

what
NEXT?



14 Maggio 2014

~~7-8 April 2014~~

~~Angelicum - Roma~~

Aula Magna - DIFA - Bologna



Rivelatori

Tommaso Chiarusi

INFN - Sezione di Bologna



Organizzazione della presentazione

- Ogni gruppo ha strutturato le slide secondo una timeline a 3 blocchi:
 - **esperienza acquisita** (nei passati 5 anni)
 - commitment sicuri per il prossimo futuro (“**balistici**”)
 - **What’s next...**
- Io ho fatto un macro-raggruppamento per **tipologie di misura**: tracciamento, timing e trigger, misure di energia e luminosità:


Un sentito ringraziamento a tutti i colleghi che hanno contribuito con slides e rispondendo alle mie domande !

Misure di tracciamento

Telescopi per neutrini

S. Biagi, S. Cecchini, T. Chiarusi, I. D'Antone, L. A. Fusco, F. Giacomini, M. Manzali, A. Margiotta, A. Paolucci, G. Pellegrini, C. Pellegrino, M. Spurio, R. Travaglini

Ultimi 5 anni: NEMO (DAQ) e ANTARES (Run Coordination)

“Balistico”:  **KM3NeT** - 8 Torri à la NEMO
(2015-17) - 24+7 stringhe con DOMs

Principale innovazione tecnologica in

KM3NeT:

Modulo ottico digitale (DOM) con 31 PMT da 3”

DOM \Rightarrow 1 nodo IP

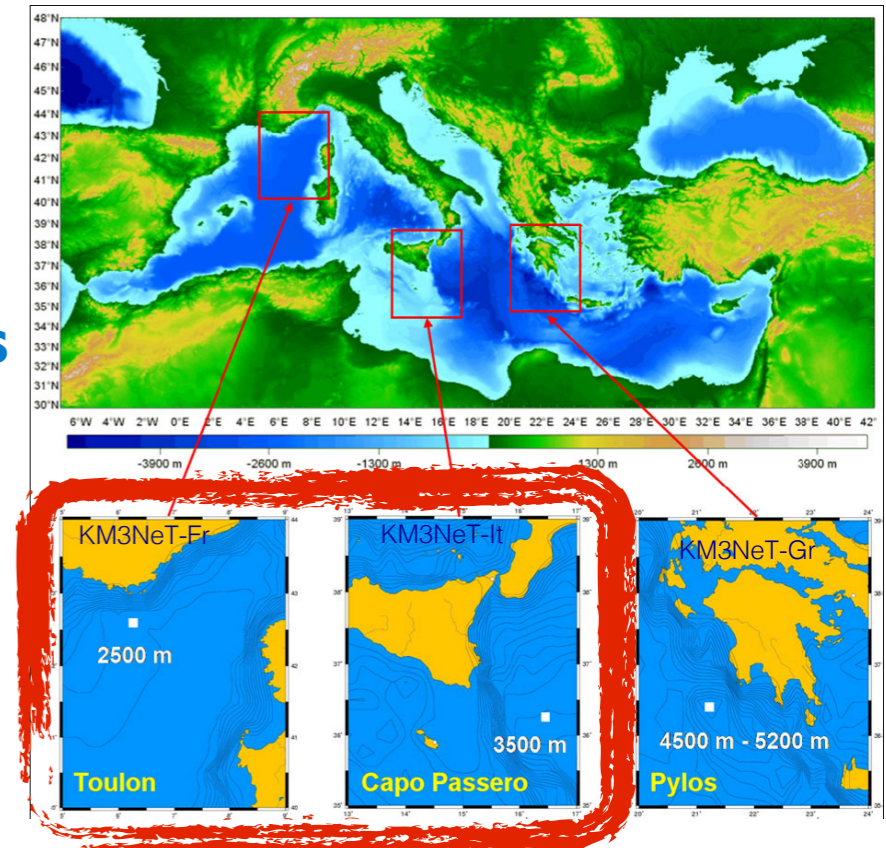
\Rightarrow Phase I: rete composta da ~ 700 DOM

A Bologna:

- progettazione e sviluppo H/W e F/W per scheda di front-end (v. talk A. Gabrielli)
- coordinamento DAQ “all data to shore” :
 - alto throughput per fondo ottico (> 200 Gb/s) (confronto con nuova DAQ LHCb)
 - riduzione dei dati + selezione eventi (**COLLABORAZIONE con CNAF**)

Futuro:

- estensione della rete di un fattore 5-6 (KM3NeT-Phase 2, $> 10k$ DOMs) Segue in Appendice I
- adeguamento della DAQ



Infrastruttura di ricerca distribuita su diversi siti (Phase I: Italia, Francia)

CryoLab @ LNGS

Sartorelli, Selvi, Garbini, Persiani,
Massoli, Agostini, Morana

Ad oggi

- Costruito un laboratorio criogenico @ LNGS
- Realizzato un sistema di controllo e allarme del setup
- Testati i primi 6 PMTs di XENON1T, immersi direttamente in Xenon liquido

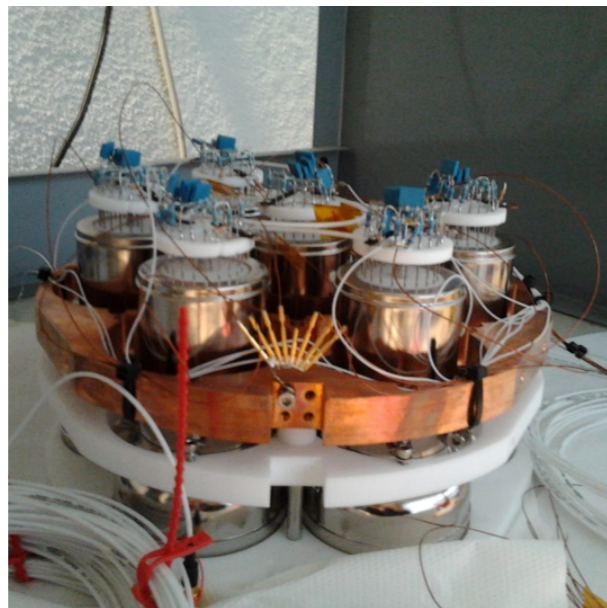
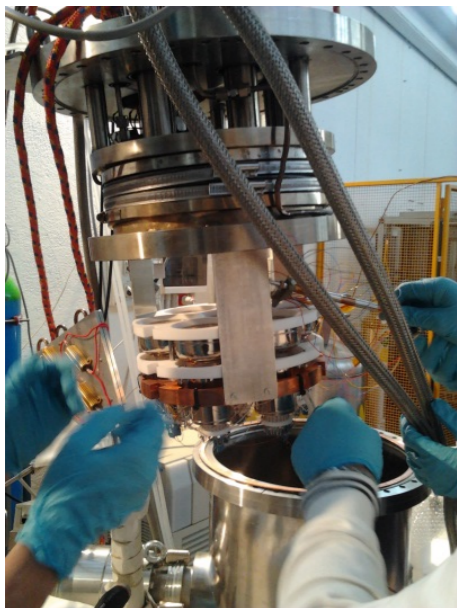
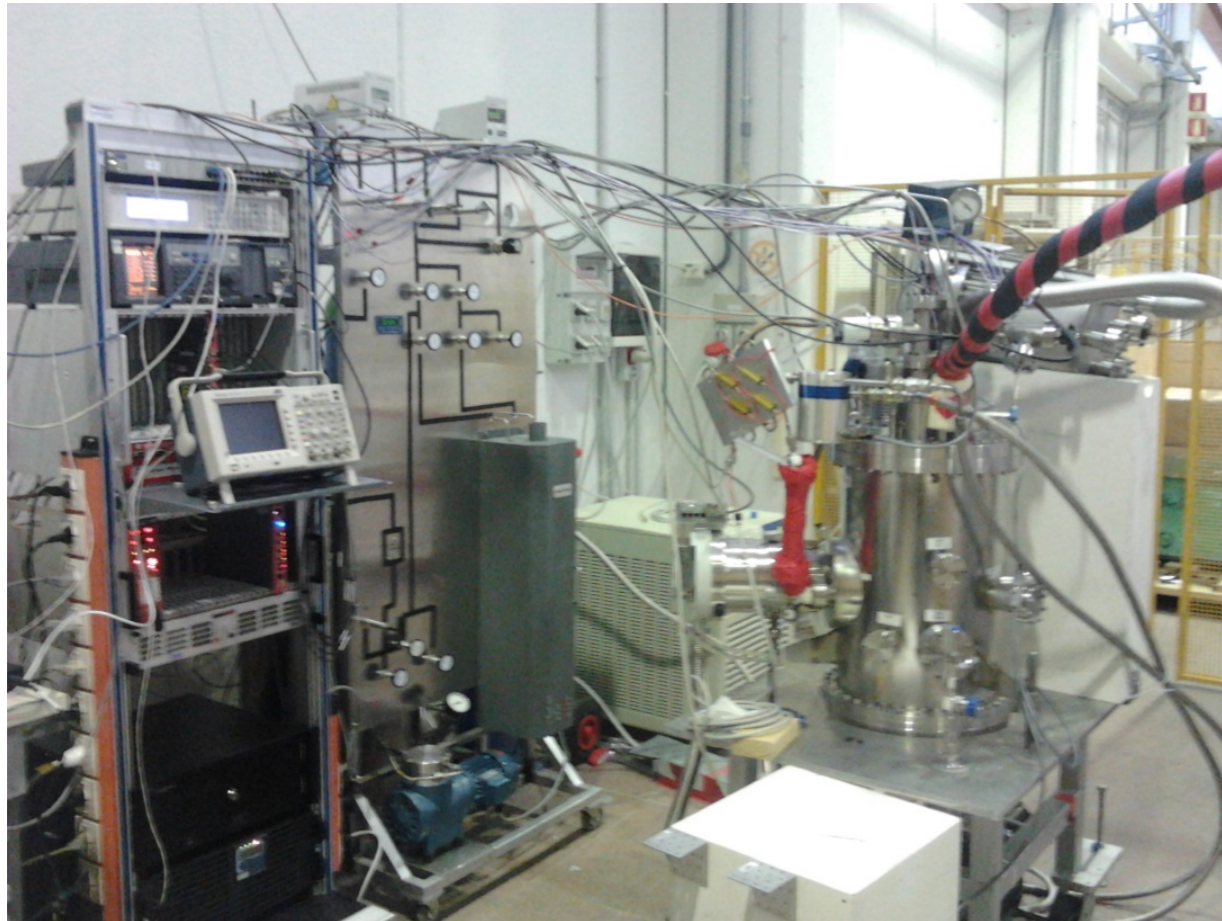
Prossimo futuro

- Test sistematico dei PMT di XENON1T
- Costruzione di una piccola TPC
- Test degli elettrodi dei campi elettrici di drift
- Test del HV feed-through

In 1-2 anni

(Multi Pixel Photon Counter)

