



Fermi

Gamma-ray Space Telescope

Fermi LAT Collaboration

Stato e richieste

Luca Latronico
INFN-Torino
luca.latronico@to.infn.it

on behalf of the Fermi-LAT collaboration

Consiglio di Sezione
INFN Torino, 30/6/2017

The Fermi Observatory

Large Area Telescope (LAT) - pair conversion telescope

- 20 MeV – > 300 GeV

Huge field of view (2.4sr)

- 20% sky any instant
- All sky for 30' every 3h

Huge energy range

- Including 10-100 GeV

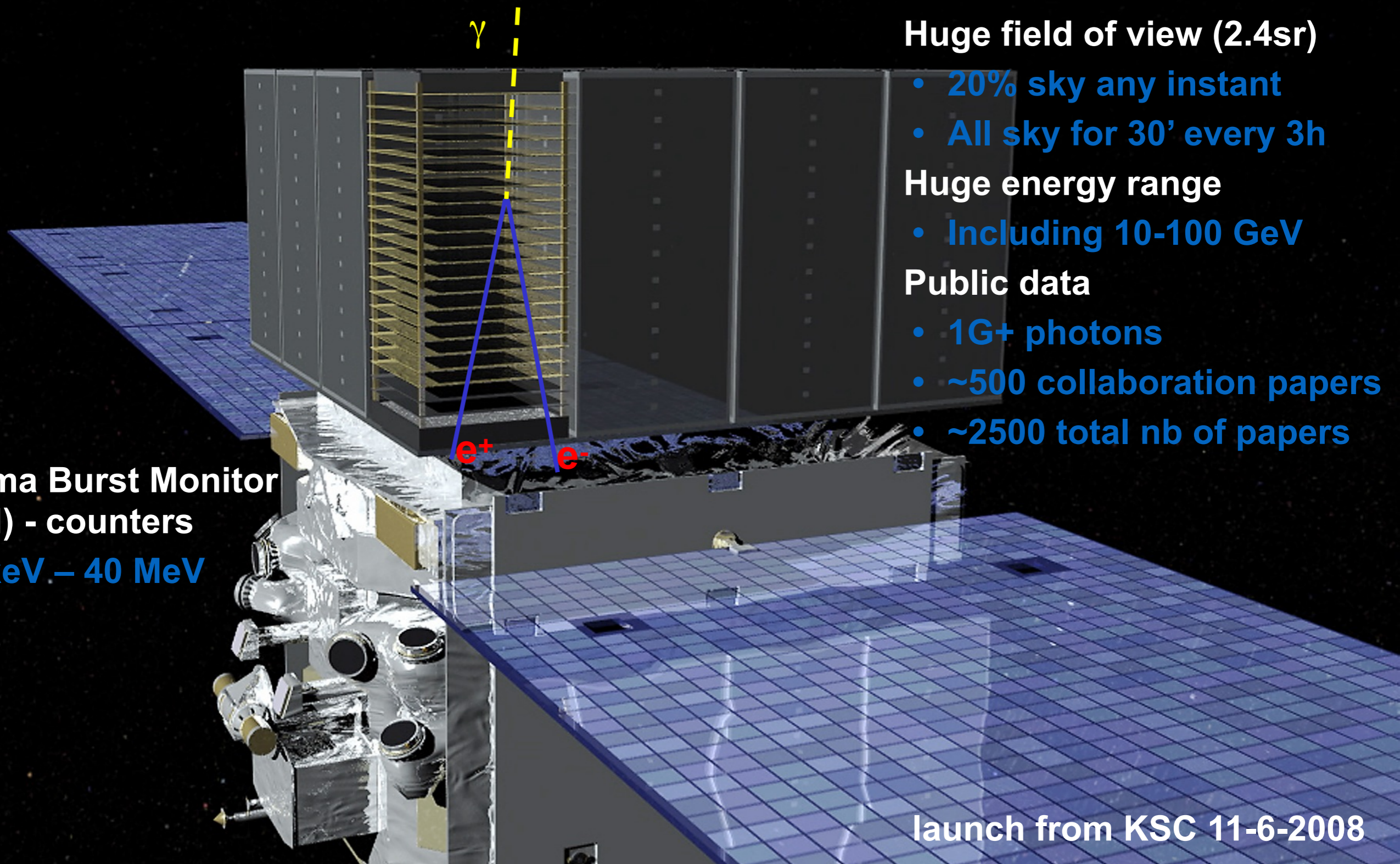
