

LaserWAN

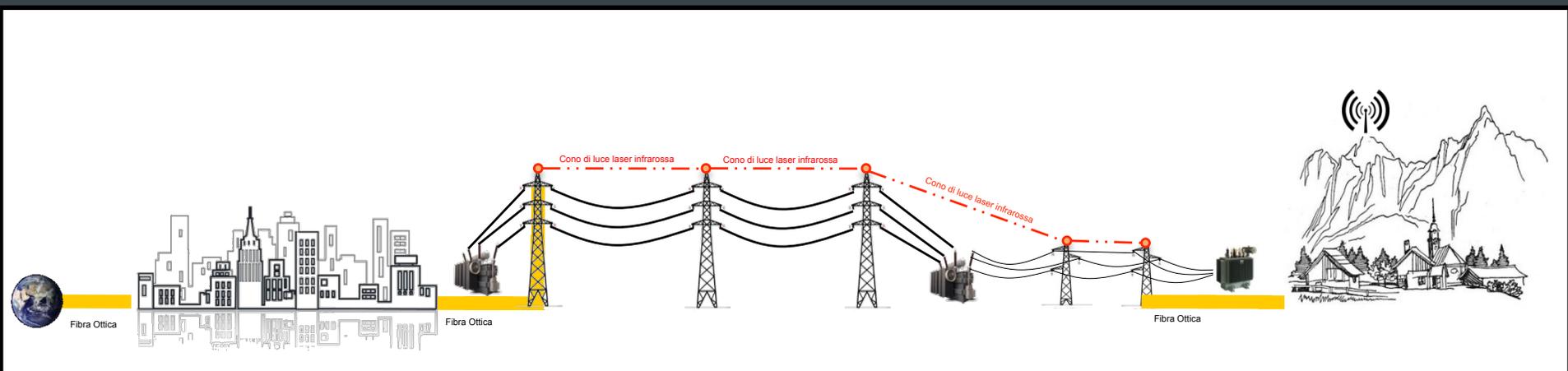
Una tecnologia laser a basso costo per portare alta banda di rete in luoghi remoti o poco connessi

Conferenza GARR 2016

Di cosa si tratta?

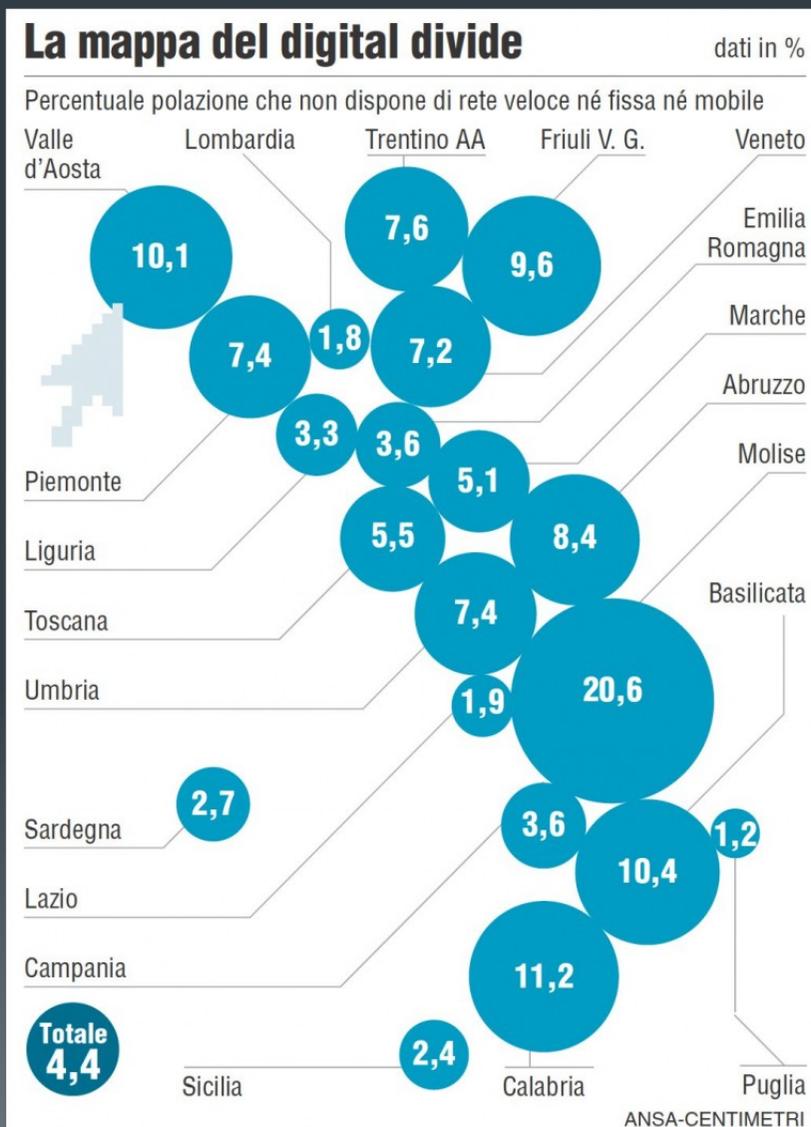
2

- Si tratta di un sistema per portare una connessione ad **internet in fibra ottica** a banda ultralarga anche nelle aree a bassa densità di popolazione, in **zone rurali** o di **montagna**
- Consiste in una catena di **ricetrasmittitori ottici** a infrarossi montati sulle cime dei tralicci delle **linee ad alta e media tensione**, che sostituisce una linea in fibra ottica interrata, con le medesime prestazioni, ma senza richiedere opere invasive



Ne abbiamo realmente bisogno?

La situazione attuale



In Italia il “Digital Divide” crea notevoli problemi sia a livello privato che aziendale, contribuendo alla crisi industriale dei piccoli centri.

(Dati 2016 Fonte: esperienza personale!)



La situazione attuale

5

Tre situazioni in zone che soffrono il Digital Divide:

1. Una famiglia
2. Una piccola azienda
3. Una scuola superiore

La situazione attuale

6

➤ In una famiglia



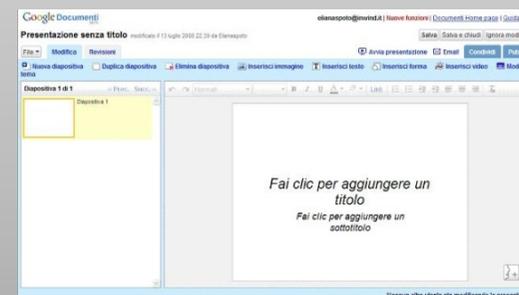
Guardare un film in streaming in media risoluzione

2.5 Mbit/s



Scaricare un aggiornamento dell'antivirus

1.8 Mbit/s



Lavorare ad una presentazione per la scuola su Google Drive

0.5 Mbit/s

Fonti:
- Misurazioni con strumento di monitoraggio risorse
- Valori dichiarati dal produttore del software

TOTALE

4.8 Mbit/s

Più di 16 milioni di utenze

< 2.0 Mbit/s

La situazione attuale

7

➤ In una piccola azienda



Videochiamata con un collega in trasferta
(Skype / Hangout / FaceTime)

3.0 Mbit/s



Sincronizzazione diverse cartelle di Posta elettronica + PEC

2.5 Mbit/s



Download / Upload documenti per fatturazione elettronica + banca

3.0 Mbit/s

Fonti:
- Misurazioni con strumento di monitoraggio risorse
- Valori dichiarati dal produttore del software

TOTALE

8.5 Mbit/s

MOLTE AZIENDE CHE SOFFRONO DI D.D.

< 2.0 Mbit/s

La situazione attuale

➤ In una scuola superiore

20 classi



Un accesso per ogni classe al registro elettronico per fare l'appello (sito dinamico)

12.0 Mbit/s

4 utenze



Segreteria, accesso ai portali del MIUR da più computer

3.0 Mbit/s

1 classe



Lezione in laboratorio di informatica con utilizzo medio di internet (1

6.0 Mbit/s

Fonti:
- Misurazioni con strumento di monitoraggio risorse
- Valori dichiarati dal produttore del software

TOTALE

21.0 Mbit/s

Le piccole città che soffrono di D.D.

< 7.0 Mbit/s

La situazione attuale

9

Nei 3 casi abbiamo escluso:

- VoIP (1.5 Mbit/s per chiamata)
- IPTV (5 Mbit/s per ogni stream HD)
- Attività particolari (LIM...)

Ne abbiamo realmente bisogno?

Tecnologia	Velocità in download	Velocità in upload	Disponibilità ovunque	Stabilità	Basso costo al Gbyte	Altro
ADSL	20 Mbit/s	3 Mbit/s	●●●	●●●●●	●●●●	n. d.
Fibra Ottica	300 Mbit/s	50 Mbit/s	●	●●●●●	●●●●●	Alte prestazioni
4G	150 Mbit/s	50 Mbit/s	●●●●	●●●	●●	Mobile
Wireless	10 Mbit/s	1 Mbit/s	●●●●	●●	●●	Velocità variabile
Satellitare	50 Mbit/s	10 Mbit/s	●●●●●	●●●●	●	Latenza altissima
LaserWAN	500 Mbit/s	500 Mbyte/s	●●●●●	●●●●●	●●●●●	La mia idea

- Più veloce dell'ADSL attuale
- Più economica e facilmente installabile della fibra ottica
- Più stabile del 4G, pensata per applicazioni fisse
- Più stabile e veloce delle tecnologie wireless (come Wimax...)
- Più stabile e veloce, ma soprattutto più economica e con meno latenza di una connessione satellitare



Da dove nasce l'idea?

Da dove nasce l'idea

12

- Dal desiderio di contribuire a ridurre il Digital Divide
- Dalla ricerca di un mezzo che risenta di meno disturbi e garantisca maggiore banda rispetto a un ponte radio o a un cavo in rame
- Dalla ricerca di un infrastruttura già esistente sulla quale appoggiarsi per minimizzare i costi e rendere la tecnologia facilmente installabile ovunque
- Dall'intenzione di non utilizzare campi elettromagnetici dannosi o richiedere opere invasive sul territorio