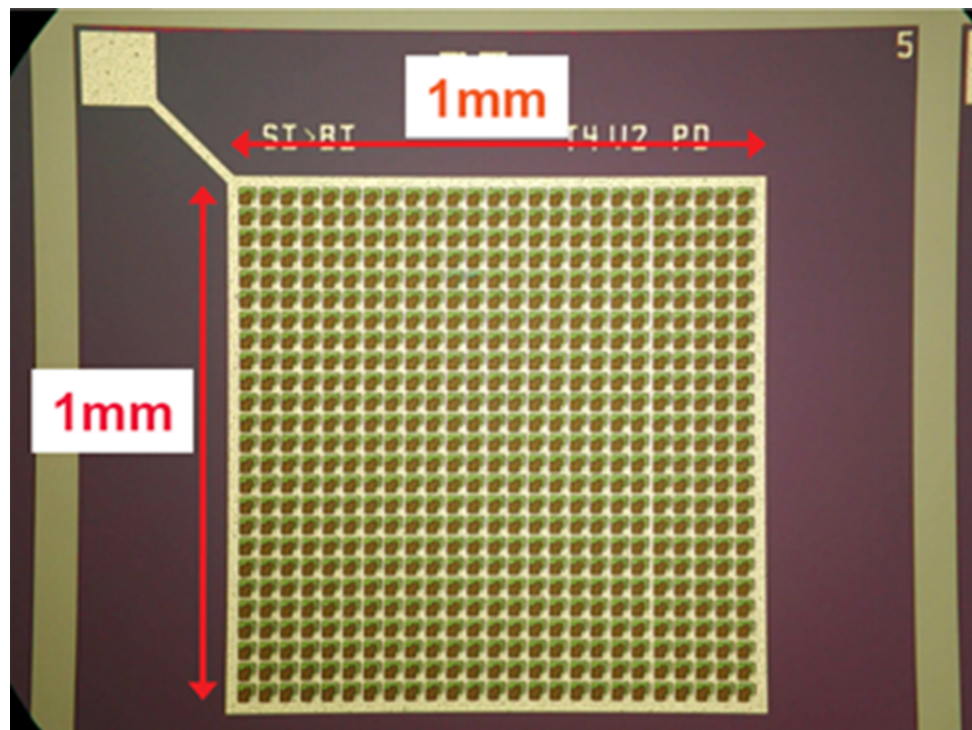
- Caratterizzazione di MPPC in aria e in Xenon Liquido
- R&D su soluzioni innovative per la realizzazione di una TPC di nuova concezione (sensori anche sui lati)
- Costruzione prototipo della nuova TPC
- Misure di precisione del Light Yield e Charge Yield di ER e NR a basse energie



Segue in Appendice 2

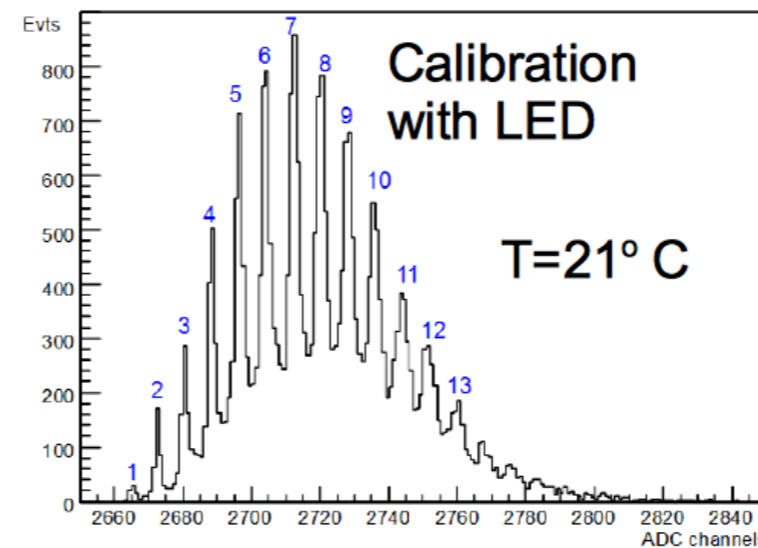
Silicon PhotoMultiplier (SiPM)

A. Montanari
per il Gruppo V



Matrice di fotodiodi a valanga
in regime Geiger (GM-APD)

I fotodiodi sono collegati in parallelo:
segnale proporzionale al numero di fotoni



PRO:

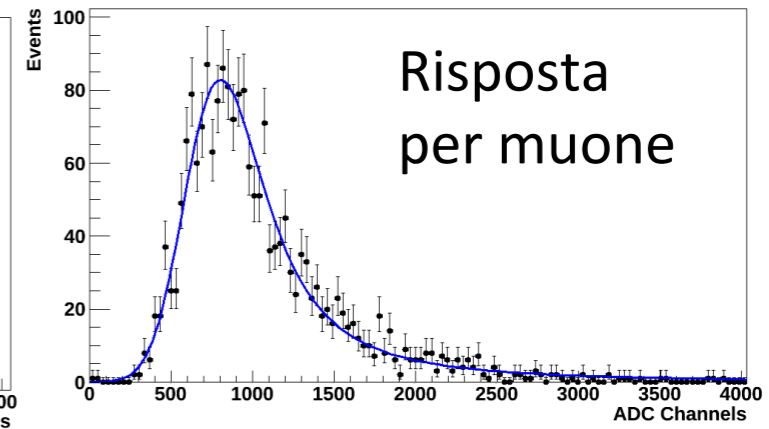
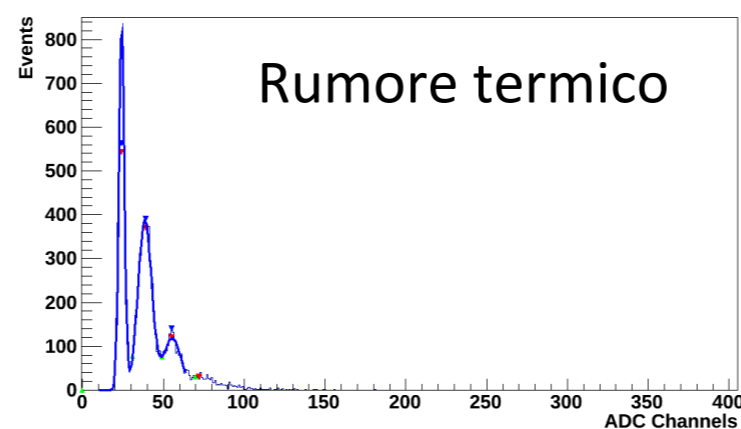
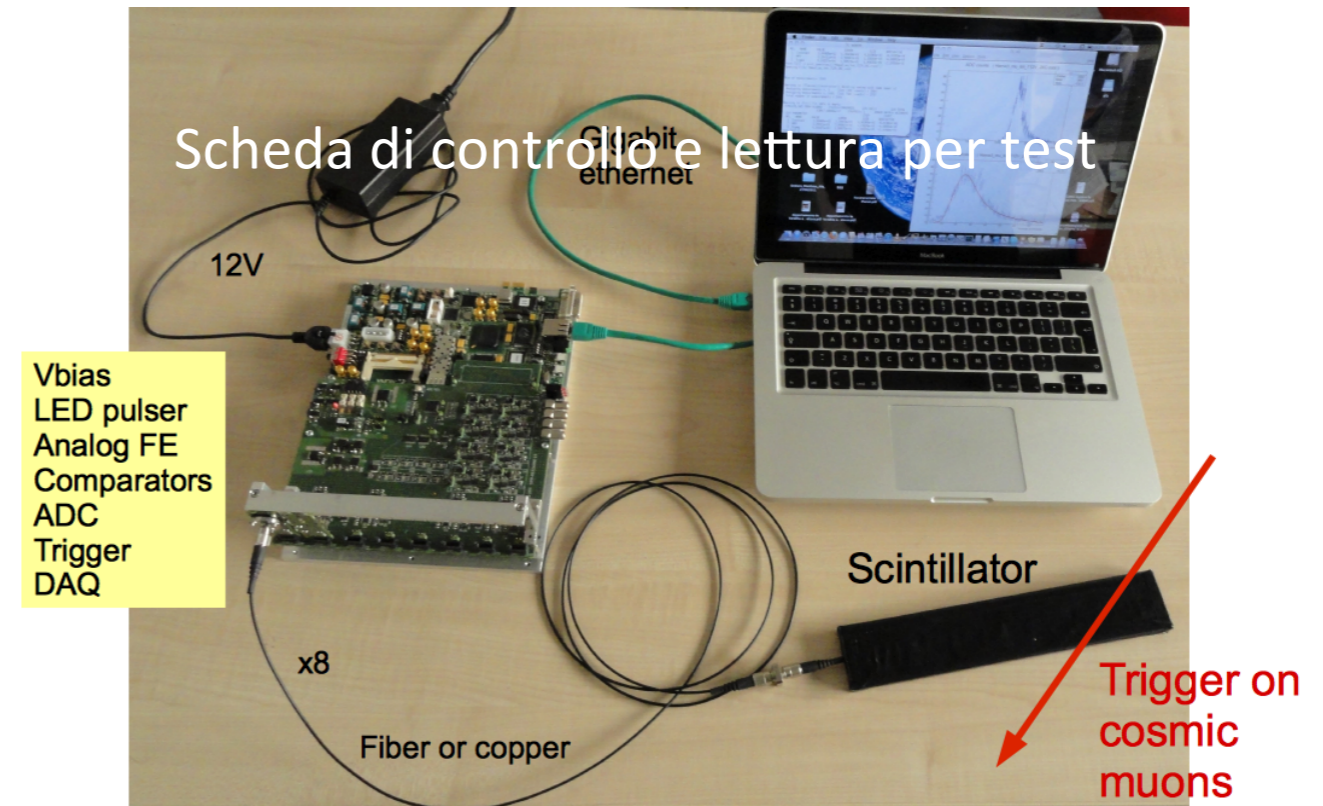
- Single photon counting
- Alto guadagno (10^6)
- Risposta veloce
- Basse tensioni di alimentazione
- Basso consumo
- Insensibili al campo magnetico
- Basso costo (~ 20 Euro/mm²)

CONTRO:

- Rumore termico elevato \Rightarrow raffreddamento tramite PID (cntrl in retroazione)
- Guadagno dipende dalla temperatura \Rightarrow Sostituzione del silicio con diamante artificiale
- Danni da radiazione ($\sim 10^{10}$ n/cm²)

Rivelatore di muoni (tipo SuperB)

- Scintillatore estruso 5 x 1 x L cm³ (lunghezza L fino a 2 m)
- Luce raccolta con fibra WLS
- SiPM ad un capo della fibra
- ~50 fotoni / m.i.p.
- **Lettura digitale (semplice!)**



La tecnica semplice e a basso costo (~ 500 Euro/m²) si presta bene alla rivelazione di muoni in esperimenti che non richiedono grande risoluzione spaziale (~5 cm/ $\sqrt{12}$)

