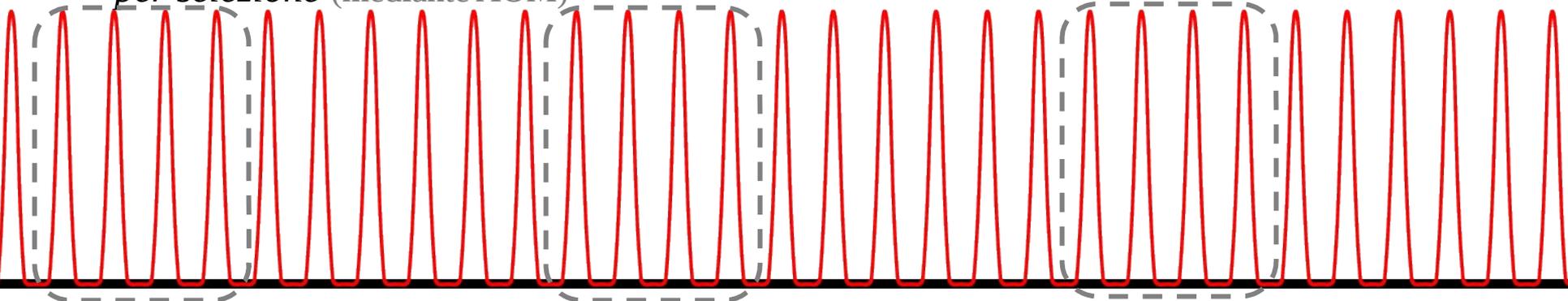
DOTTORANDO: Giuseppe GIANNUZZI

Microlavolazioni con burst di impulsi laser ultrabrevi

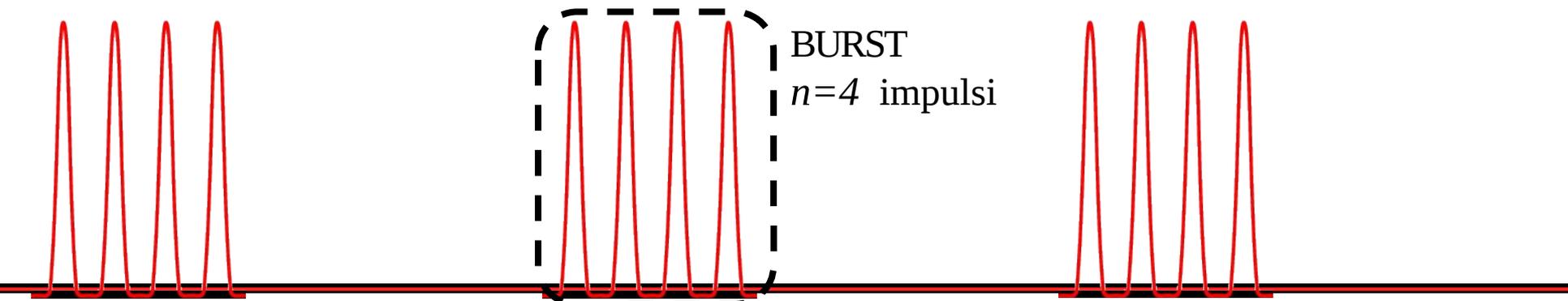
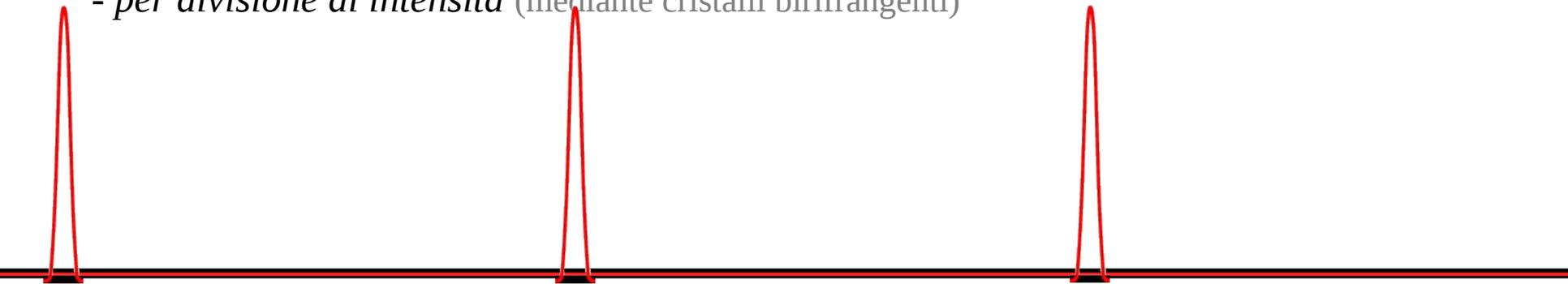
BURST DI IMPULSI LASER = sequenza di n impulsi