Public data

- 1G+ photons
- ~500 collaboration papers
- ~2500 total nb of papers

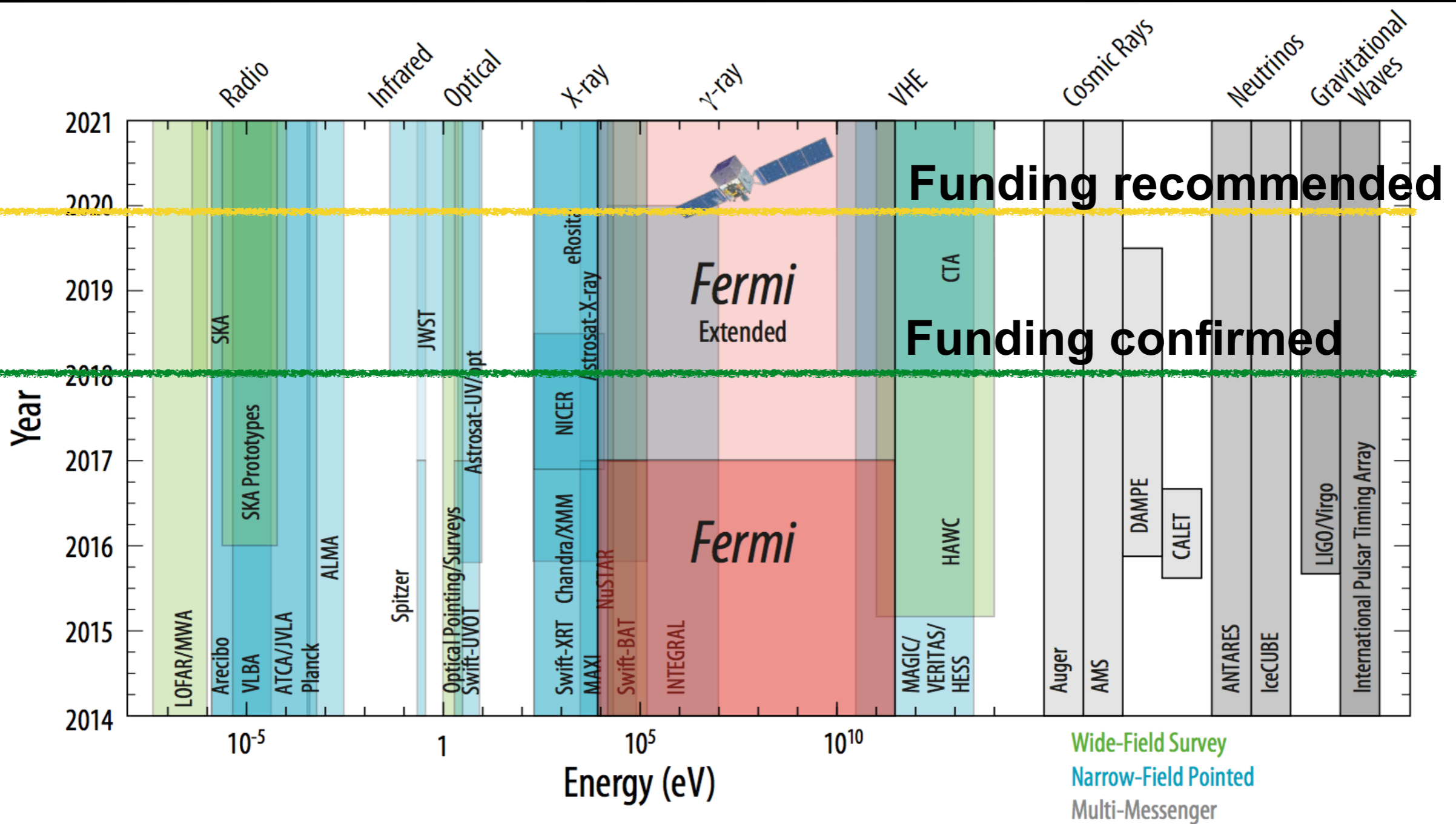
Gamma Burst Monitor (GBM) - counters

- 8 keV – 40 MeV

launch from KSC 11-6-2008