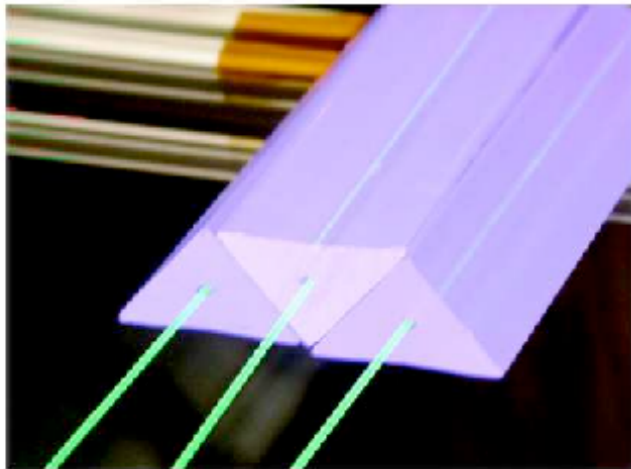
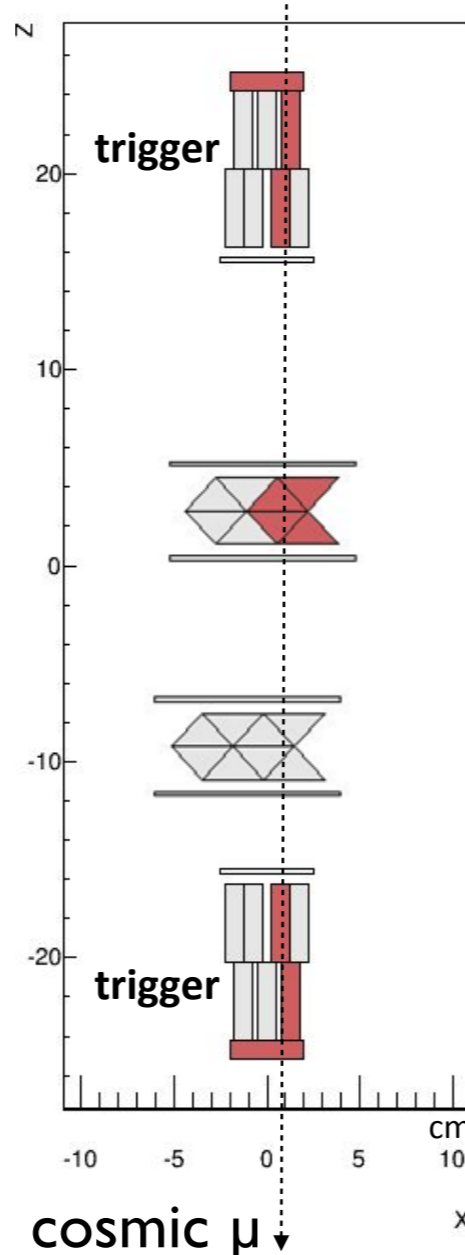
R&D on High Precision Detectors

S. Cecchini, I. D'Antone, L. Degli Esposti, I. Lax, G. Mandrioli, M. Pozzato, L. Pasqualini, L. Patrizii, G. Sirri, M. Tenti

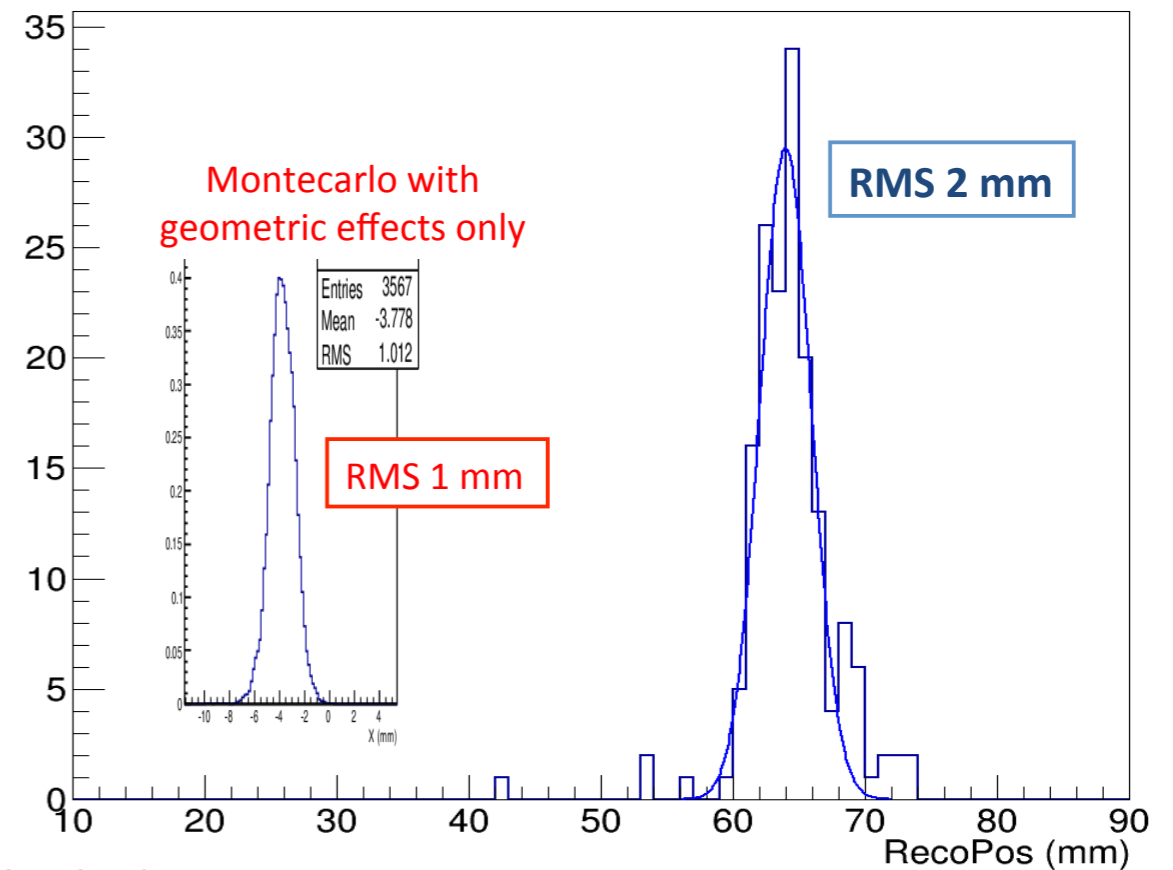
Aim: measurement of muon momentum & charge in the 0.5 GeV
- 10 GeV range

- relevant in LBL exps to limit ν / anti- ν related systematics
- relevant to disentangle ν anomalies in ν / anti- ν channels

Triggering on Cosmic Rays



Reconstructed position of selected CRs selected within a 2.5 mm wide area



ONGOING ACTIVITY

- test new SiPM batch (response to different emitted light wavelength)
- calibration, temperature effects...
- prototype tracking device on a test-beam

PLANNED ACTIVITY

- Tracking detector in magnetic field

Misure di Timing e Trigger



ALICE Time-of-Flight

P. Antonioli

realizzazione detector di tempo di volo
con performance eccellenti ($\sigma=80$ ps)
su grande area (144 m²)

Competenze acquisite

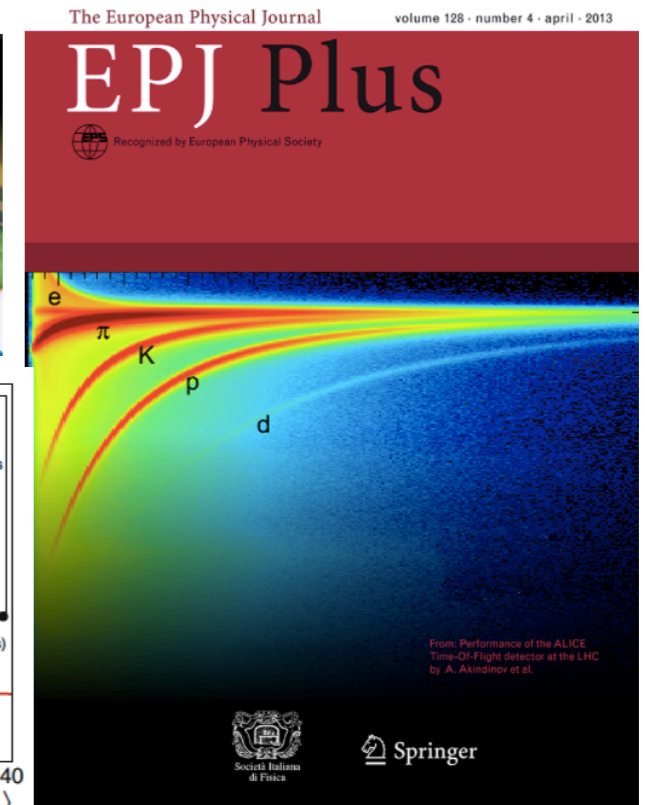
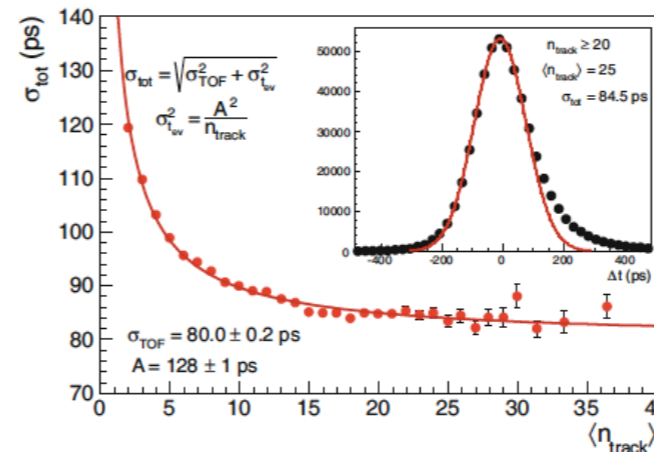
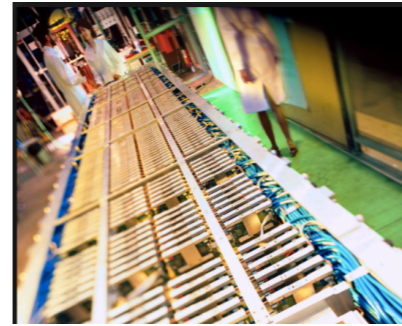
- MRPC detector
- produzione larga scala
- quality assurance tests
- calibrazione sofisticata
- problematiche elettroniche per misure di timing O(10) ps
- metodologie per radiation tolerance tests

Impegni da qui a 5 anni (2014-2019)

- LHC run2 operations + preparazione upgrade (\rightarrow elettronica)
- ma:... ALICE life-cycle fino a 2028!

What next?