GENERAZIONE DI BURST

- *per selezione* (mediante AOM)



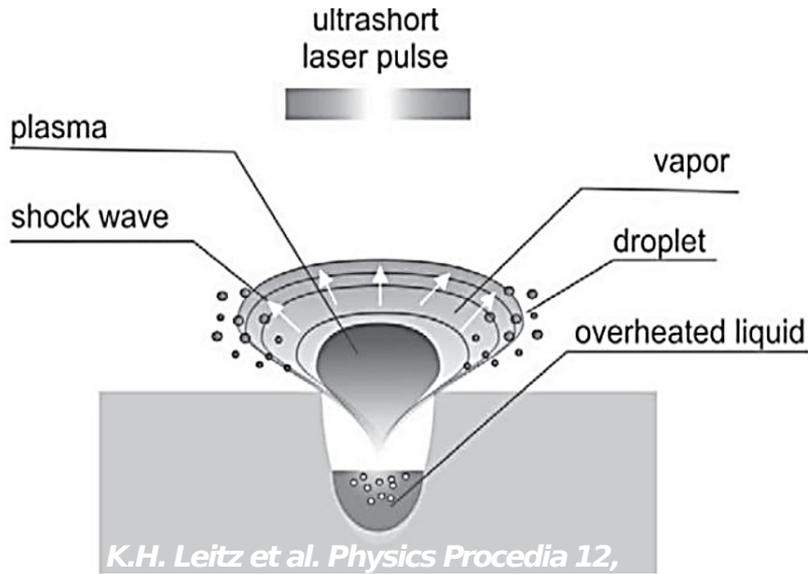
- *per divisione di intensità* (mediante cristalli birifrangenti)



BURST
 $n=4$ impulsi

Microlavolazioni con burst di impulsi laser ultrabrevi

ABLAZIONE LASER CON IMPULSI ULTRABREVI (*pico-femtosecondo*)