Cosa mi è parso promettente

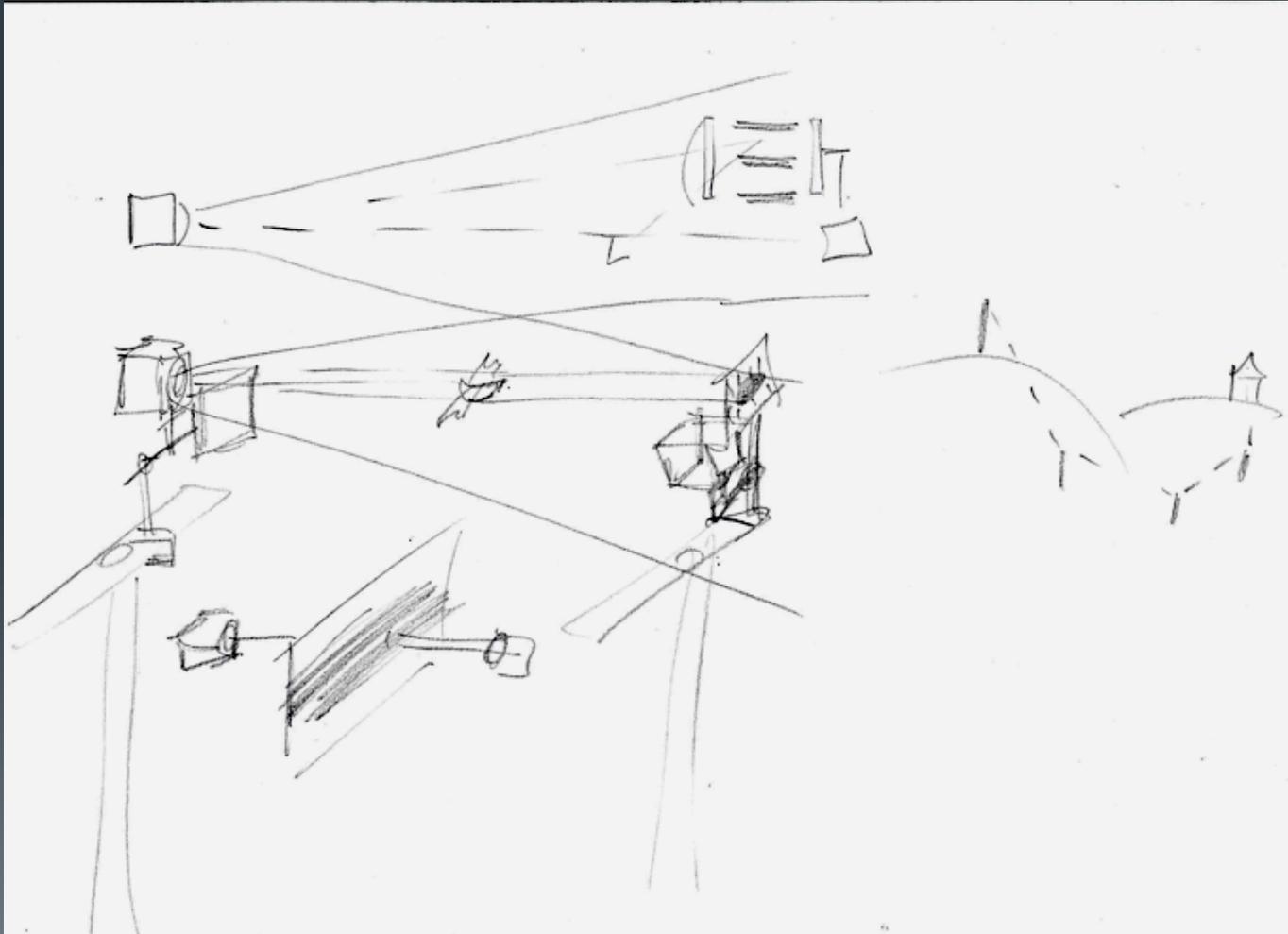
13

- Una tecnologia che sfrutta la luce laser opportunamente modulata per trasmettere dati, analogamente a come avviene in una fibra ottica
- Parassitare l'utilizzo dei piloni dell'alta e media tensione
- Una tecnologia potenzialmente affidabile, con scarso impatto negativo sull'ambiente
- Una tecnologia complementare alle esistenti, ma poco costosa e di relativamente facile realizzabilità

Il percorso di progettazione

14

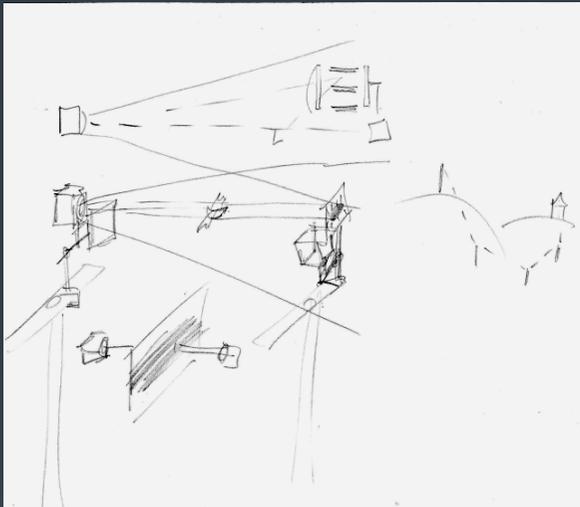
L'idea nasce nel gennaio del 2016



Il percorso di LaserWAN

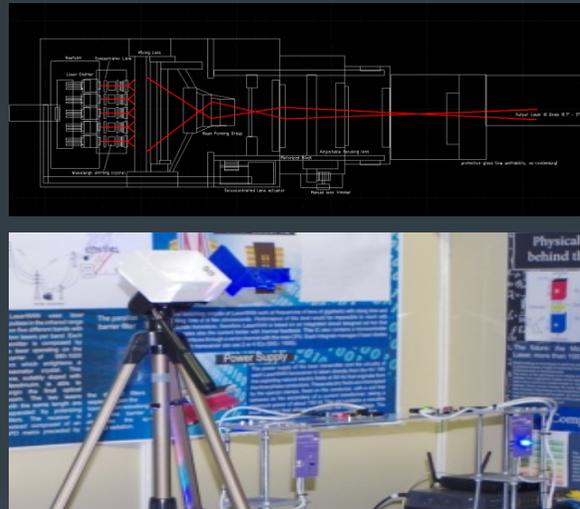
15

Da dove sono partito



L'idea di utilizzare le linee dell'alta tensione per creare una rete di trasporto dati attraverso trasmissioni ottiche.

Dove sono arrivato



Progetto tecnico del ricetrasmittitore e sperimentazione in scala ridotta fino a 100 Mbit/s con laser ad infrarossi < 5 mW

Dove vorrei arrivare



Contribuire alla realizzazione di un servizio di trasmissione dati su banda ottica

Il percorso di progettazione

16

A scuola la mia professoressa di fisica, G. Bogliolo, mi parla del concorso “I Giovani e le Scienze” della Fast di Milano

28^A SELEZIONE ITALIANA PER IL CONCORSO
DELL'UNIONE EUROPEA
DEI GIOVANI SCIENZIATI
E PER ALTRI EVENTI INTERNAZIONALI

2016

I GIOVANI E LE SCIENZE

OBIETTIVI

- Avvicinare i giovani alla scienza e alla ricerca
- Individuare e incoraggiare gli studenti migliori e più promettenti
- Promuovere lo spirito di innovazione e di collaborazione in Europa
- Favorire la partecipazione ai più prestigiosi eventi internazionali per gli studenti eccellenti

Con la collaborazione di **AICA**

Con il patrocinio di **io merito** Valorizzazione delle eccellenze

FAST Federazione delle associazioni scientifiche e tecniche fondata nel 1897

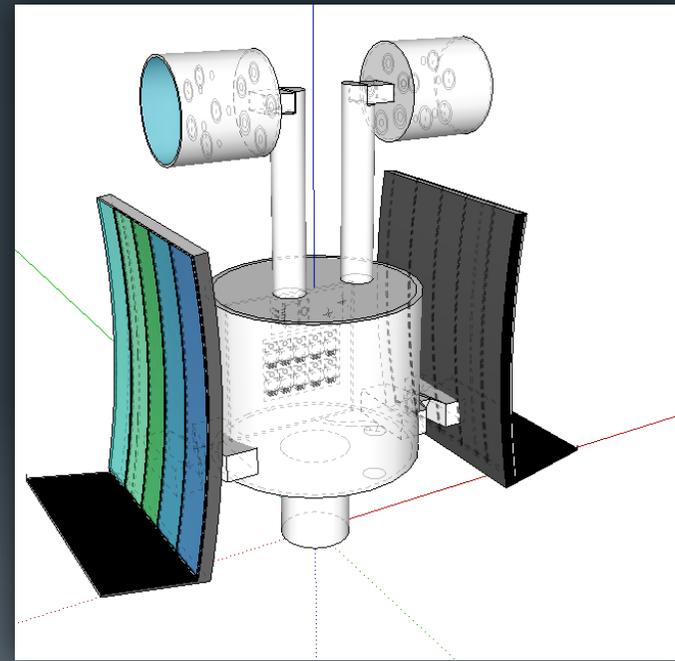
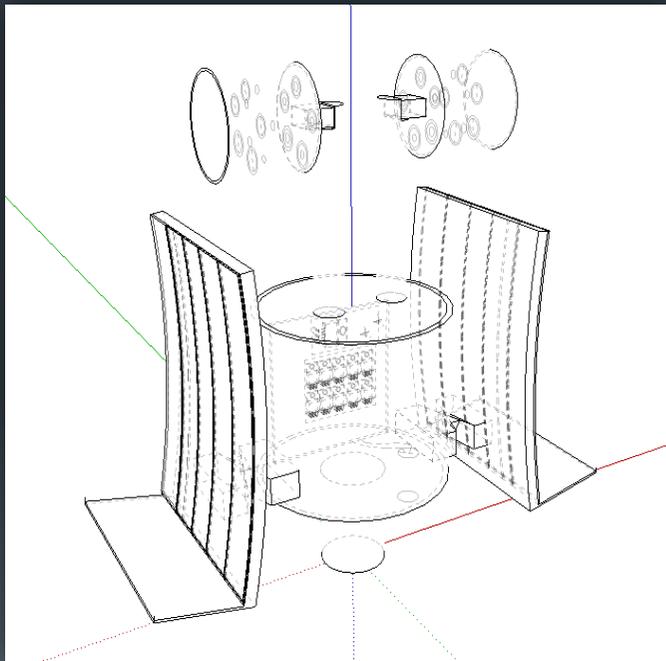
Commissione europea

Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca

Il percorso di progettazione

17

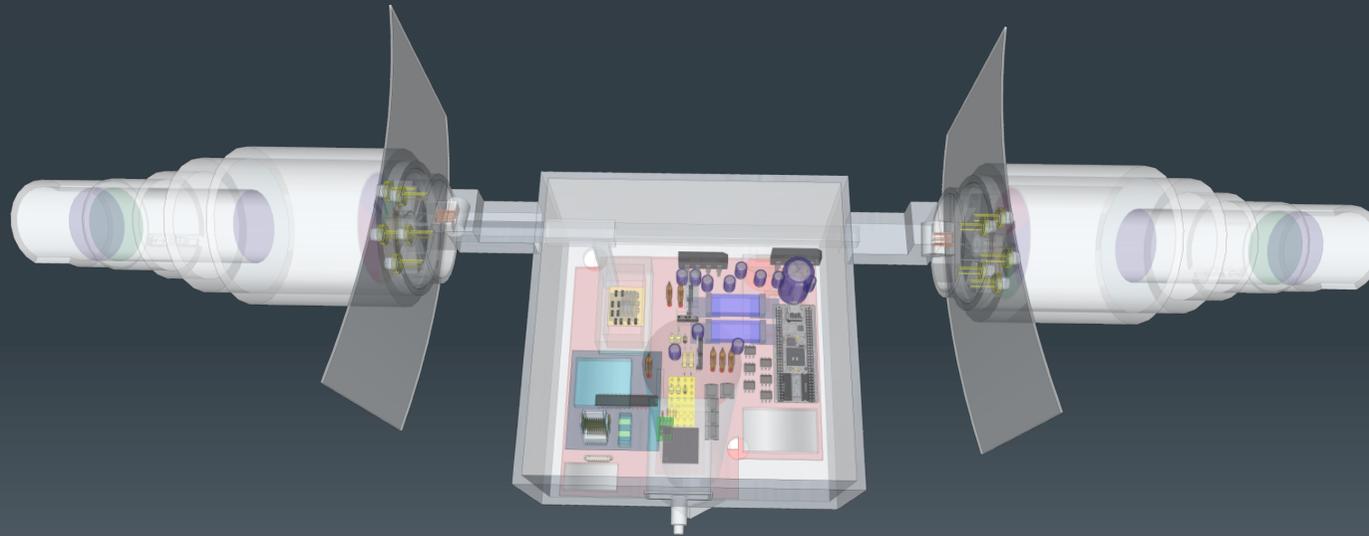
Prime bozze 3D del ricetrasmittitore



Il percorso di progettazione

18

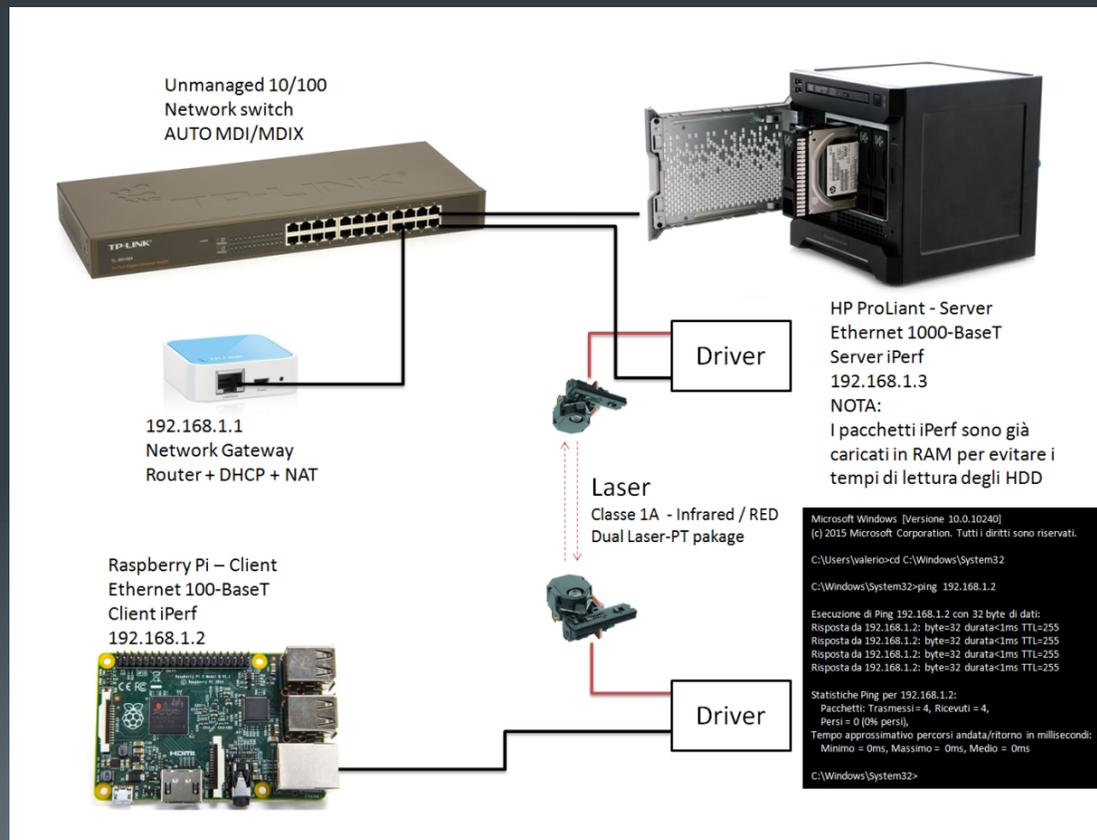
La professoressa mi consiglia di brevettare la tecnologia LaserWAN, e dopo il deposito della domanda continuo la progettazione teorica e le simulazioni per il dimensionamento dei componenti ottici ed elettronici



Il modello definitivo del ricetrasmittitore

Il percorso di progettazione

Il primo esperimento in scala ridotta



Il percorso di progettazione

20

L'esperimento al concorso "I Giovani e le Scienze"



Nella fotografia anche le professoressche che mi hanno accompagnato a Milano

Il percorso di progettazione

21

L'esperimento del concorso di Milano è stato ulteriormente ampliato prima dell'Eucys e ho proceduto alla stampa 3D di alcune parti



Il percorso di progettazione

22

Lo stand con l'esperimento al concorso europeo Eucys



Come funziona?

23



Confronto delle forme del fascio

Fascio laser tradizionale collimato (target puntiforme)



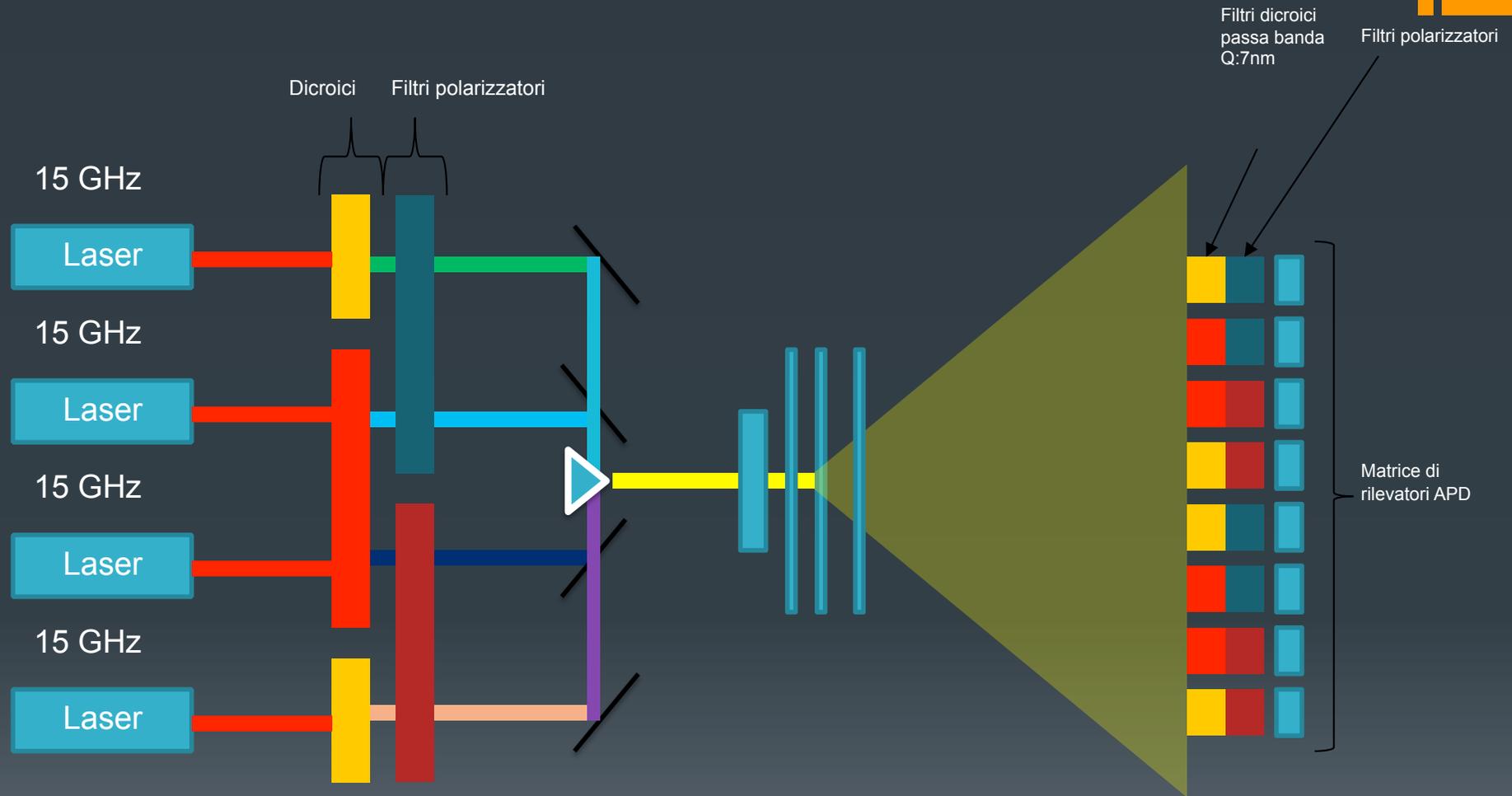
- Laser a bassa potenza
- Difficoltà di allineamento
- Impossibile montare su strutture non perfettamente rigide
- Difficile da adattare nelle diverse condizioni atmosferiche
- Un corpo estraneo blocca completamente in fascio

Fascio laser del progetto conico (target superficie estesa)

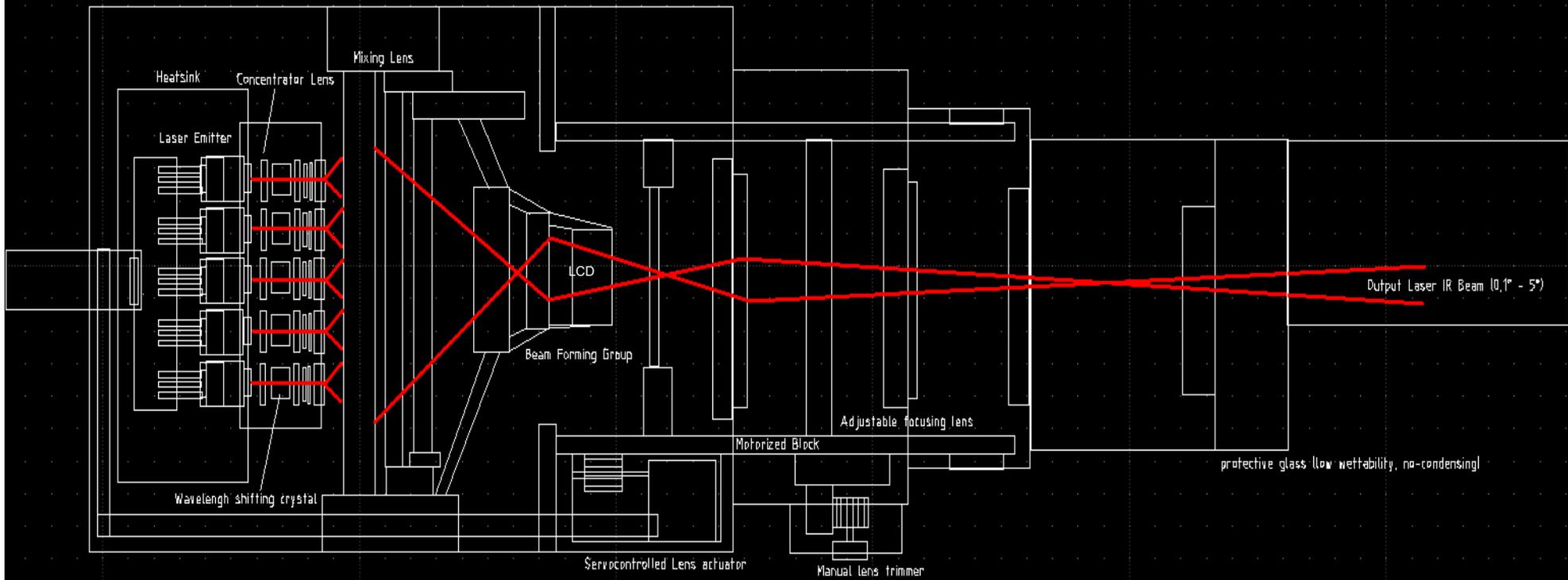


- Laser a media potenza
- Facile da allineare
- Si adatta anche a strutture con piccole oscillazioni
- Si adatta alle diverse condizioni atmosferiche
- Il fascio è più difficile da bloccare completamente
- Consente l'utilizzo di più ricevitori in parallelo, migliore cancellazione del rumore alle alte frequenze

Tecniche di Wavelength Division Multiplexing (W.D.M.)