- idealmente utilizzare know-how esistente: ma non c'è per ora "idea di fisica"
- Interesse su rivelatori di timing SiPM e MCP (attività in corso), silici



Eur. Phys. J. Plus (2013) **128**: 44

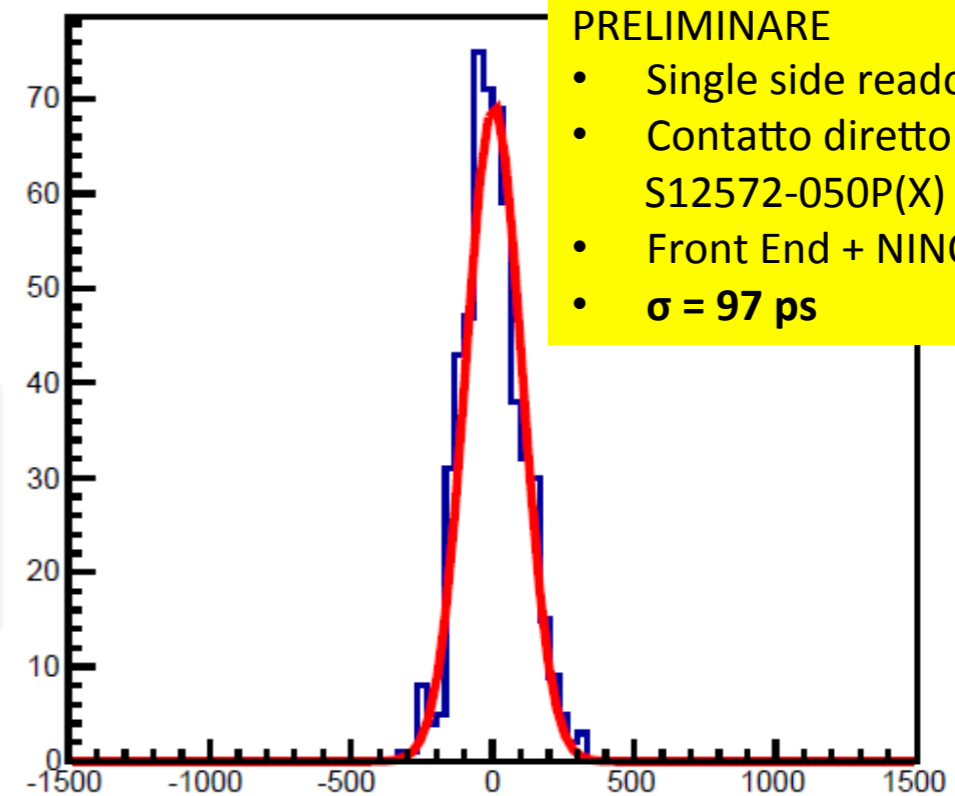


ALICE – Test timing

R. Nania

- Telescopio raggi cosmici definiti da due scintillatori con PM
- Test con scintillatori BC420 (2x2x3 cm³)
- Test a contatto diretto o tramite fibre a risposta veloce WLS BCF-92
- Fotorivelatori : SiPM (varie tipologie pixel), MCP (singoli/multicanale)
- Futuro : possibilità utilizzo silici (forse call GR-V)

Collaborazione con Officina Meccanica e Gruppo Elettronica (FrontEnd , modulo readout USB , TDC su FPGA)



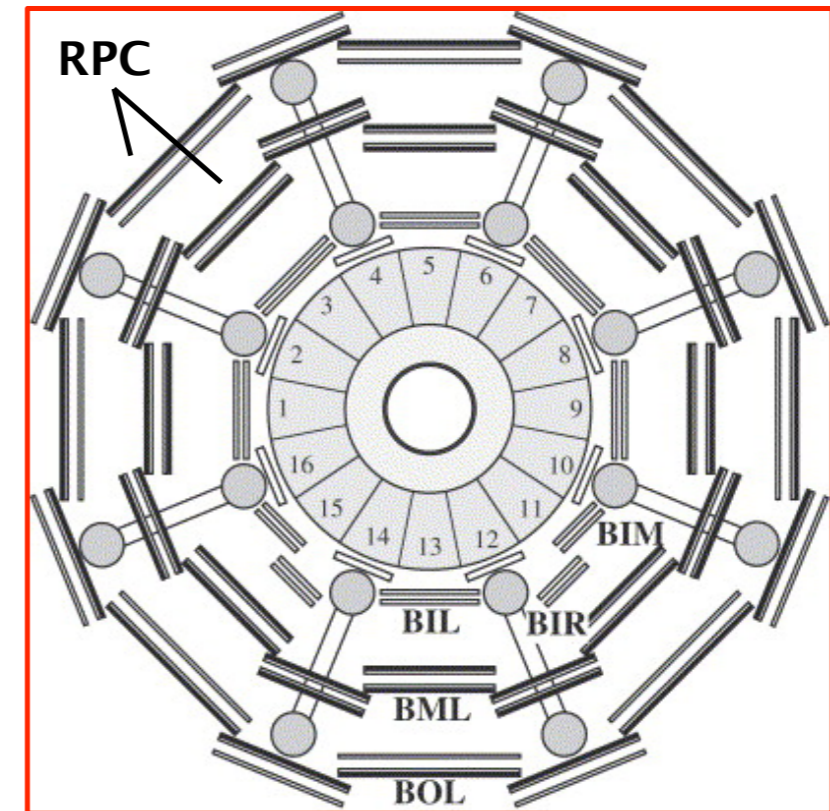


RPC in ATLAS/GIF++

Gamma Irradiation Facilities



ATLAS Barrel Muon



ATLAS:

Test e commissioning delle camere RPC per il trigger dei muoni nella regione barrel. Running e maintenance del rivelatore (detector, DCS, DQ, LVL1)

AIDA:

Realizzazione dell'infrastruttura utente della GIF++: disegno tecnico del cosmic tracker, DCS (Detector Control System) (costruzione in corso)

ATLAS fase-1:

Studio della proposta per completare il trigger di muoni nella regione intermedia barrel/endcap (accettanza, rates). Proposta in via di approvazione in ATLAS.

ATLAS fase-2:

Partecipazione all'R&D per nuovi RPC da installare come strato interno dello spettrometro barrel per muoni (studi di nuovi gas, nuovi materiali, nuova struttura) Prossima richiesta di fondi in CSN1.

AIDA-2:

Proposta di estensione del cosmic tracker della GIF++. Partecipazione al work-package sui gas detectors. Attualmente in preparazione la sottomissione all'UE.

L. Bellagamba, D. Boscherini (RPC)

Misure di Energia e Luminosità

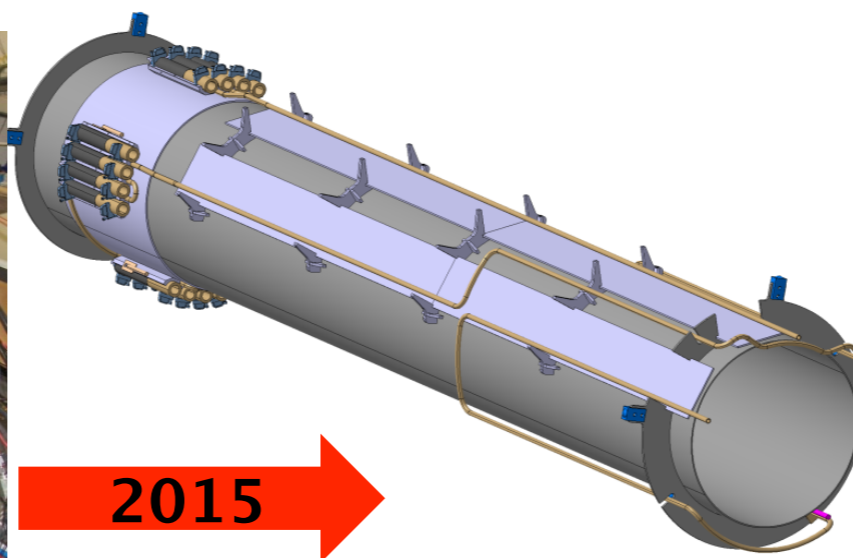
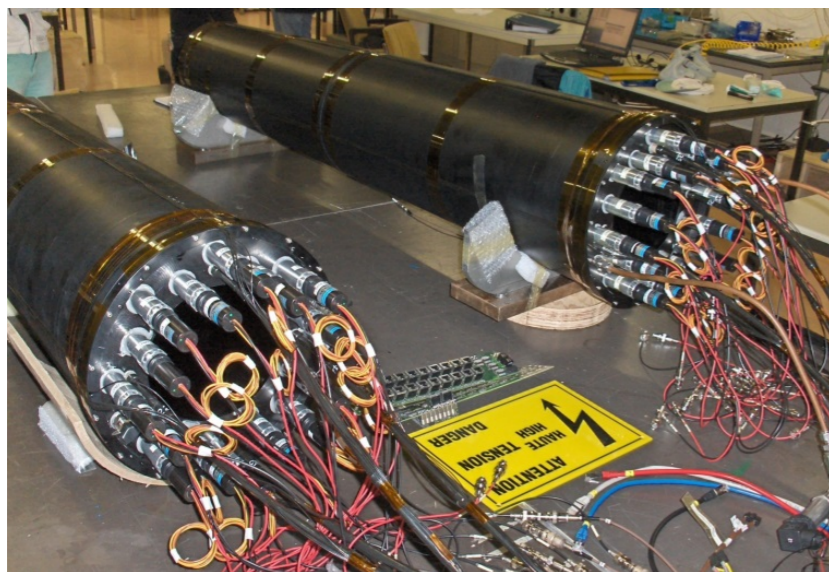


LUCID

Luminosity measurement using a Cherenkov Integrating Detector



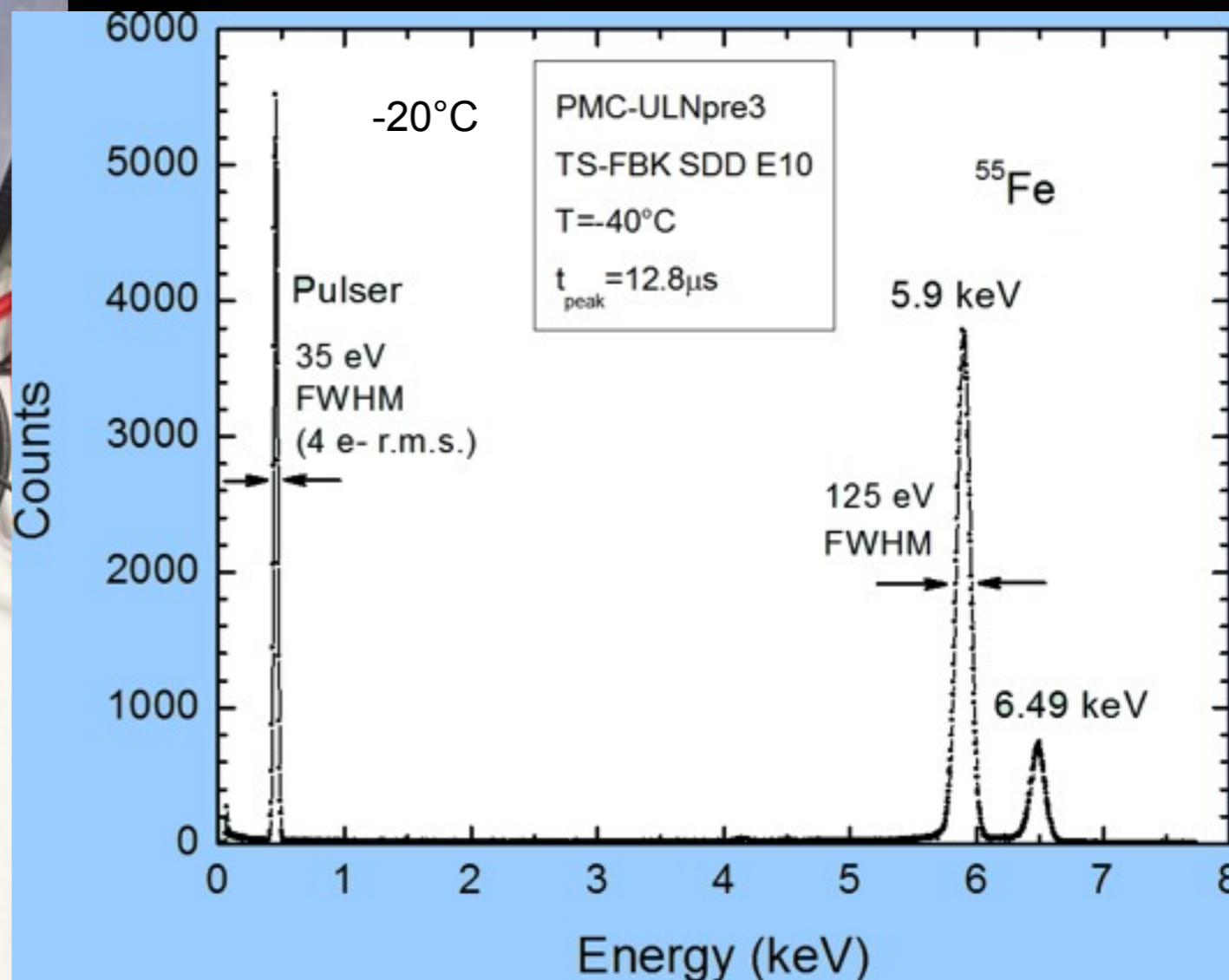
- Luminometro di ATLAS (progetto e costruzione: INFN Bo)
 - Misura della luminosità bunch-per-bunch
 - Ha operato stabilmente dal 2010 in un range di luminosità superiore a quello di design
 - Precisione sulla misura della luminosità a livello del %
- Redesign completo in corso (long shutdown 1):
 - Adattamento a condizioni di LHC previste
 - **Nuovo rivelatore e nuova elettronica di lettura** (LUCROD, progetto INFN Bo). Implementa algoritmi addizionali/complementari