FLUENZA LASER

FLUENZA DI SOGLIA
DI ABLAZIONE

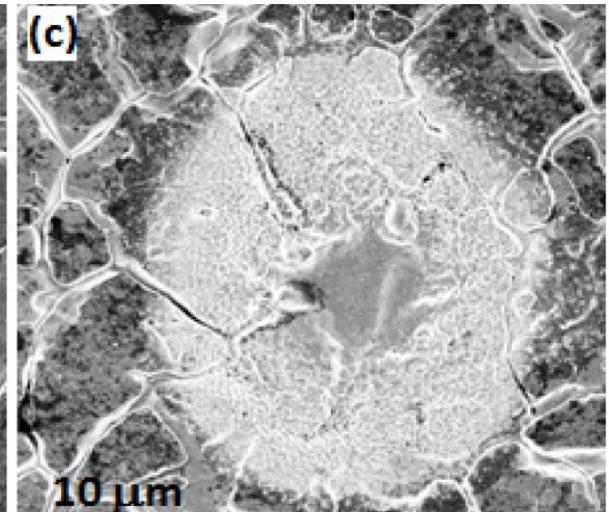
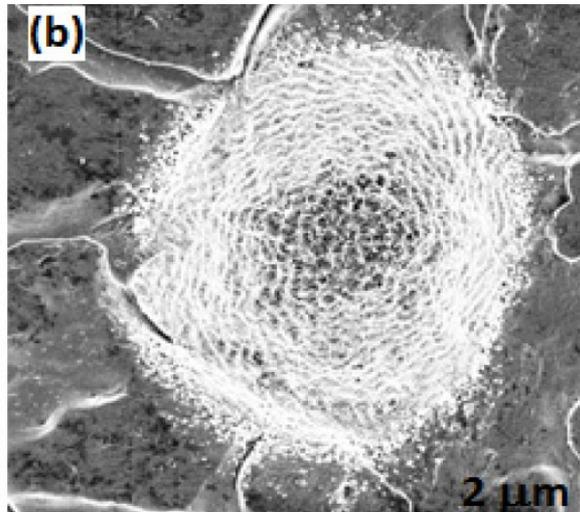
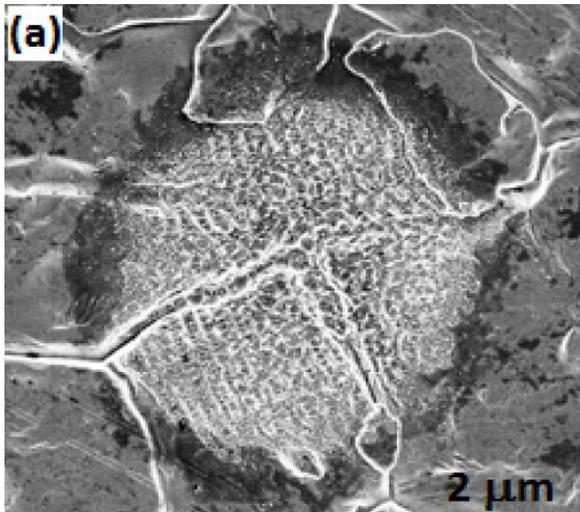
$$\Phi = \frac{2E_p}{\pi W^2}$$

$$\Phi_{th}(N, n, \dots)$$

E_p energia singolo impulso
 W dimensione trasversale del fascio

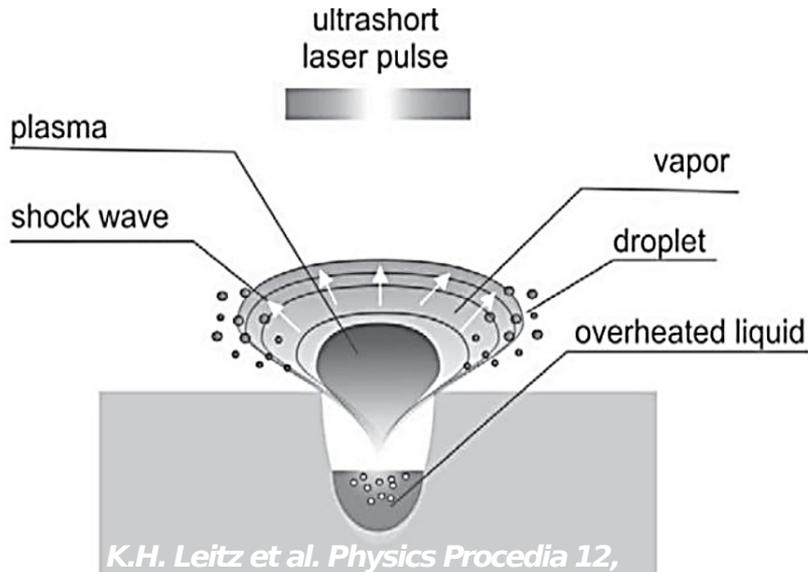
TASSO DI ABLAZIONE VOLUMETRICA

$$\frac{dV_{abl}}{dt}$$



Microlavolazioni con burst di impulsi laser ultrabrevi

ABLAZIONE LASER CON IMPULSI ULTRABREVI (*pico-femtosecondo*)