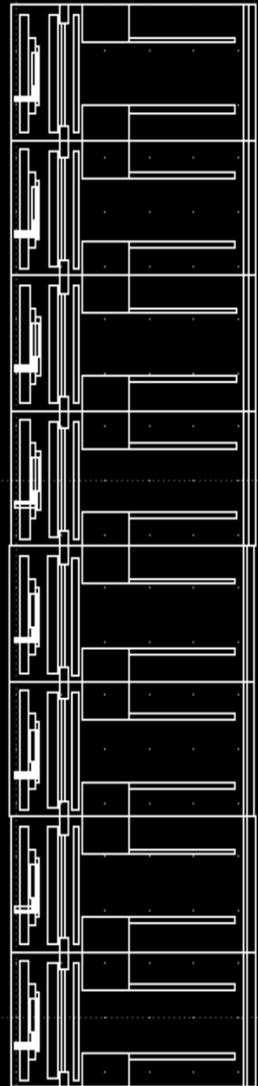
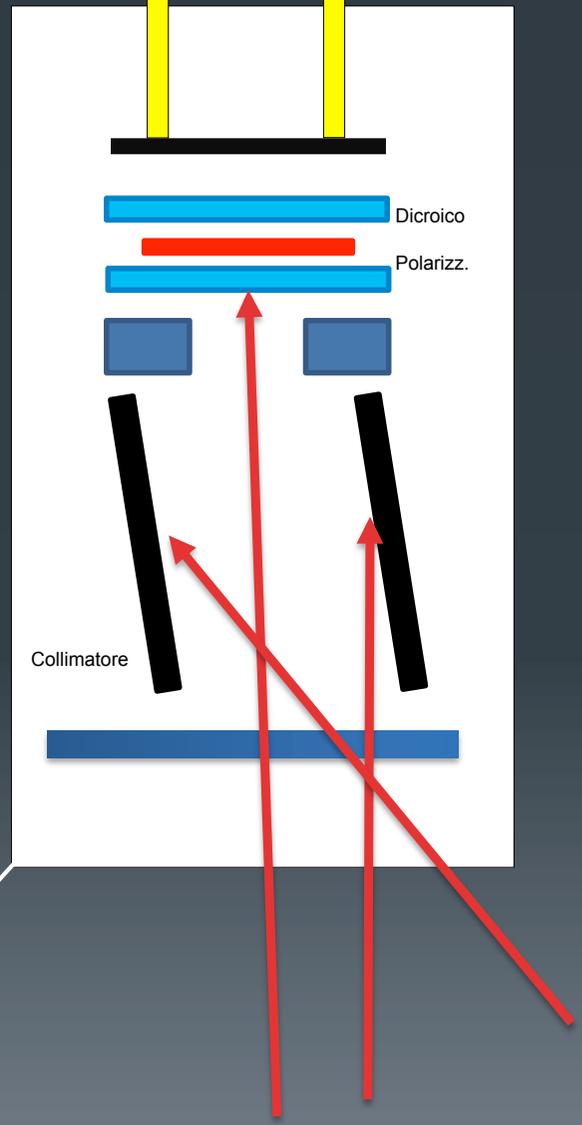
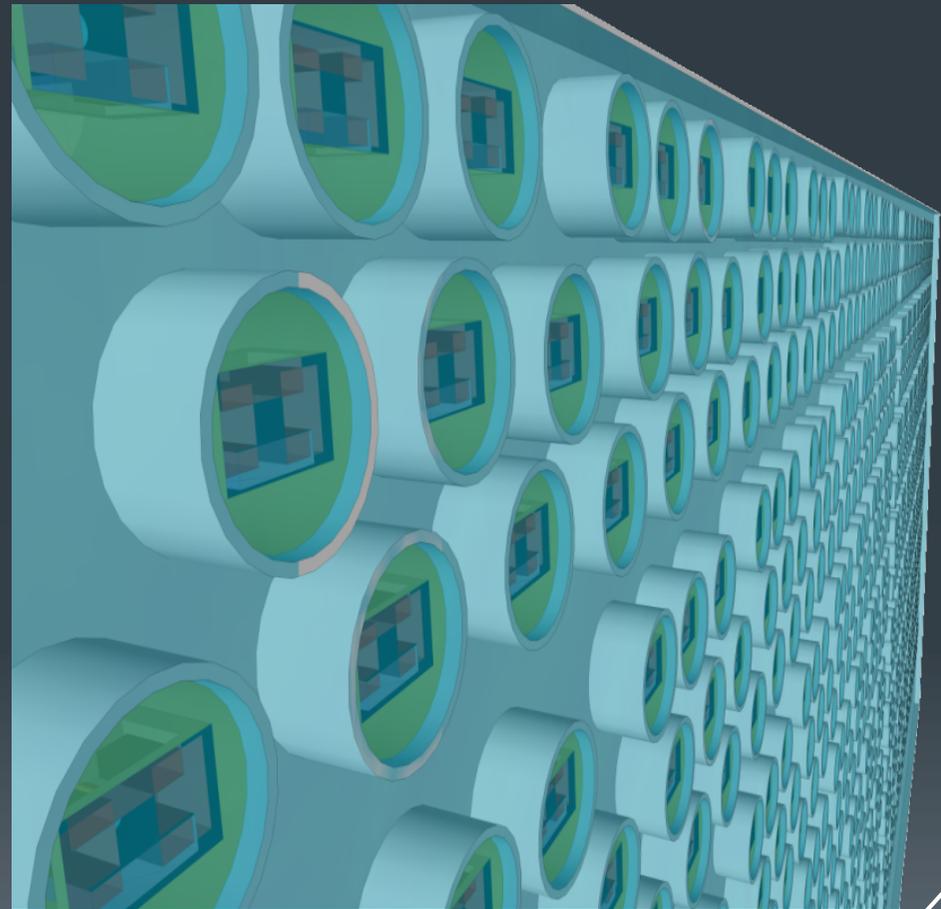


Gruppo trasmettitore

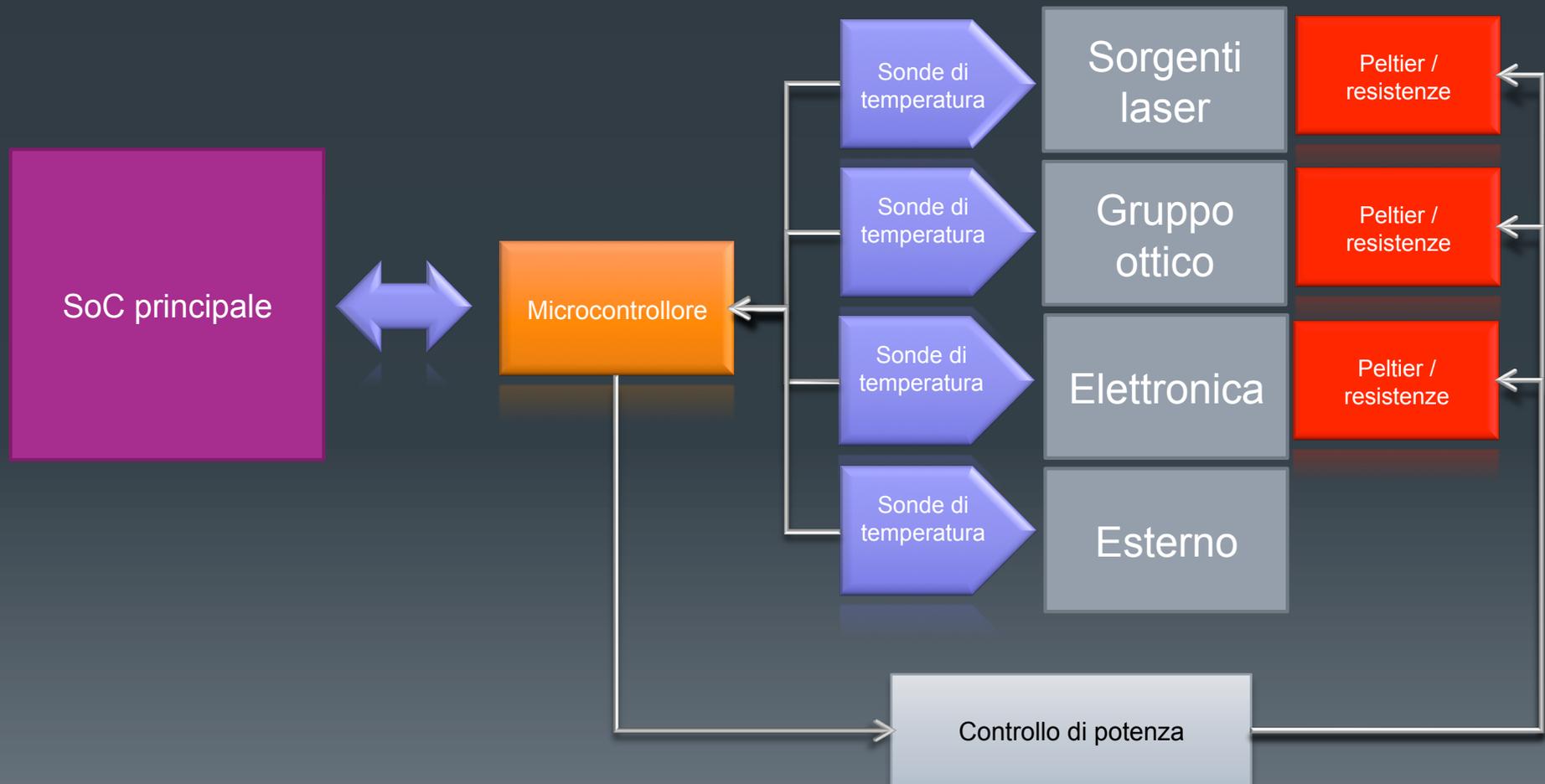


Gruppo Ricevitore

Contatti elettrici



Controllo termico

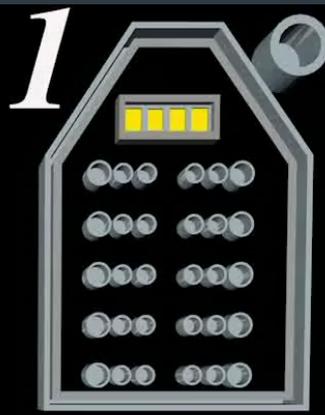
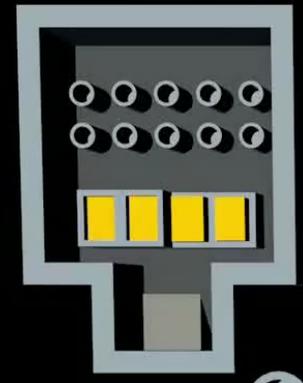