B. Giacobbe

SILICON DRIFT DETECTORS (SDD) di grande area ($7 \times 7 \text{ cm}^2$) con ASIC dedicato

G. Baldazzi

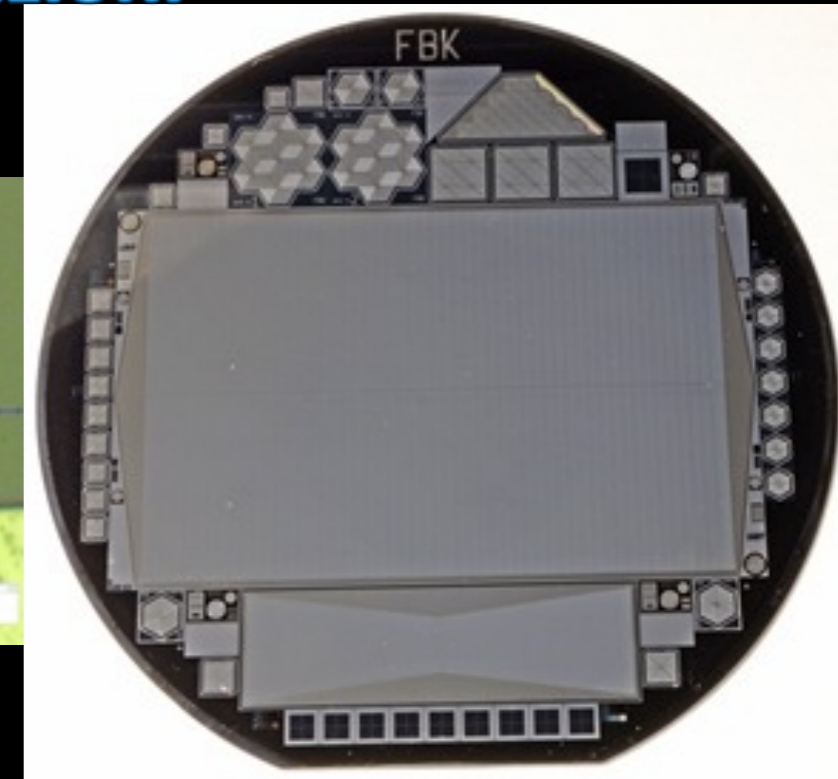
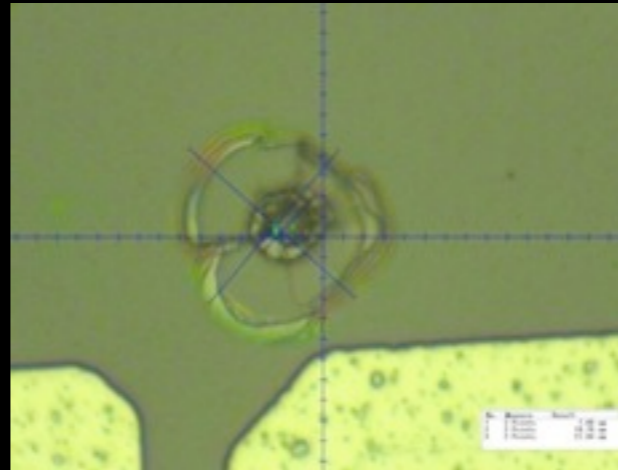


INFN sezioni di Trieste, Bologna, Roma
INAF-IASF sezioni di Roma, Bologna
FBK Trento – Politecnico di Milano – Università di Pavia
Sincrotrone di Trieste

Responsabile per Bo: G. Baldazzi – giuseppe.baldazzi@bo.infn.it

Stato dell'arte

- **Sviluppati prototipi di rivelatore con ASIC VEGA dedicato per X e γ fino a 100 keV. Ottenuta estrema risoluzione in energia (insuperata sia per l'ASIC che per la categoria di rivelatori).**
- **Effettuati studi termici e di debris per applicazioni spaziali.**
- **Sviluppate nuove geometrie di SDD per applicazioni specifiche (luce di sincrotrone e FEL).**



Lavori in corso e futuri sviluppi

- **Sarà ripresentato (a grande richiesta) il progetto per il satellite LOFT ESA (telescopio X: 18 m² di SDD).**
- **Verrà terminato il prototipo di Compton Camera per applicazioni medicali.**
- **Proseguiranno gli studi per l'utilizzo come rivelatori di radiazione di sincrotrone e di free electron LASER.**

n_TOF

(neutron time-of-flight)

Esperimento CERN

L'esperimento n_TOF al CERN si occupa di **fisica dei neutroni** con ricadute nelle tecnologie nucleari (legate ai reattori a fusione e a fissione e ai trasmutatori di scorie) e nell'astrofisica nucleare (nucleosintesi stellare).

Per venire incontro alle continue richieste di dati nucleari, **n_TOF è nato nel 2000** e da quest'anno il CERN ha costruito una seconda linea di fascio molto più intensa (entra in funzione a luglio).

Si misurano sezioni d'urto di reazioni (n,γ) (n,f) (n,p) ed (n,α) . Le energie dei neutroni vanno dal termico fino a qualche GeV.

Sezioni INFN: Bari, Bologna, LNL, LNS, Trieste

Altri istituti: ENEA Bologna

1. Attività negli ultimi 5 anni: proposta, test e utilizzo di rivelatori a scintillazione (C6H6). Test (PCVD, DOI, CVD) e utilizzo (CVD) di rivelatori a stato solido, diamante per misure “in-beam”. Proposta e test di rivelatori a gas (versione modificata di “**micromegas**”) a bassissimo background (per misure su fascio).

2. Prossimo futuro. Per la nuova linea di fascio e relativa sala sperimentale si dovrà costruire un nuovo rivelatore per misure di particelle cariche. Telescopi al silicio (segmentati).

3. Interessi e novità. Nel futuro, anche a lunghissimo termine, ci saranno grosse iniziative nell'ambito della **fisica dei neutroni (ESS, Cina, Giappone,...)** , inoltre l'EURATOM sta incentivando la ricerca, con grossi investimenti, **sulla trasmutazione, sulla produzione di isotopi per scopi sanitari** e sulle ricerche tecnologiche legate ai reattori di IV generazione e a fusione. Per questo ci interessa realizzare **un rivelatore al Silicio o al diamante per la misura di spettri neutronici, senza la tecnica del tempo di volo.** L'idea è quella di realizzare un sandwich di rivelatori con al centro un materiale convertitore di neutroni (per esempio litio). Dalla rivelazione dell'energia dei prodotti di reazione si risale all'energia cinetica dei neutroni incidenti (energie dal termico al MeV). Da realizzare in collaborazione col Polo Tecnologico del Sant'Orsola.

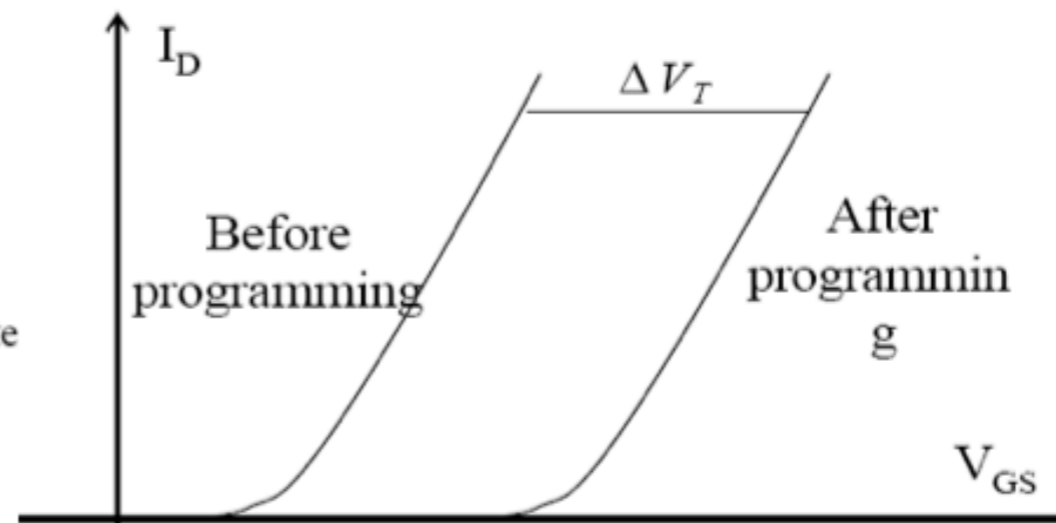
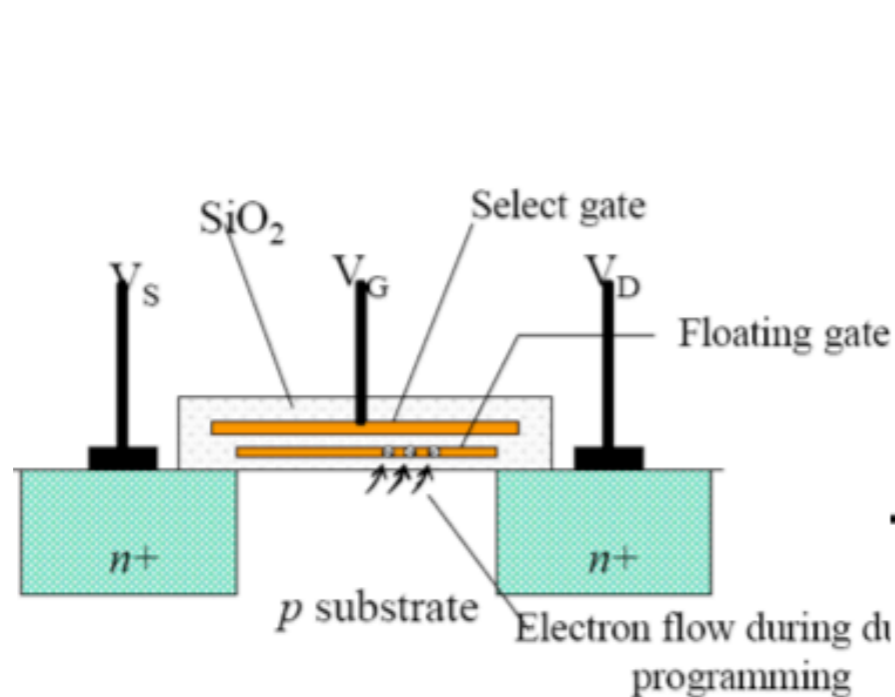
Dosimetro a Floating Gate

A. Gabrielli

Sensore di radiazioni integrato che utilizza un floating gate: MOS con carica non volatile programmabile che sposta la tensione di soglia.