FLUENZA LASER

FLUENZA DI SOGLIA
DI ABLAZIONE

$$\Phi = \frac{2E_p}{\pi W^2}$$

$$\Phi_{th}(N, n, \dots)$$

E_p energia singolo impulso
 W dimensione trasversale del fascio (waist)

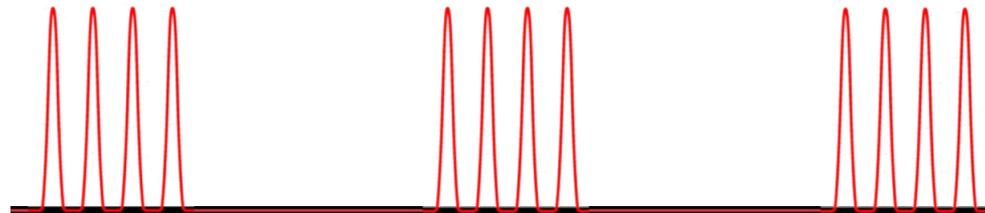
TASSO DI ABLAZIONE VOLUMETRICA

$$\frac{dV_{abl}}{dt}$$

Obiettivi del 1° anno

Investigazione del processo di interazione burst - materia
all'variare dei parametri:

- v_{burst}
- τ (durata a etappale dell'impulso)
- Δt (separazione temporale tra sotto impulsi nel burst)
- λ
- polarizzazione
- M (numero di burst)
- n (numero di sotto impulsi nel burst)



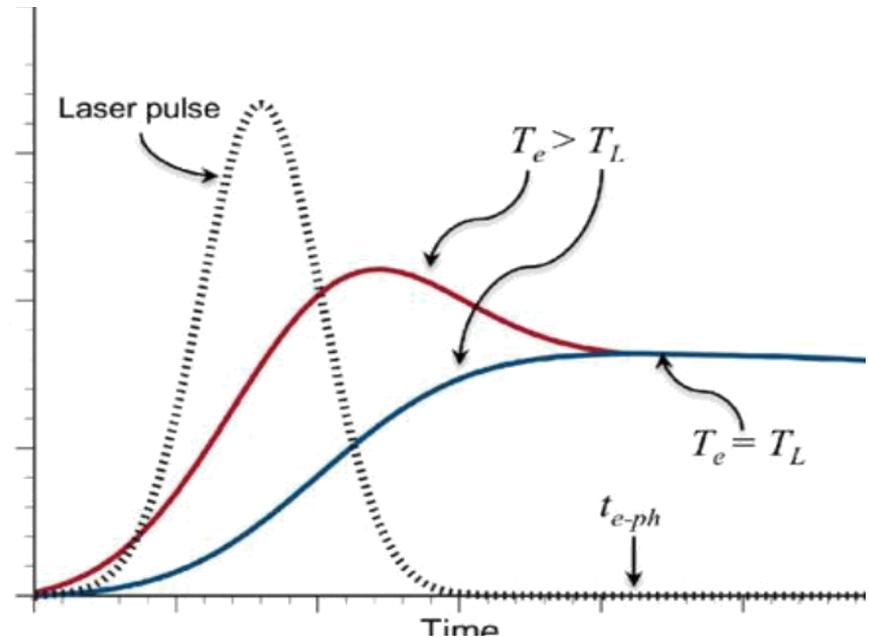
Microlavolazioni con burst di impulsi laser ultrabrevi

MODELLO A DUE TEMPERATURE – TTM

$$c_e \frac{\partial T_e}{\partial t} = \nabla(\kappa_e \nabla T_e) - \Gamma (T_e - T_l) + Q$$

$$c_l \frac{\partial T_l}{\partial t} = \nabla(\kappa_l \nabla T_l) - \Gamma (T_e - T_l)$$

T_e , temperatura elettronica, reticolare
 c_e capacità termica elettronica, reticolare
 κ_e conducibilità termica elettronica, reticolare
 Q energia sorgente laser
 Γ costante di accoppiamento elettrone-fonone