Dispositivo di interfaccia tra LaserWAN e le reti in fibra ottica

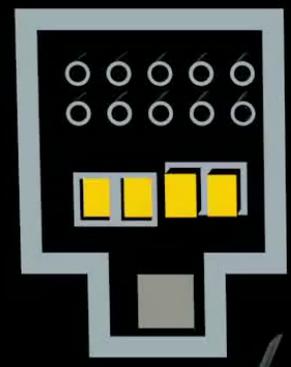




> --- **LASER OUT 1**

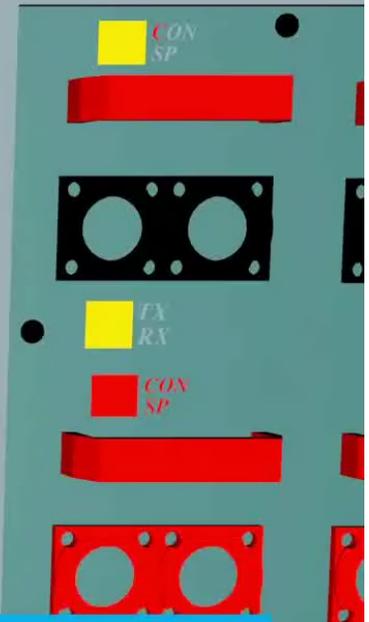


< --- **LASER IN**



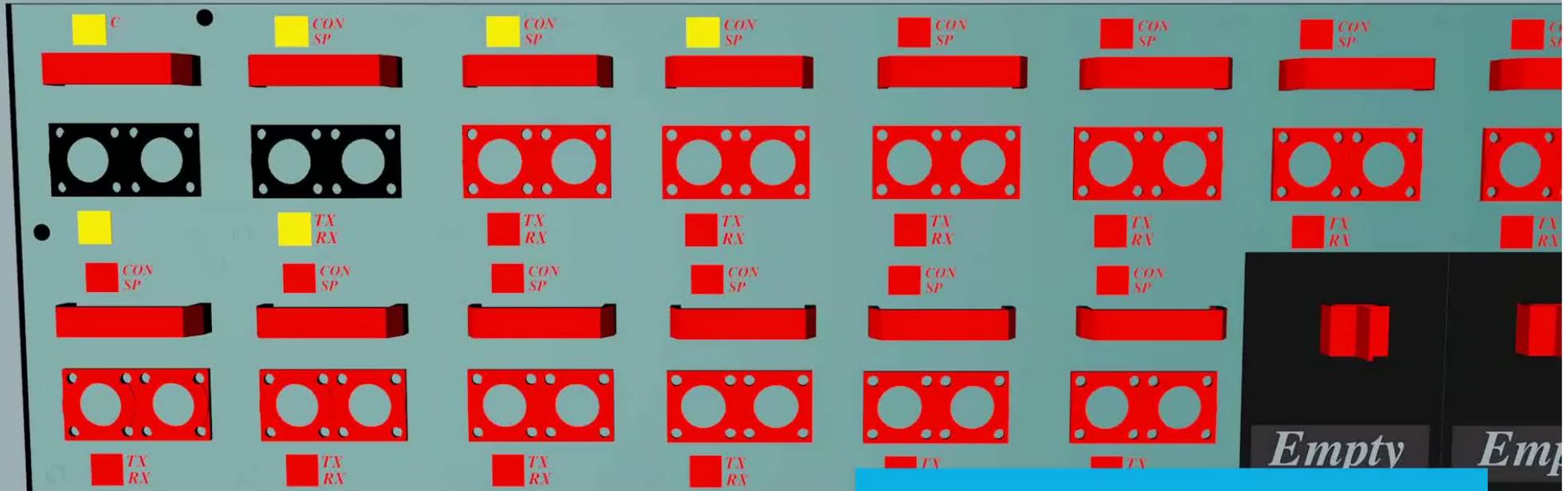
CN
COM
IN
OUT
S1
S2
S3
ERR

BACKBONE
Fiber Bus



2 Porte di connessione con i ricetrasmittitori e parallelizzazione

ULTRA BROADBAND INTERNET SWITCH



laserWAN

Socket per fibra ottica
SC - ST - LC

CH

CON
SP

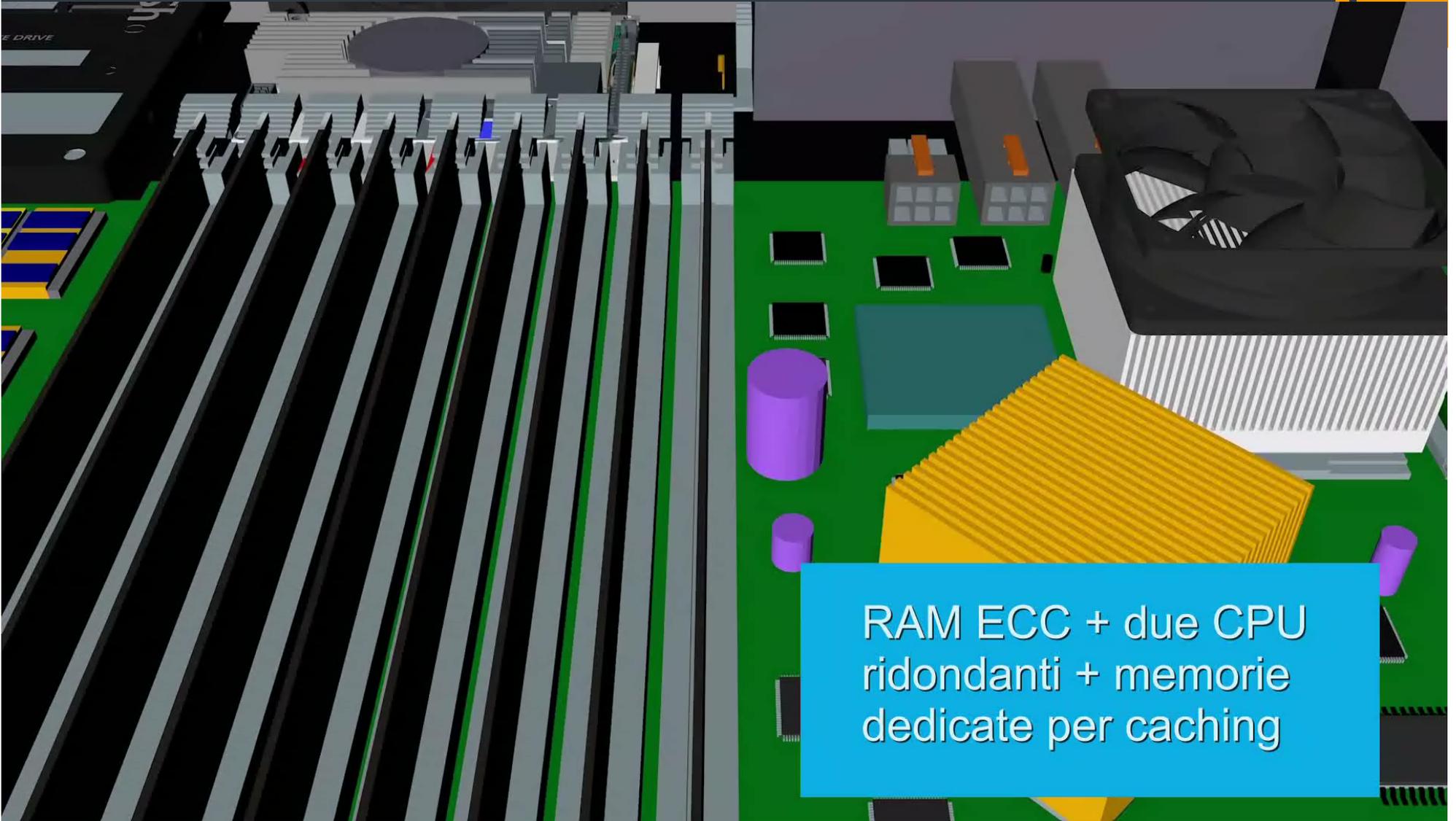
TX
RX

ty Empty

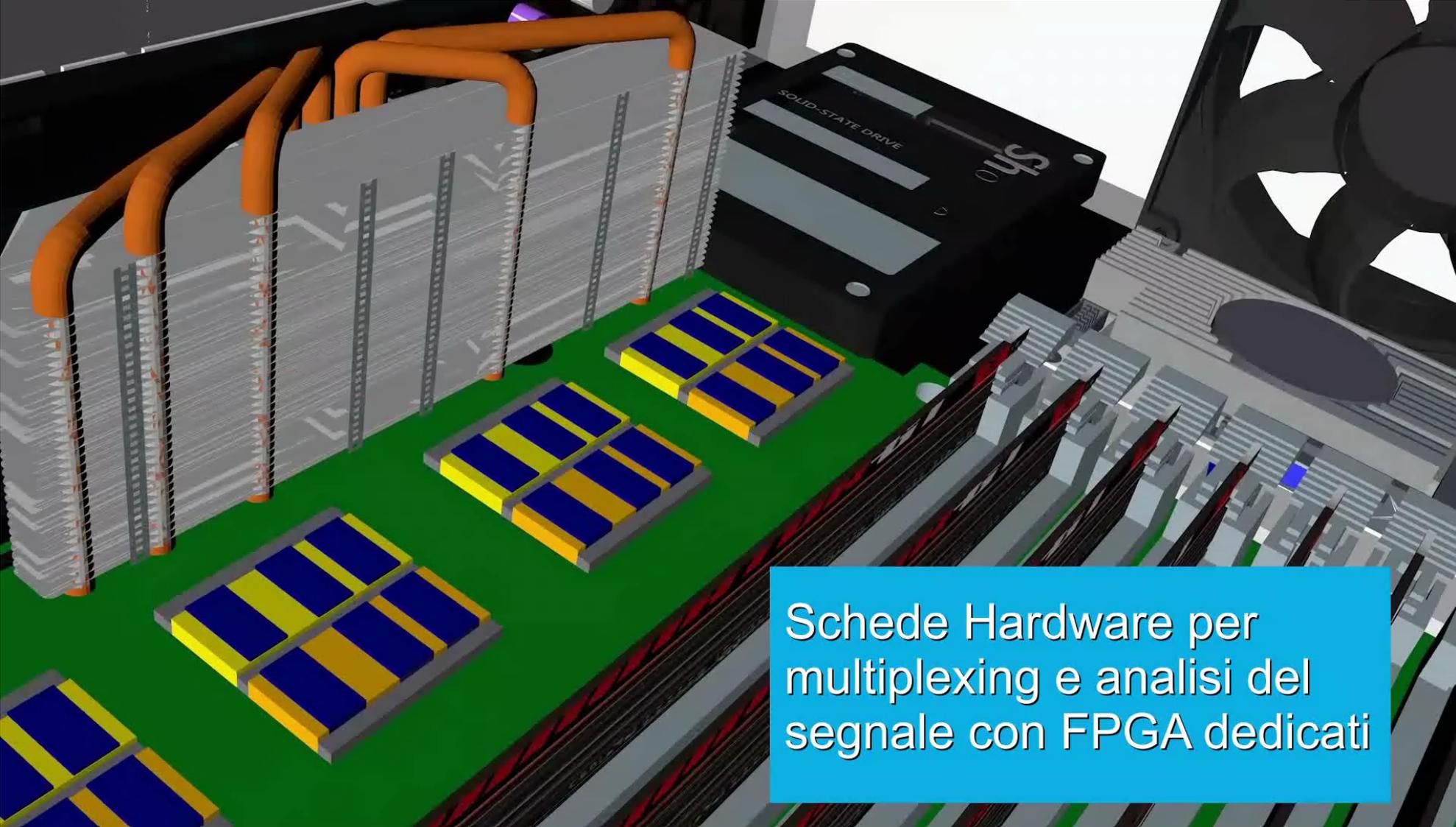
TRE



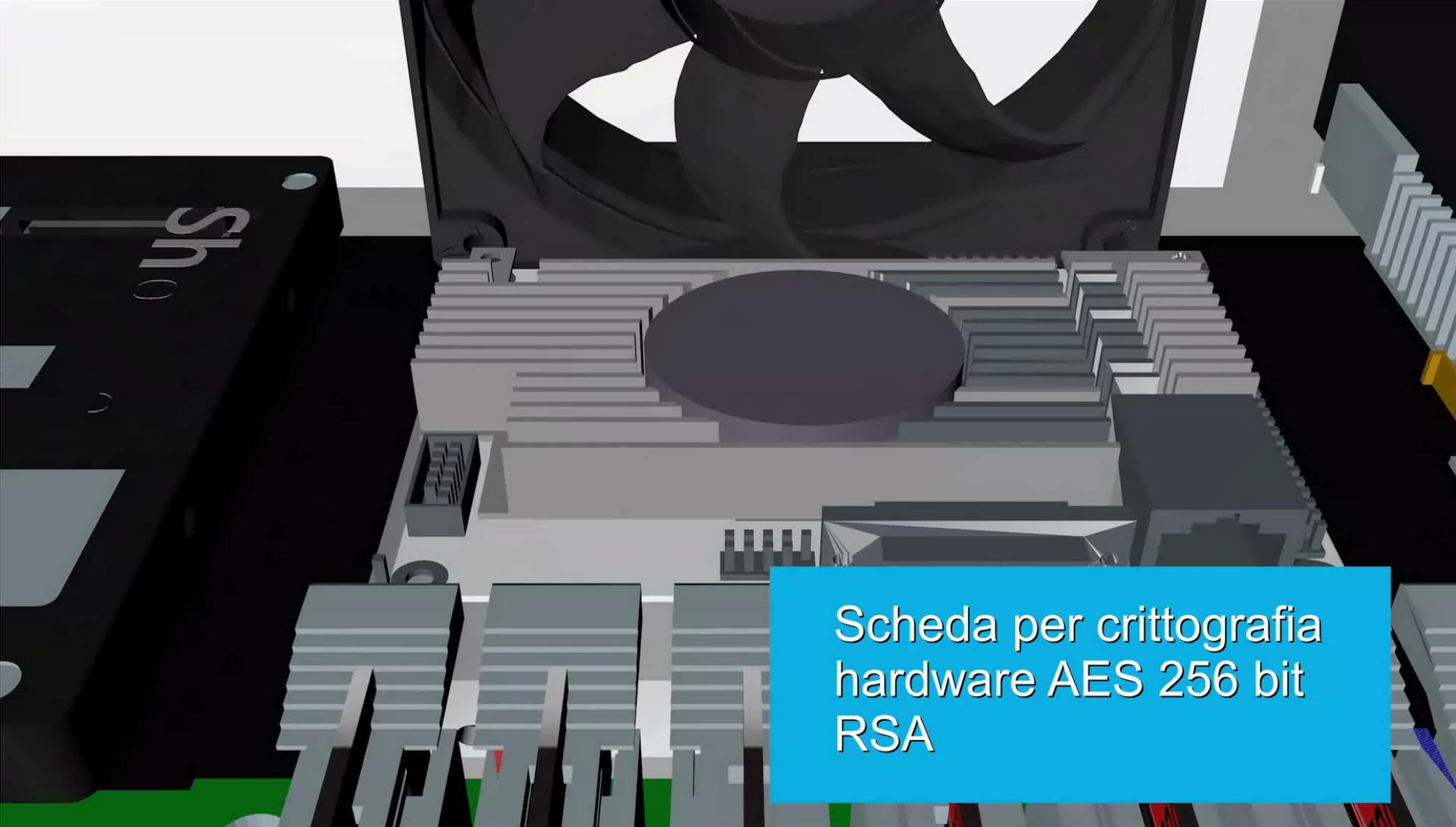
Interfacce di gestione
e terminale



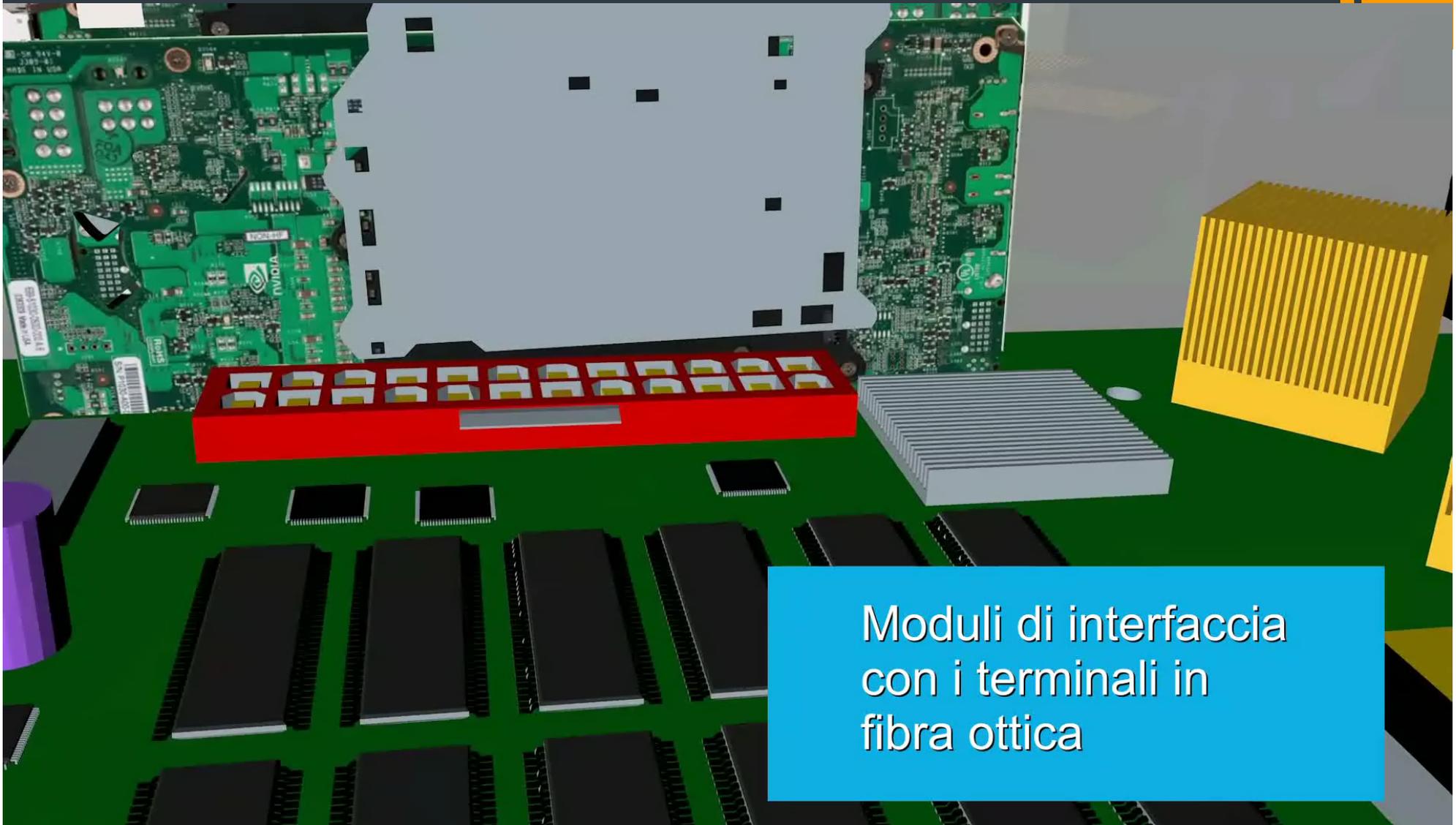
RAM ECC + due CPU
ridondanti + memorie
dedicate per caching



Schede Hardware per
multiplexing e analisi del
segnale con FPGA dedicati

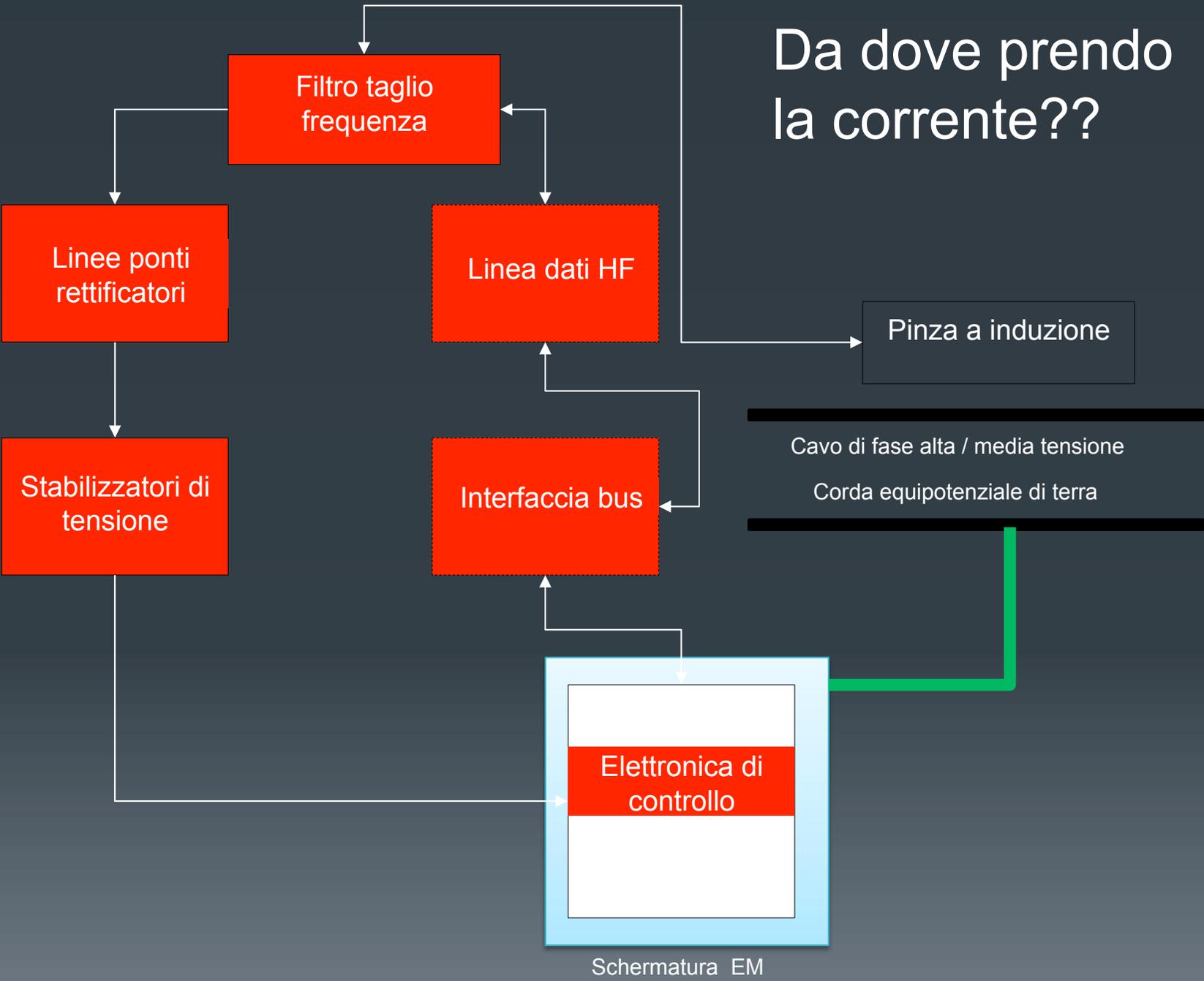


Scheda per crittografia
hardware AES 256 bit
RSA



Moduli di interfaccia
con i terminali in
fibra ottica

Da dove prendo la corrente??



RTX1

Analisi pulizia forma
d'onda
sui ricevitori

Sensori qualità
dell'aria

Interfaccia di rete
diagnostica

RTX2

Analisi pulizia forma
d'onda
sui ricevitori

Sensori qualità
dell'aria

Interfaccia di rete
diagnostica

RTX3

Analisi pulizia forma
d'onda
sui ricevitori

Sensori qualità
dell'aria

Interfaccia di rete
diagnostica