What is a Floating gate? ... V_{GS} programmable MOS

- Floating gate MOS transistors are widely used in digital world as EPROMs (Erasable Programmable Read Only Memories) and EEPROMs (Electrically Erasable Programmable Read Only Memories).

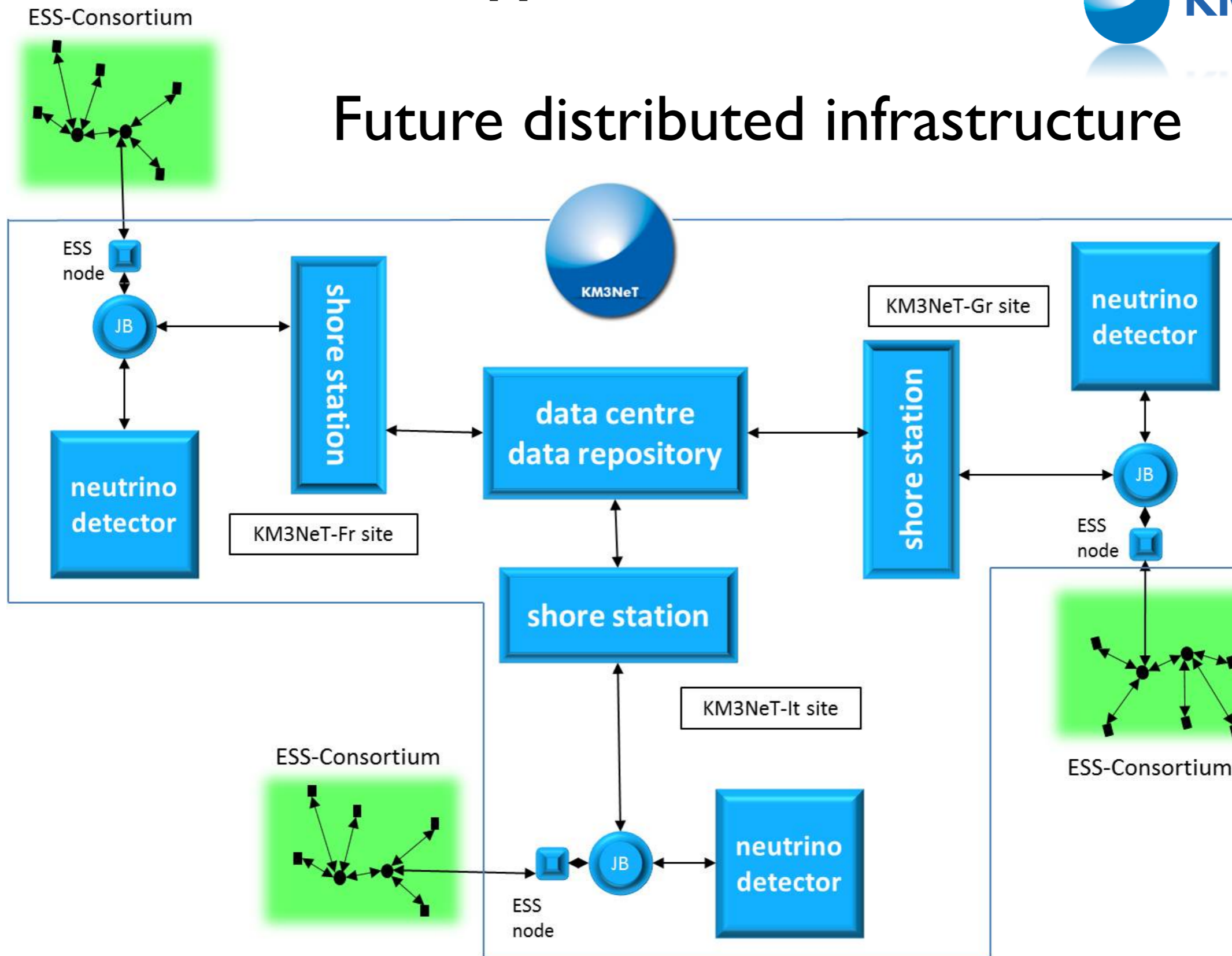


I_D vs. V_{GS} characteristics of the floating gate transistor before and after programming

$$\Delta V_T = -\frac{\Delta Q_{FG}}{C_{FG}}$$

Appendici

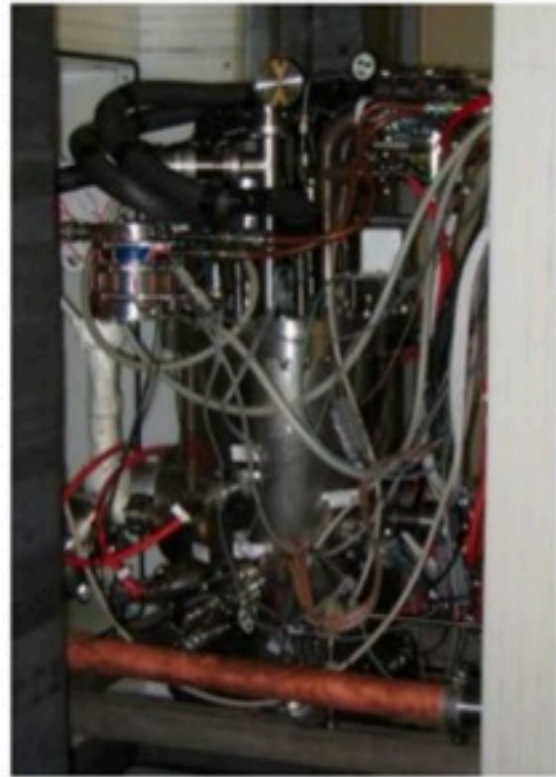
Future distributed infrastructure



Appendice 2

The XENON Program

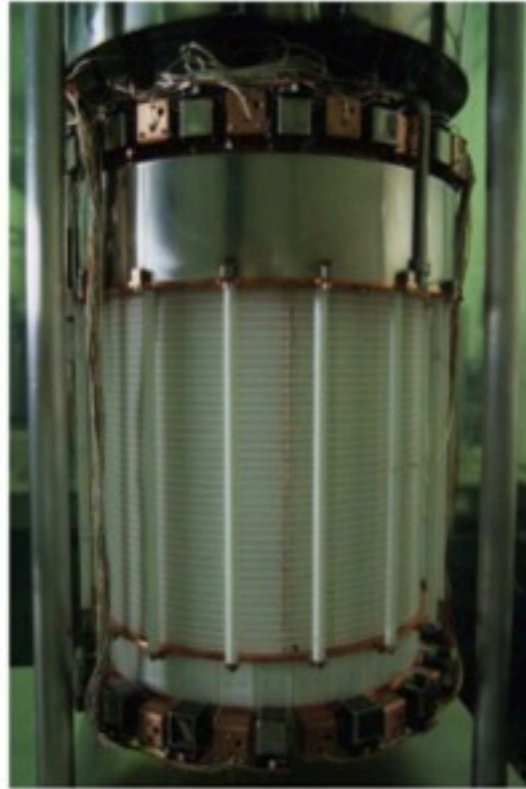
XENON10



2005-2007
15 cm drift TPC – 25 kg

Achieved (2007)
 $\sigma_{SI} = 8.8 \times 10^{-44} \text{ cm}^2$

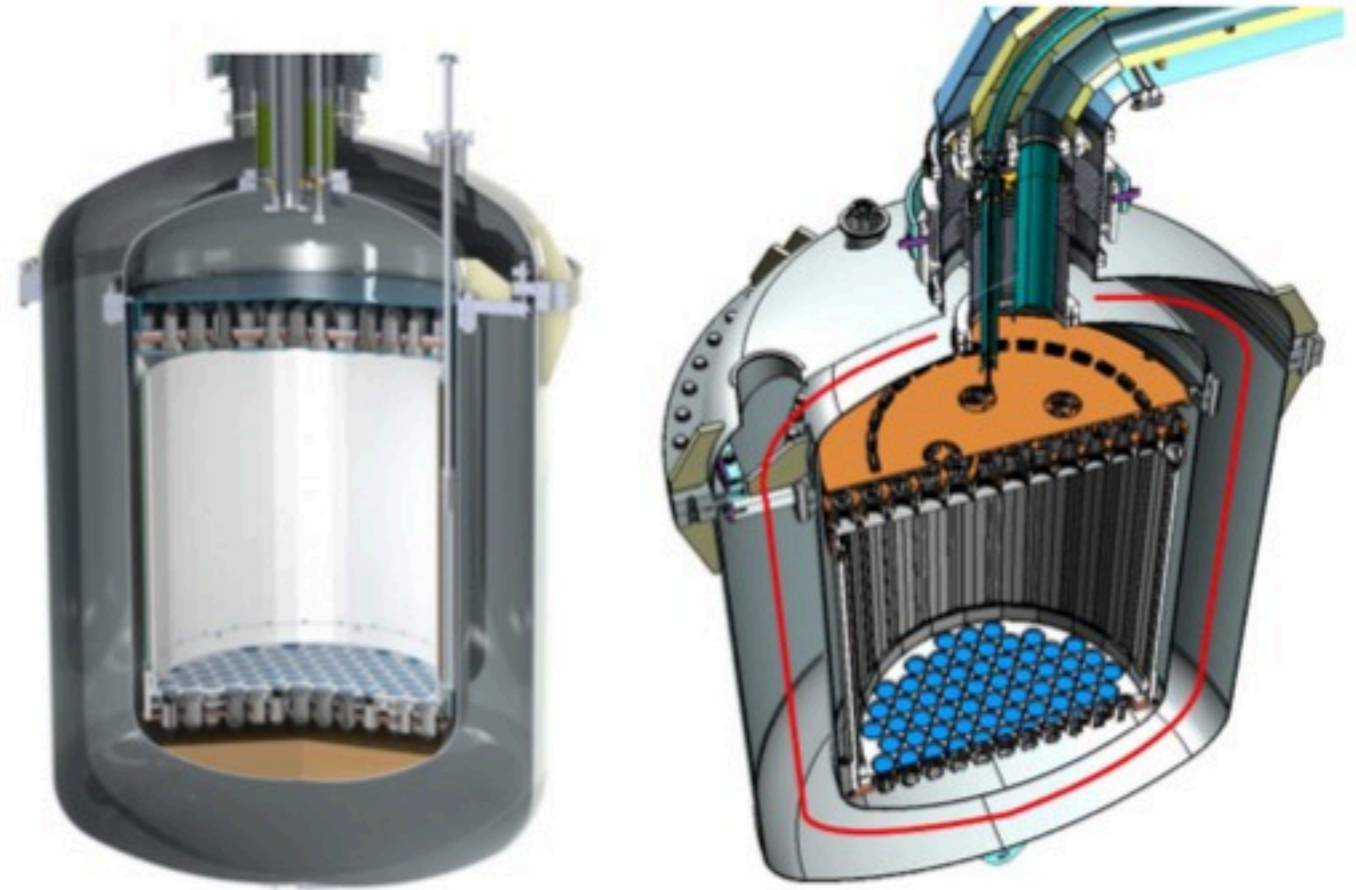
XENON100



2008-2015
30 cm drift TPC – 161 kg

Achieved (2011)
 $\sigma_{SI} = 7.0 \times 10^{-45} \text{ cm}^2$
Achieved (2012)
 $\sigma_{SI} = 2.0 \times 10^{-45} \text{ cm}^2$