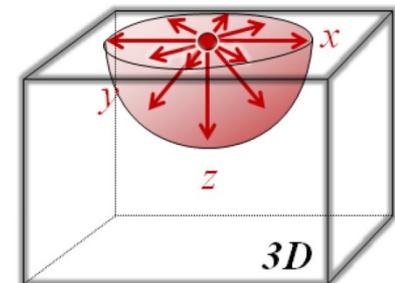


E.G. Gamaly et al. Physics Reports 508, pp. 91-243

Obiettivi del 1° anno

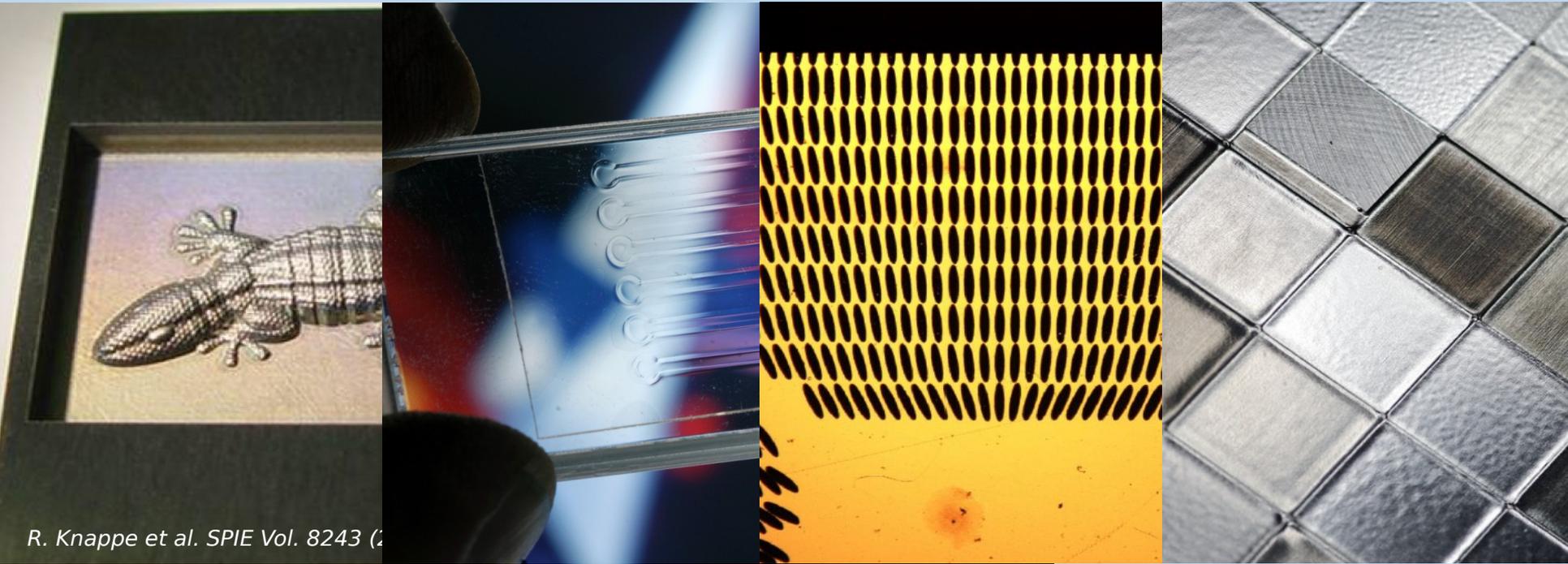
Investigazione del processo di interazione burst - materia
al variare dei parametri del burst

Simulazione termica (interazione burst – materia)
al variare dei parametri del burst