RTX4

Analisi pulizia forma
d'onda
sui ricevitori

Sensori qualità
dell'aria

Interfaccia di rete
diagnostica



Internet



Centro di controllo
internet provider



Server di controllo

LaserWAN Lines:

	COD	Description	Session ID	Connection	Status	GBIT/S
▶	0685F2/2395	EUCYS 2016 - L...	FFF345A4E53A\$...	Ethernet 10/100	Working	1 Gbps
*						

Switches Line View Add... Remove Graph Data OP mode Auth Keys

Logged as

Valerio
Pagliarino
#0000000A1

Key:
RSA-A-MASTEF
1 - FULL CONTI

Logout

Transceiver

Go to: GeoXY Search

Geo Infrastructure

Explore server Open Map

RTX: #AA0AH001 Type: Experimental micro A1 1Gbit/s Mono - no_op

Chain... Manual CFG

50°47'46.9"N 4°22'23.8"E

Status	Working OK	Chain	OK - r1 - p1 - s1
Watts	8,74 W	Power	not dimmable
Aux CON	92.4 Mbit/s OK	Air Q	96/100
GI Temp	25,4 °C	St Q axis	98 %
Dnc Temp	29,5 °C	Lenses	not adjustable

RTX: #AA0AH002 Type: Experimental micro A1 1Gbit/s Mono - no_op

Chain... Manual CFG

50°47'02.3"N 4°25'26.8"E

Status	Working OK	Chain	OK - r1 - p1 - s1
Watts	8,74 W	Power	not dimmable
Aux CON	92.4 Mbit/s OK	Air Q	96/100
GI Temp	25,4 °C	St Q axis	98 %
Dnc Temp	29,5 °C	Lenses	not adjustable

```

Pagliarino Valerio Technologies
LightSquare - EUCYS 2016 edition
LaserWAN management software
-----
Real time console
Valerio_Pagliarino@STC_admin//
$CMD>
    
```