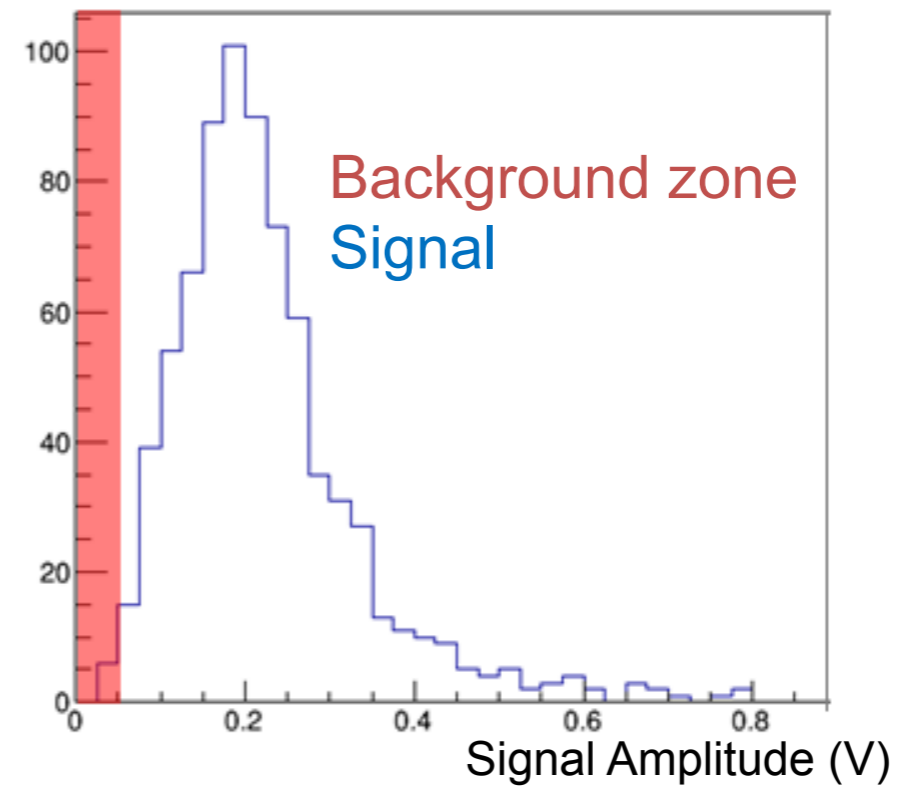
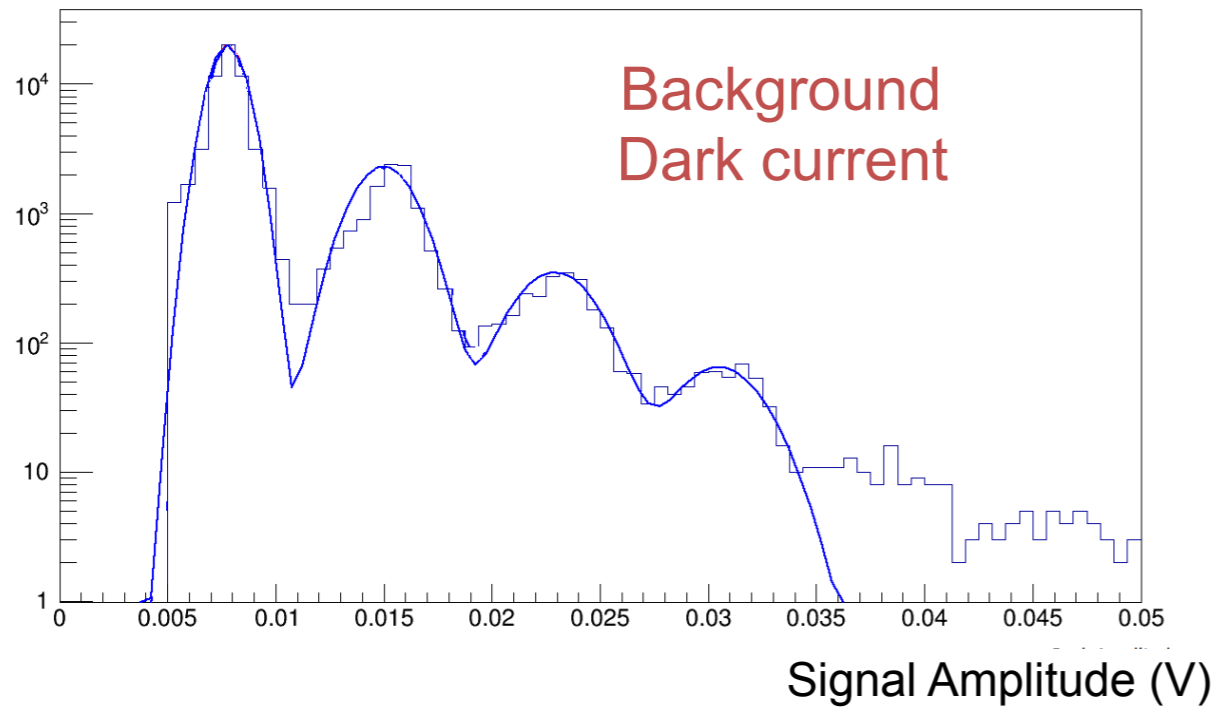
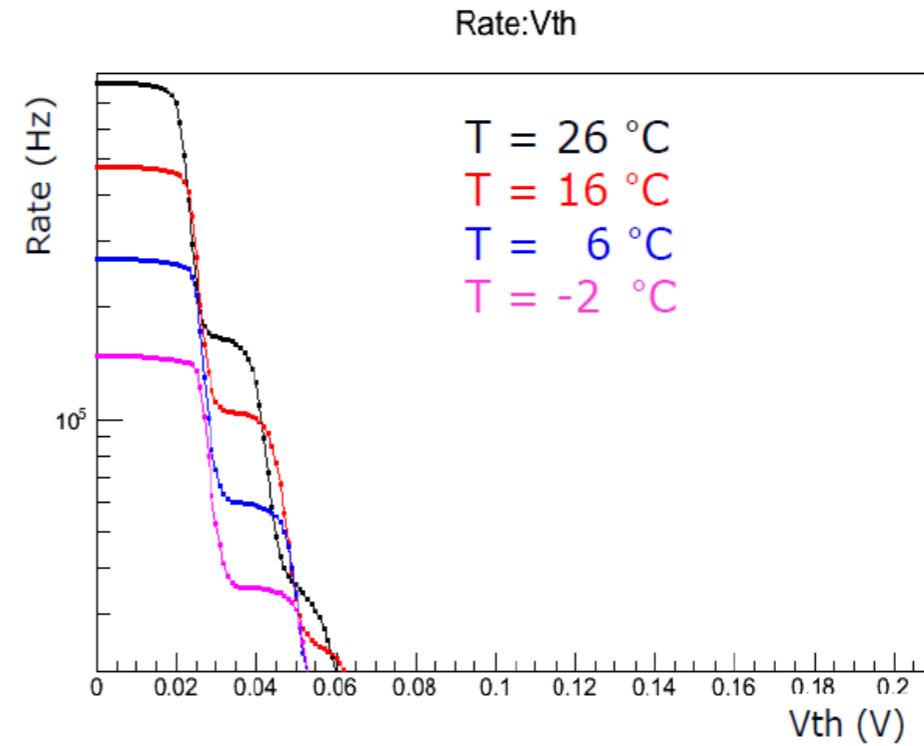
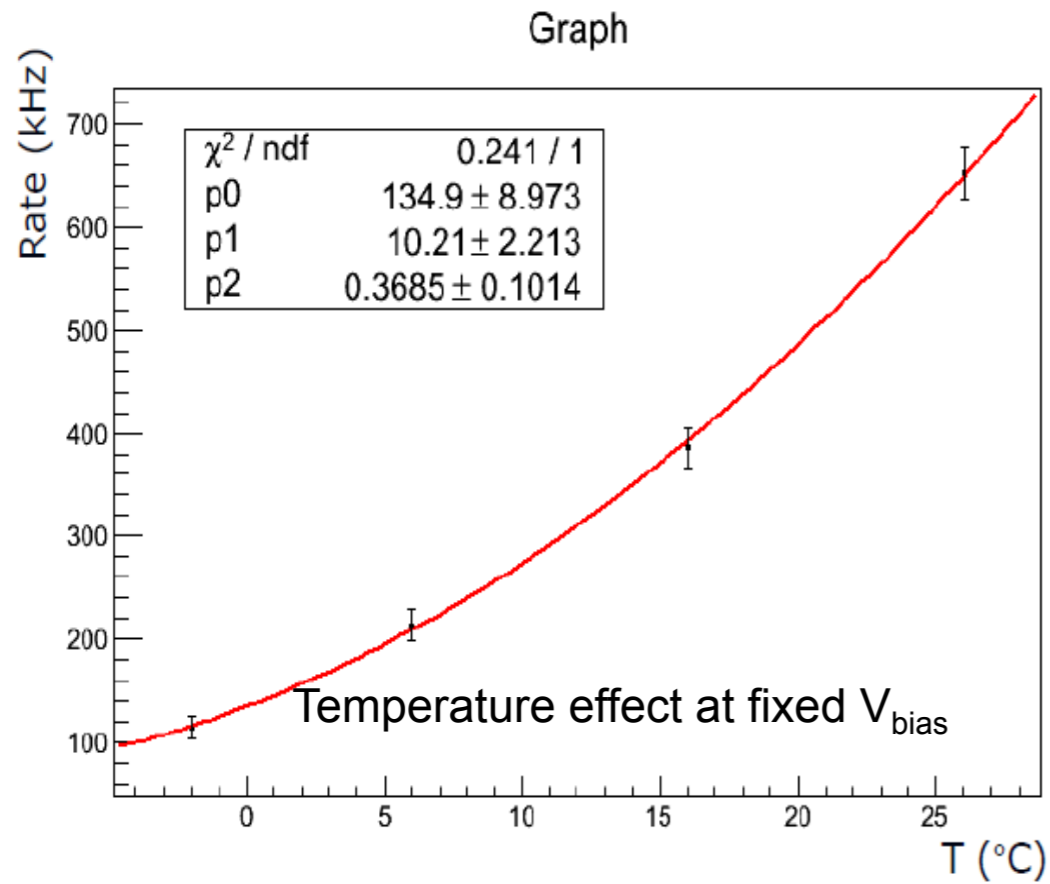
XENON1T / XENONnT