R. Weber et al. Optics Express 11312, Vol. 22, No. 9 (2014)

Microlavolazioni con burst di impulsi laser ultrabrevi



R. Knappe et al. SPIE Vol. 8243 (2011)

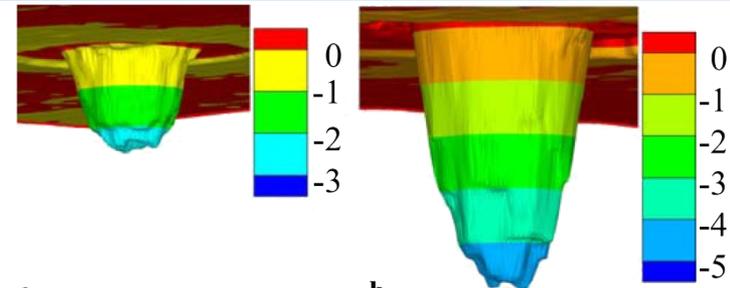
Obiettivi del 2-3° anno

Definizione di un modello di ablazione *burst-mode*

$$\left(\Phi_{th} = \Phi_{th}(N, n, \dots), \frac{dV_{abl}}{dt} = \frac{dV_{abl}(v)}{dt} \right)$$

Microlavolazioni con burst di impulsi laser ultrabrevi:

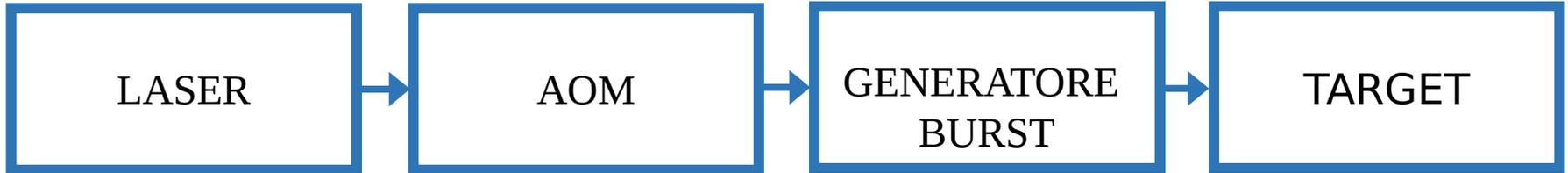
- milling
- welding
- surface texturing
- polishing



a **b**
W. Hu et al. *Applied Physics A* 98, pp. 407-415 (2010)

Microlavorazioni con burst di impulsi laser ultrabrevi

SET-UP SPERIMENTALE / STRUMENTAZIONE



Laser Active Fiber Systems
Ultrafast CPA

(laboratorio Ultrafast Fiber Laser
Micromachining)

1030 nm / 50 W / 0.650-20 ps / 50-
10000 kHz

Laser TruMicro Series 5050

(laboratorio della Rete MICROTRONIC)

1030 nm / 50 W / <10 ps / 200-800
kHz



Laser Pharos SP

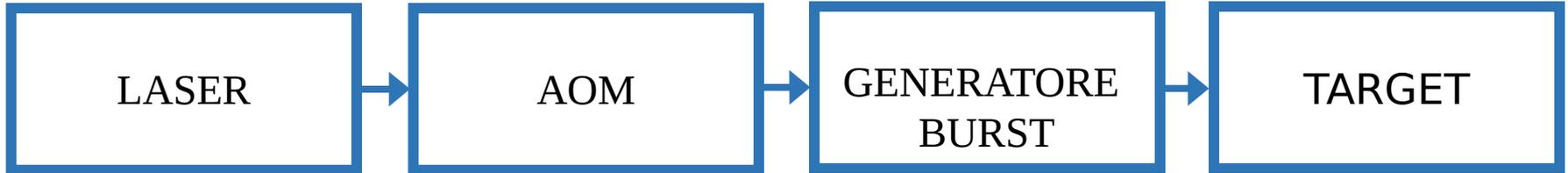
(laboratorio della Rete MICROTRONIC)

1030 nm / 6 W / 0.190-10 ps / 200 kHz



Microlavorazioni con burst di impulsi laser ultrabrevi

SET-UP SPERIMENTALE / STRUMENTAZIONE



Generazione di burst

5 cristalli birifrangenti di CaCO_3

(Laboratorio Ultrafast Fiber Laser Micromachining)

$n = 2-32$ sotto-impulsi / $\Delta t = 1.5-24$ ps

= 2-32 sotto-impulsi / = 1.5-24 ps



Grazie per l'attenzione