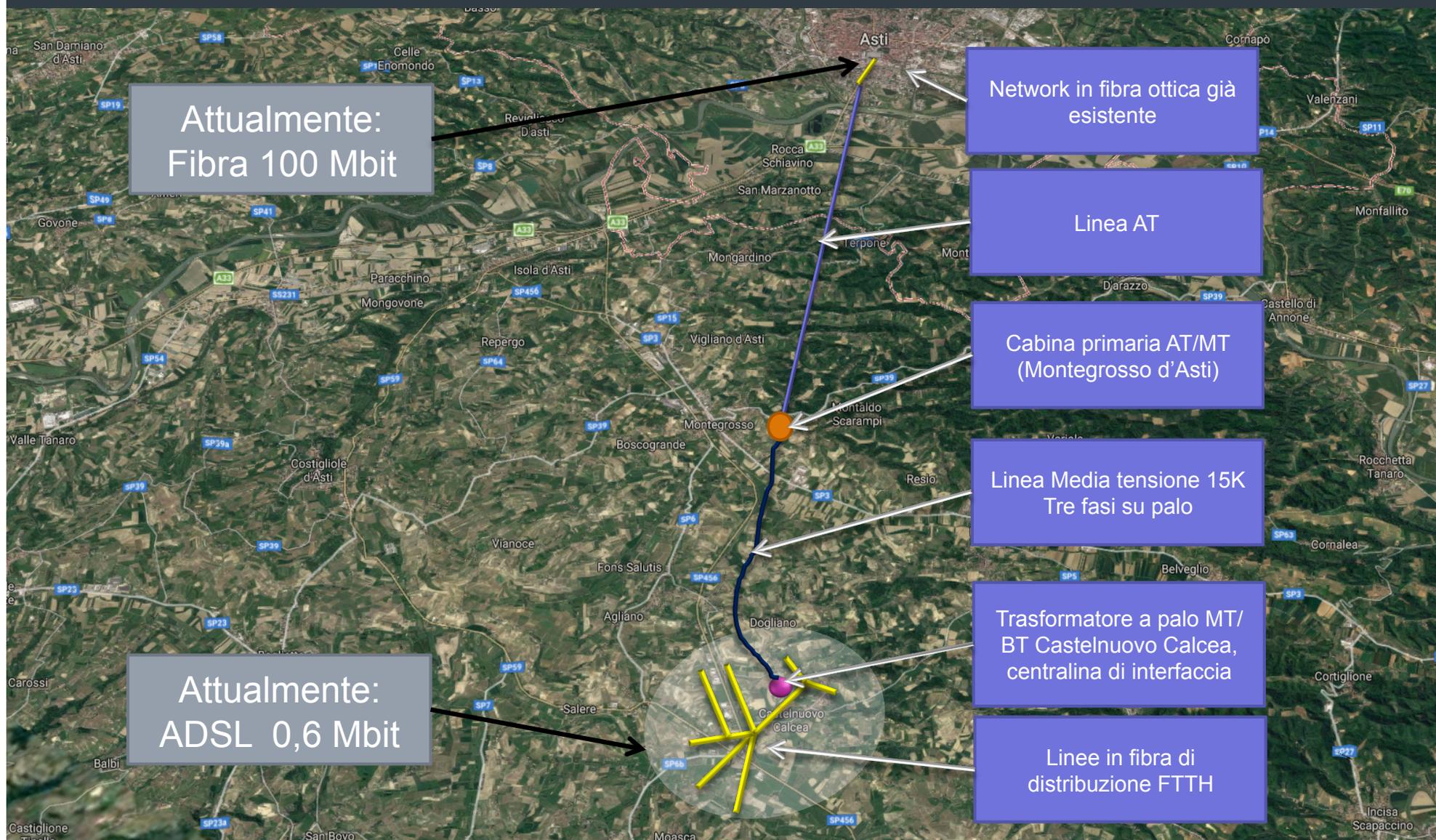
EXE

Update Transceivers Transceivers: auto Maps Connections Interface Low Level Properties About

Hardware	Software	SSH	Multi manager
Hardware: Experimental n01 WV: 1.0.0.0 ----- CPU: ARM Cortex M5 RAM: 1 Gbyte 1L0UT: GPIOs on Cortex M5 2Lmico: ATmega 328P TR-switch: ----- HW/WCC: Broadcom SoC	Software: Experimental n01 WV: 9.0.65.23 ----- Linux Debian Wheezy LaserWAN: LightSquare_ID_KERNEL TRX Firmware: LaserWAN custom 2.3.0.0	SSH: vv. 1.3.0 ----- Login mode: AUTO CREDENTIALS SENDING	Apply to Read from only after before
H001	H001	H001	H001 H002
	Upload Download Manager		<input type="checkbox"/> H001 <input type="checkbox"/> H002 Programmers

Applicazione in uno scenario reale

41





E adesso?

E adesso?

43

Quello che posso
fare io

SIAMO QUI

Quello che non
posso fare io



Ringraziamenti

44

Un grazie alla mia scuola

Liceo Scientifico Nicola Pellati di Nizza Monferrato (AT)

Un grazie alla mia professoressa di fisica

prof. G. Bogliolo per il supporto

Un grazie al prof. D. Menasce

per il suo supporto

Un grazie speciale al GARR

Per le attività che svolge per le scuole e soprattutto
per la grande opportunità che oggi mi ha dato

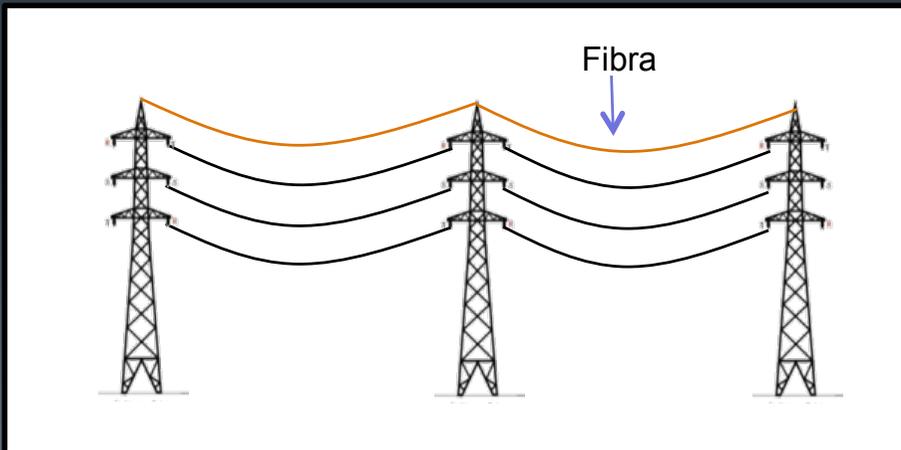
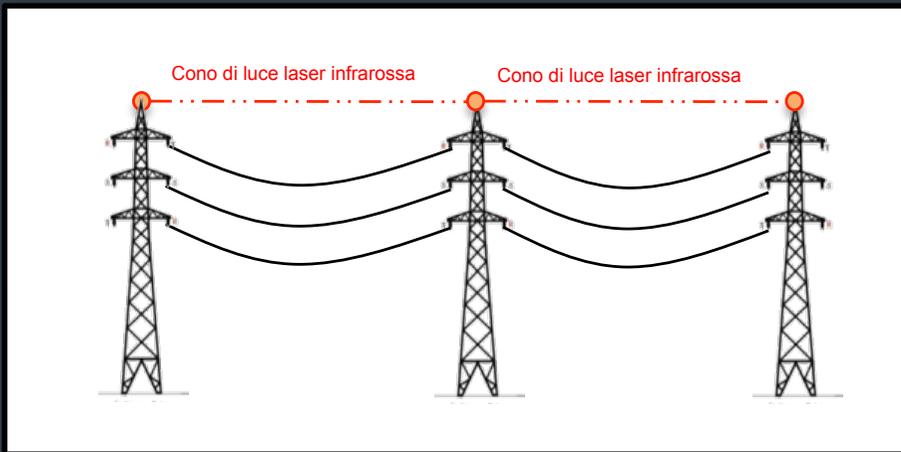
Fine

45



Valerio Pagliarino

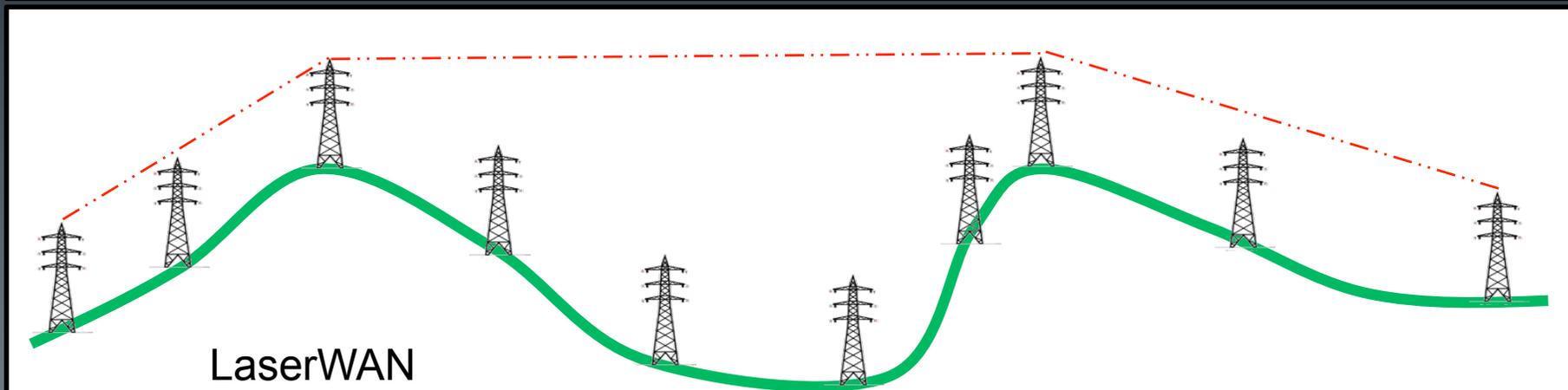
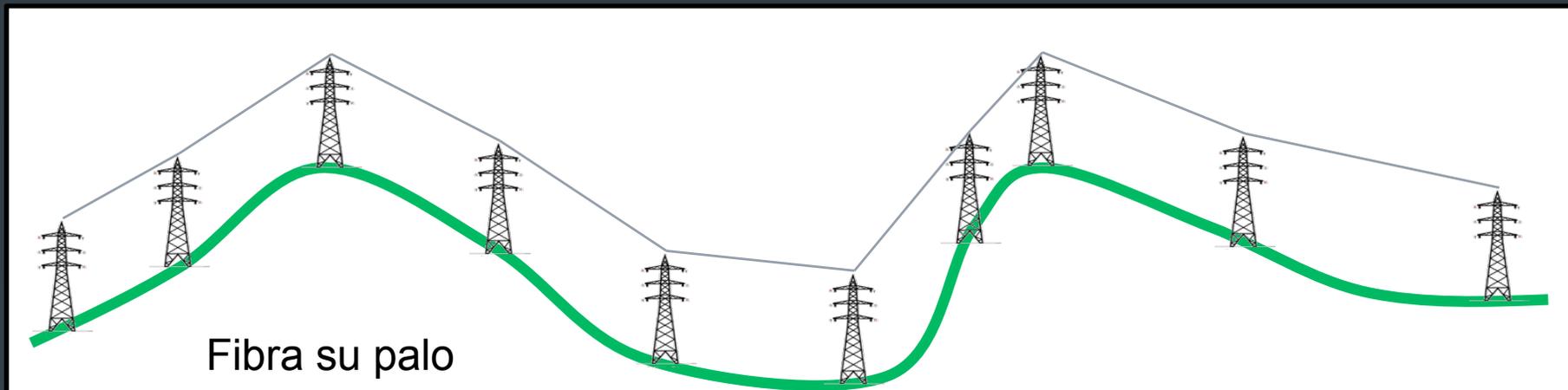
LaserWAN a confronto



Non sarebbe più conveniente tirare direttamente un cavo in fibra ottica sui tralicci AT/MT??

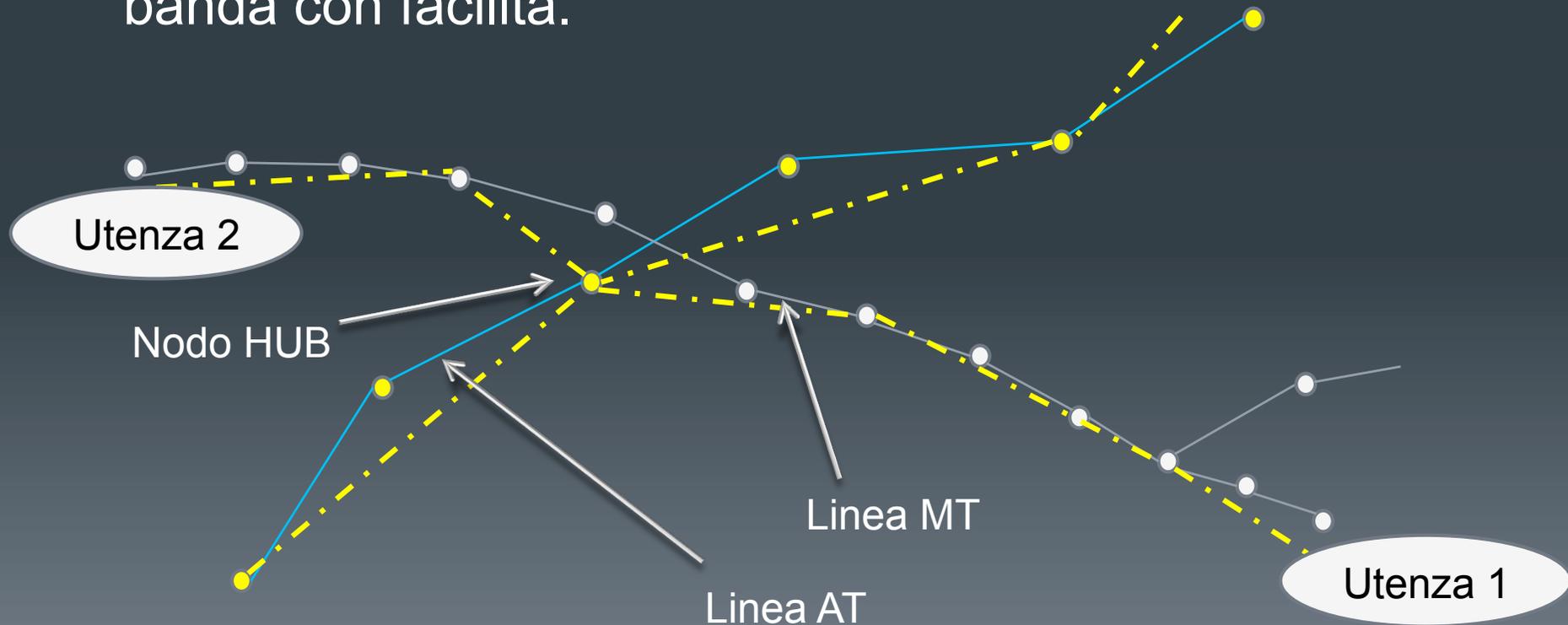
LaserWAN a confronto

I ricetrasmittitori non sono installati su tutti i tralicci AT/MT, mentre un cavo in fibra non può avere una campata più lunga di quella dei cavi elettrici, quindi i costi di installazione sono minori, ed è una tecnologia più versatile