2012-2017 / 2017-2022
100 cm drift TPC - 3300 kg / 7000 kg

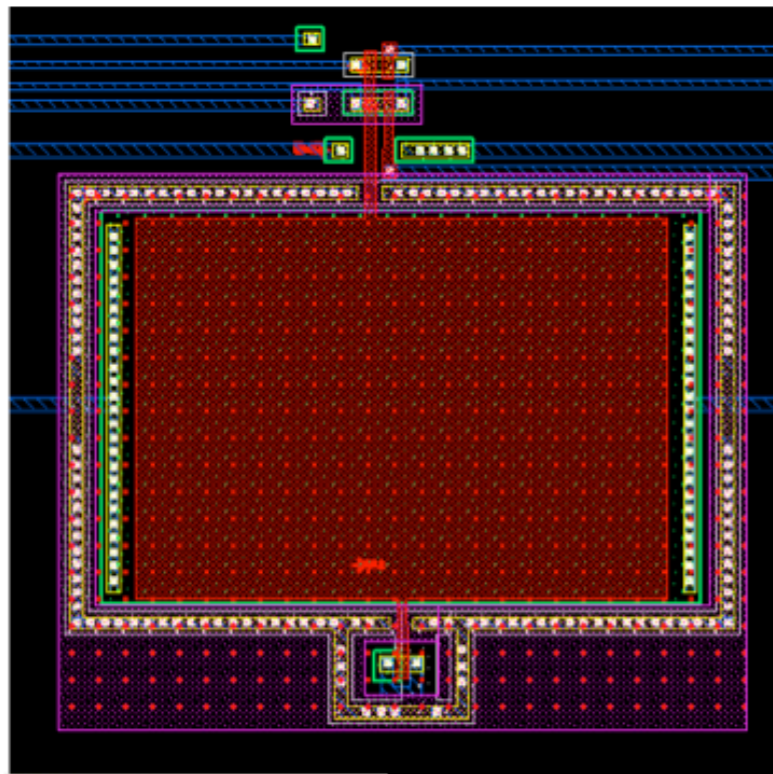
Projected (2017) / Projected (2022)
 $\sigma_{SI} = 2 \times 10^{-47} \text{ cm}^2$ / $\sigma_{SI} = 3 \times 10^{-48} \text{ cm}^2$

Appendice 3

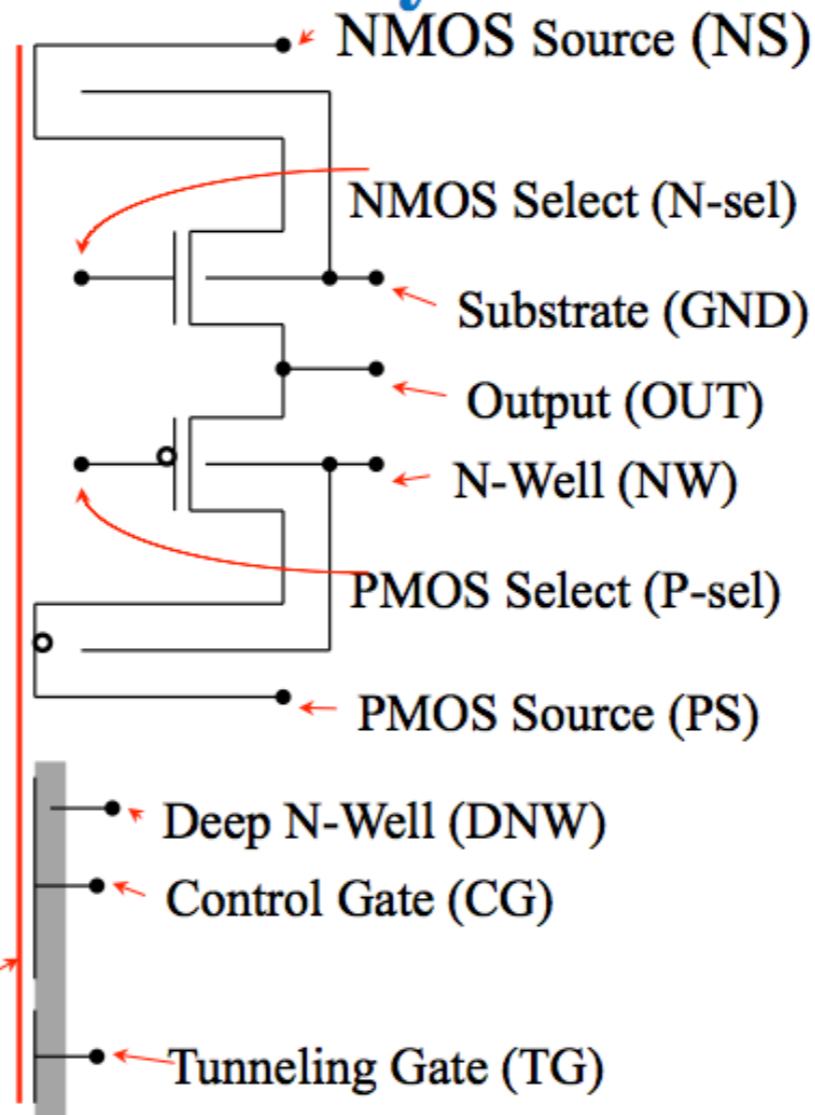


Appendice 4 (1/2)

Radiation sensor: TowerJazz layout



Floating gate (FG)



Circuito realizzato in tecnologia CMOS TowerJazz 180nm

I due MOS dello schema leggono la tensione di soglia del floating gate

Più è alta la soglia del floating-gate e più è bassa la frequenza di oscillazione di un oscillatore interno. La frequenza viene trasmessa da un'antenna integrata.

Appendice 4 (2/2)

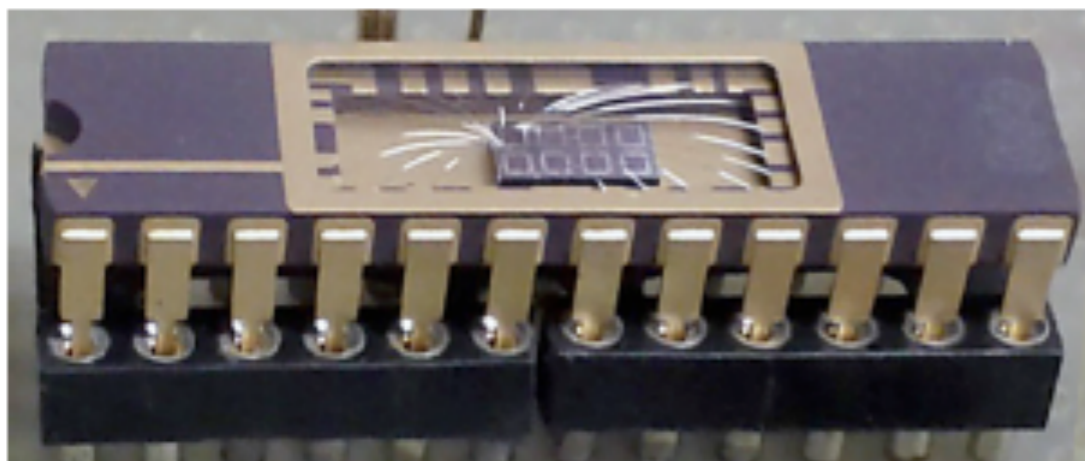


Figure 4. The prototype fabricated into a test package.

Il circuito è stato testato nel Laborazioni di Elettronica e trasmette le informazioni in modalità wireless UlatrWideBand

La potenza irradiata cala con la distanza: è visibile il picco a 350MHz, centro banda del segnale trasmesso

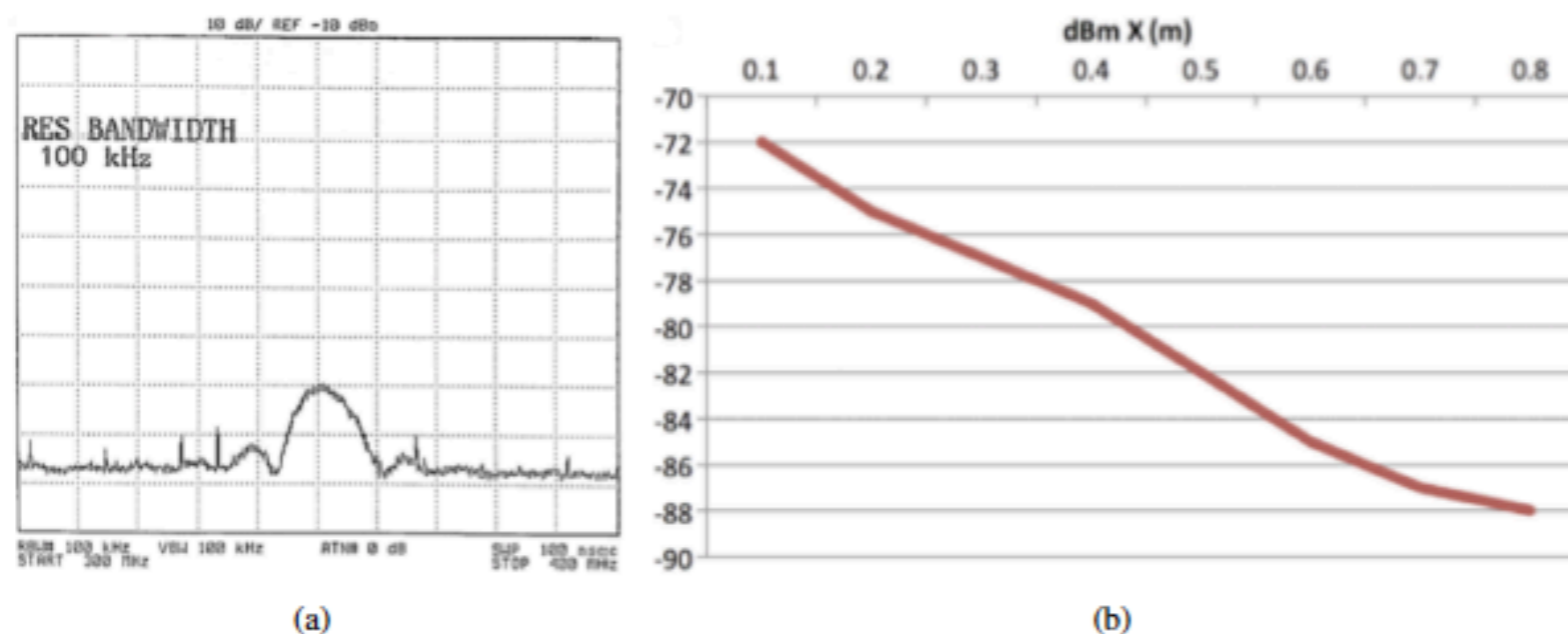


Figure 6. (a) The 350 MHz Ultra Wide Band signal received via a spectrum analyzer is visible over the noise. On the X axis the frequency spans from 300 to 400 MHz and the Y axis shows the received power on a 10 B/div scale. (b) Power distribution of the transmitted signal versus distance.