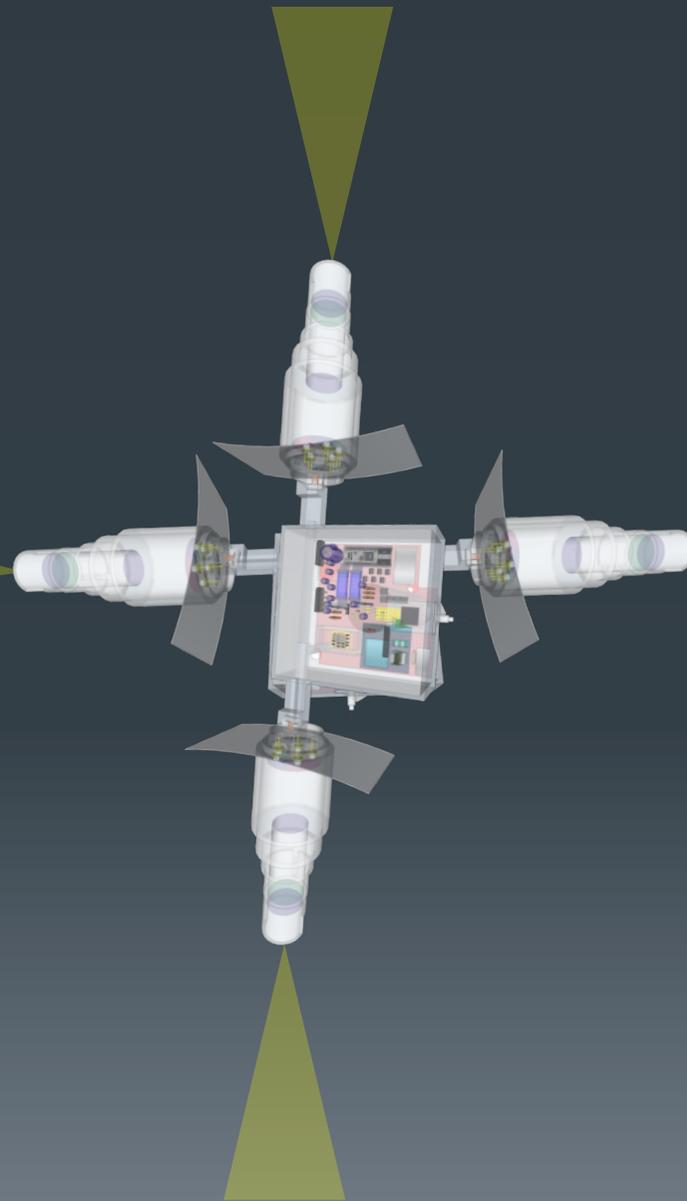


LaserWAN a confronto

Con i ricetrasmettitori laser è facilissimo passare da una linea elettrica all'altra, inoltre è facile creare dei nodi di routing tra più linee nei punti di intersezione. Questo permette di creare linee di ridondanza e aggregazione di banda con facilità.



Ricetrasmittitori multipli



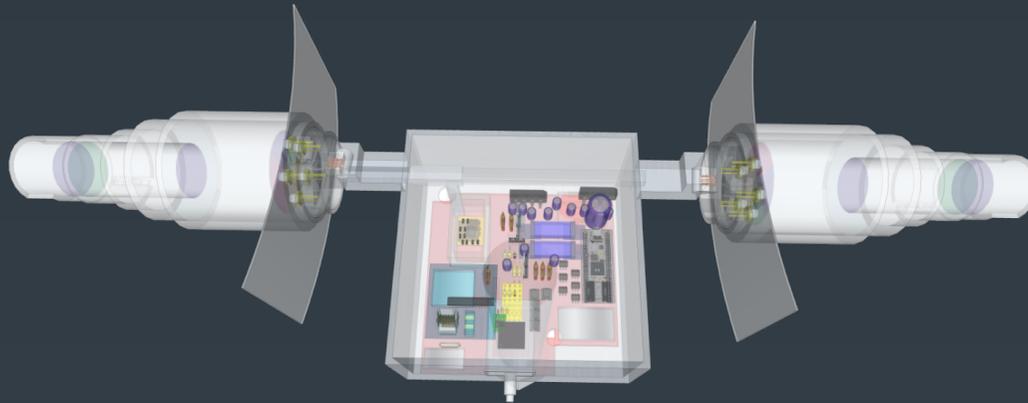
LaserWAN a confronto



Laser FSO, anni 80-90

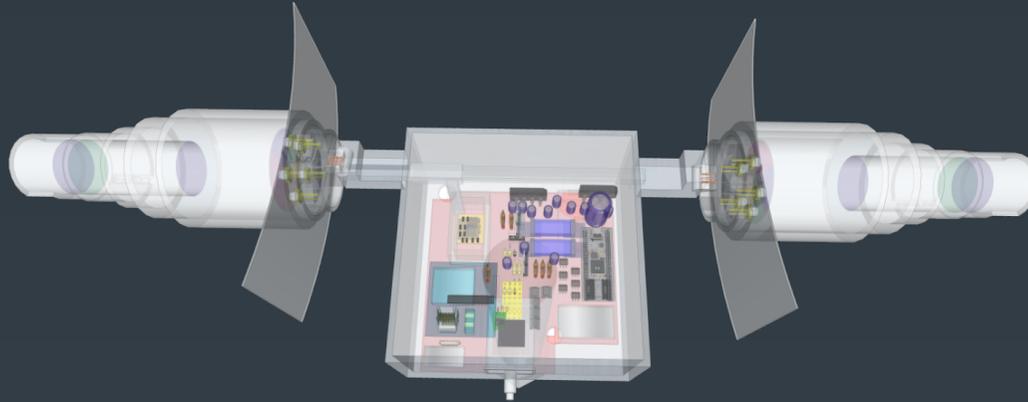
Non è la prima volta che si utilizza la luce per trasmettere i dati

Dov'è la novità?



- Dispositivi che nascono per l'utilizzo sull'infrastruttura della rete elettrica, controllo centralizzato e telegestione
- Si utilizzano circuiti integrati ad altissima frequenza che non erano disponibili nei decenni passati
- La regolazione ottica diventa dinamica, si adatta alle diverse condizioni climatiche
- Oggi è molto più facile (ed economico!) costruire diodi laser di potenza, conseguenza dello sviluppo dell'industria del silicio
- Funzionamento non point-to-point ma in chain (full duplex)

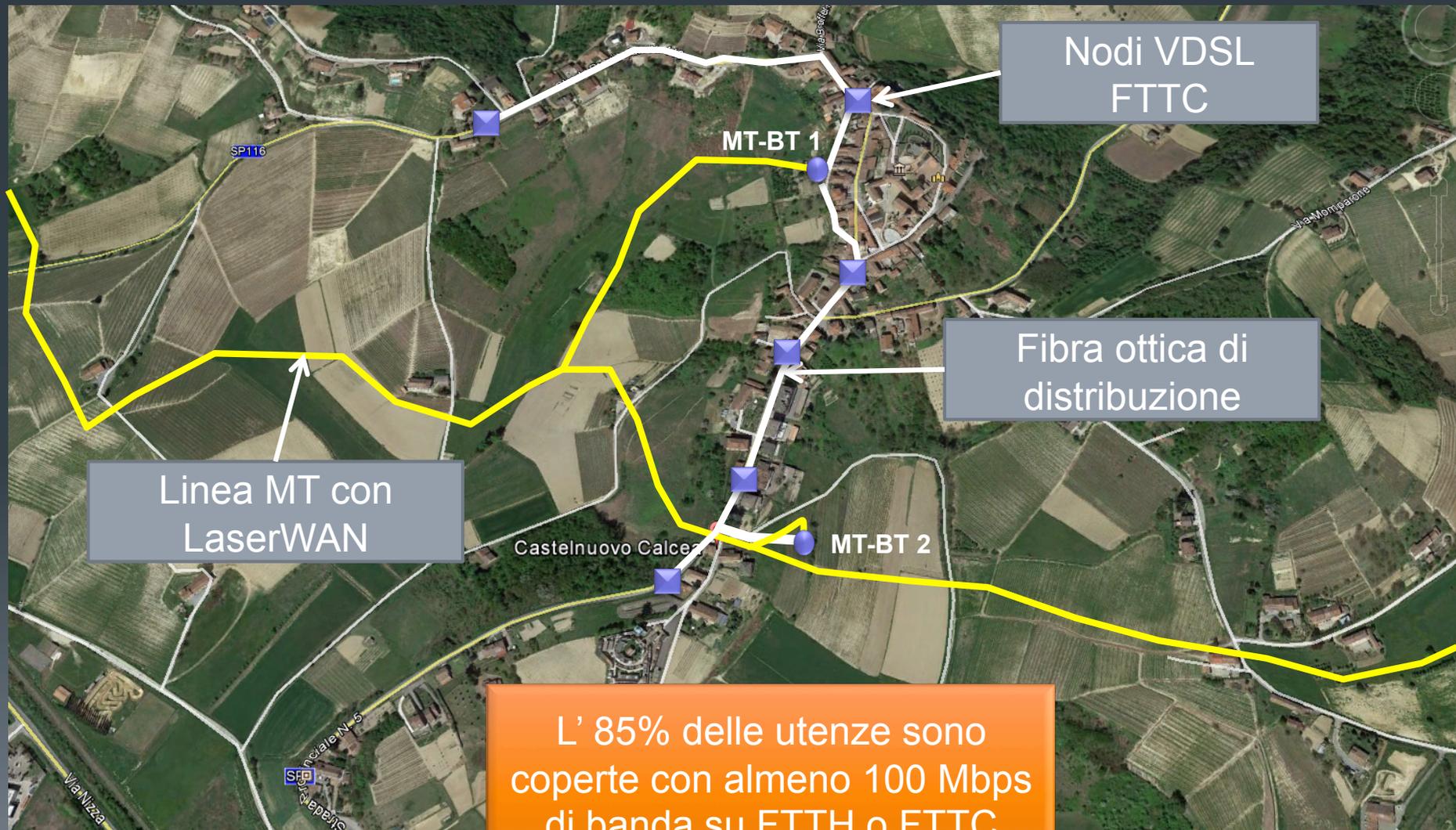
Questo si traduce in:



- Possibilità di creare sistemi molto più stabili che in passato
- Possibilità di creare sistemi con banda passante maggiore che in passato (da 0,01 – 3 Gbps a quasi 100 Gbps)
- Maggiore resistenza alle condizioni atmosferiche avverse
- Sistemi controllabili e verificabili da remoto

Esempio applicativo

Linea “ultimo miglio” a valle di LaserWAN



L' 85% delle utenze sono coperte con almeno 100 Mbps di banda su FTTH o FTTC