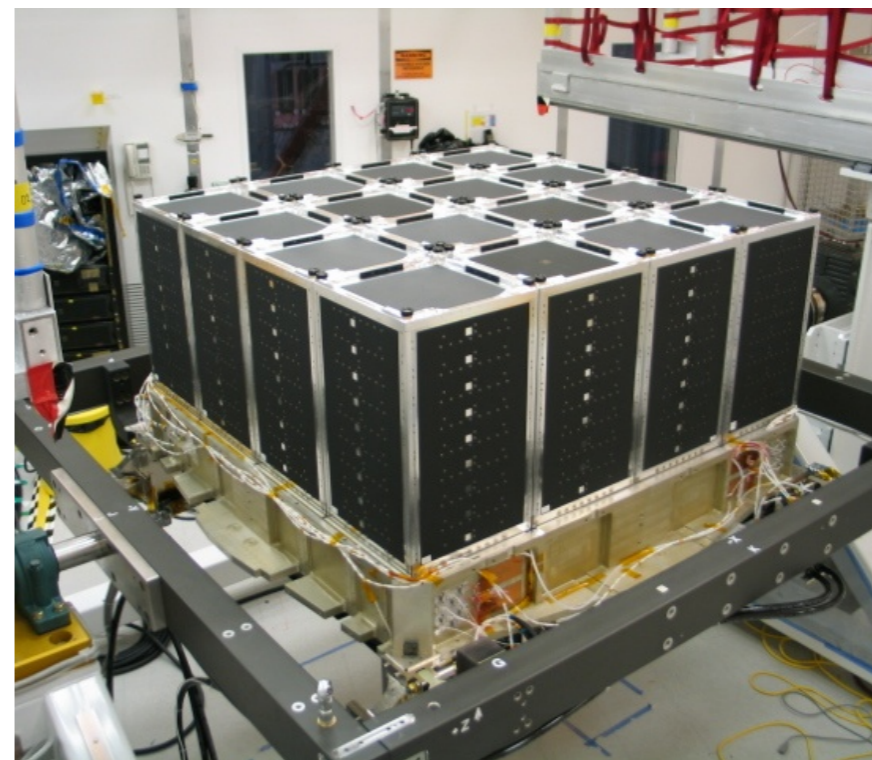
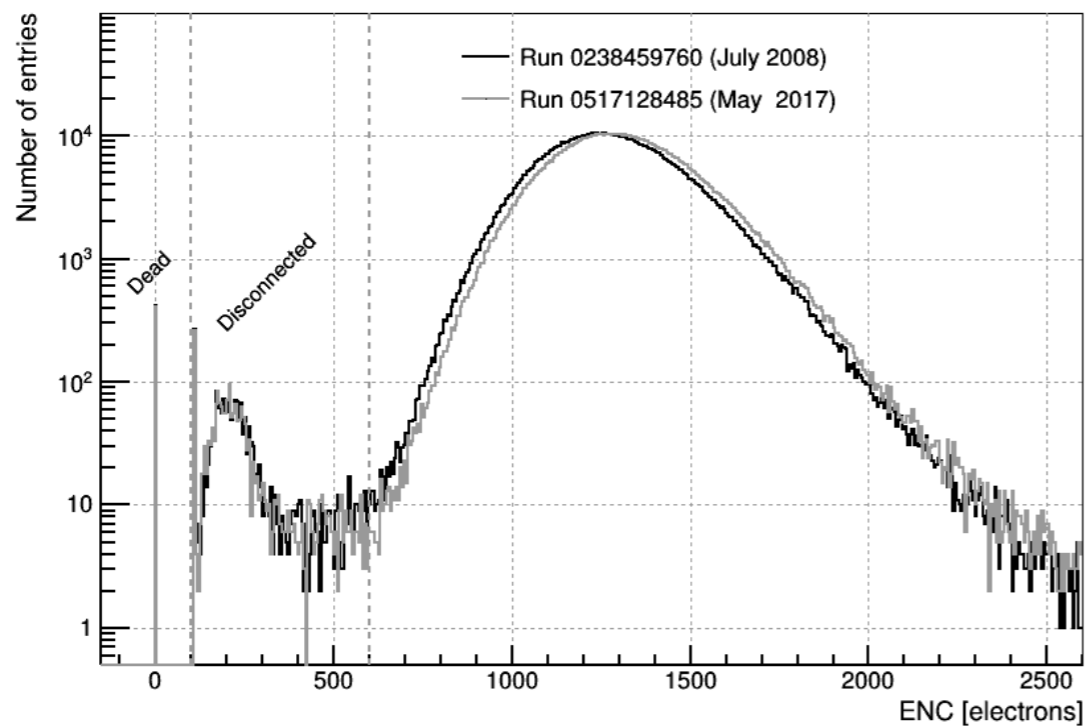
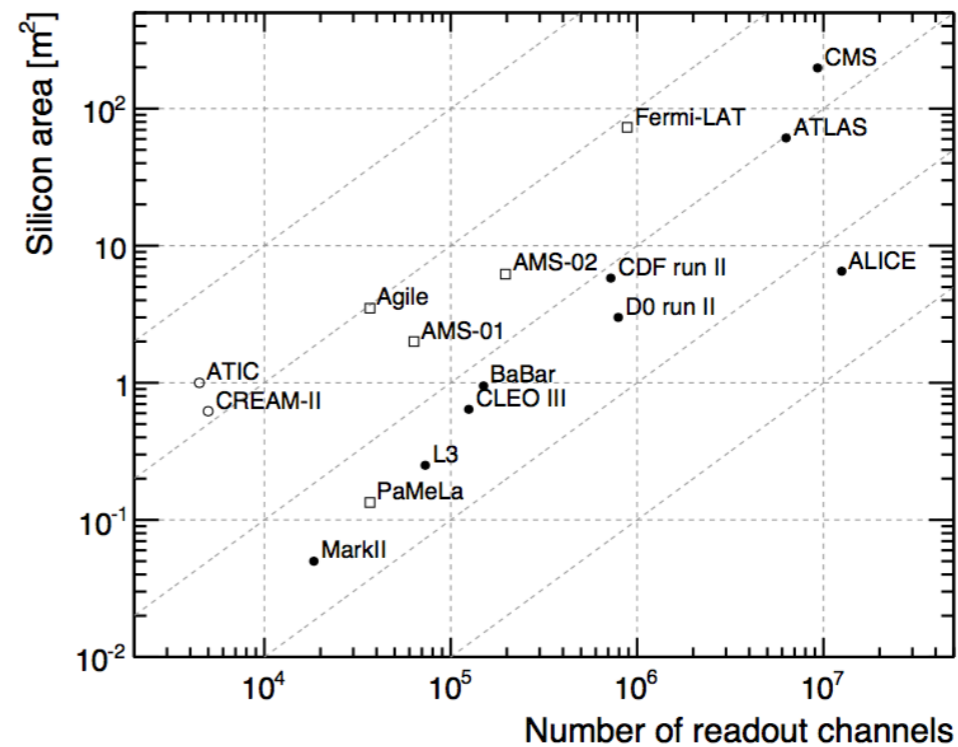
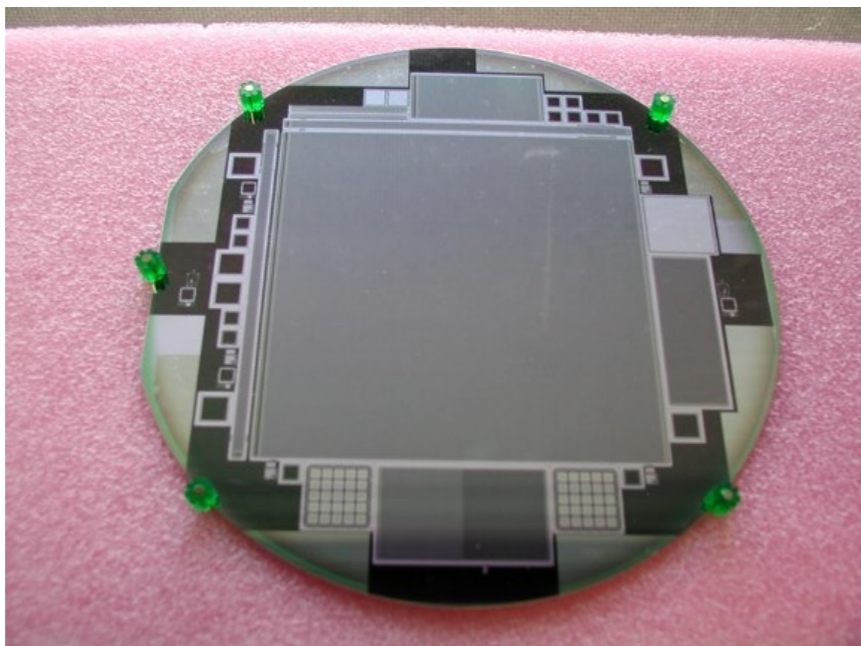
Mission Status and operational context



and the competition with other mission

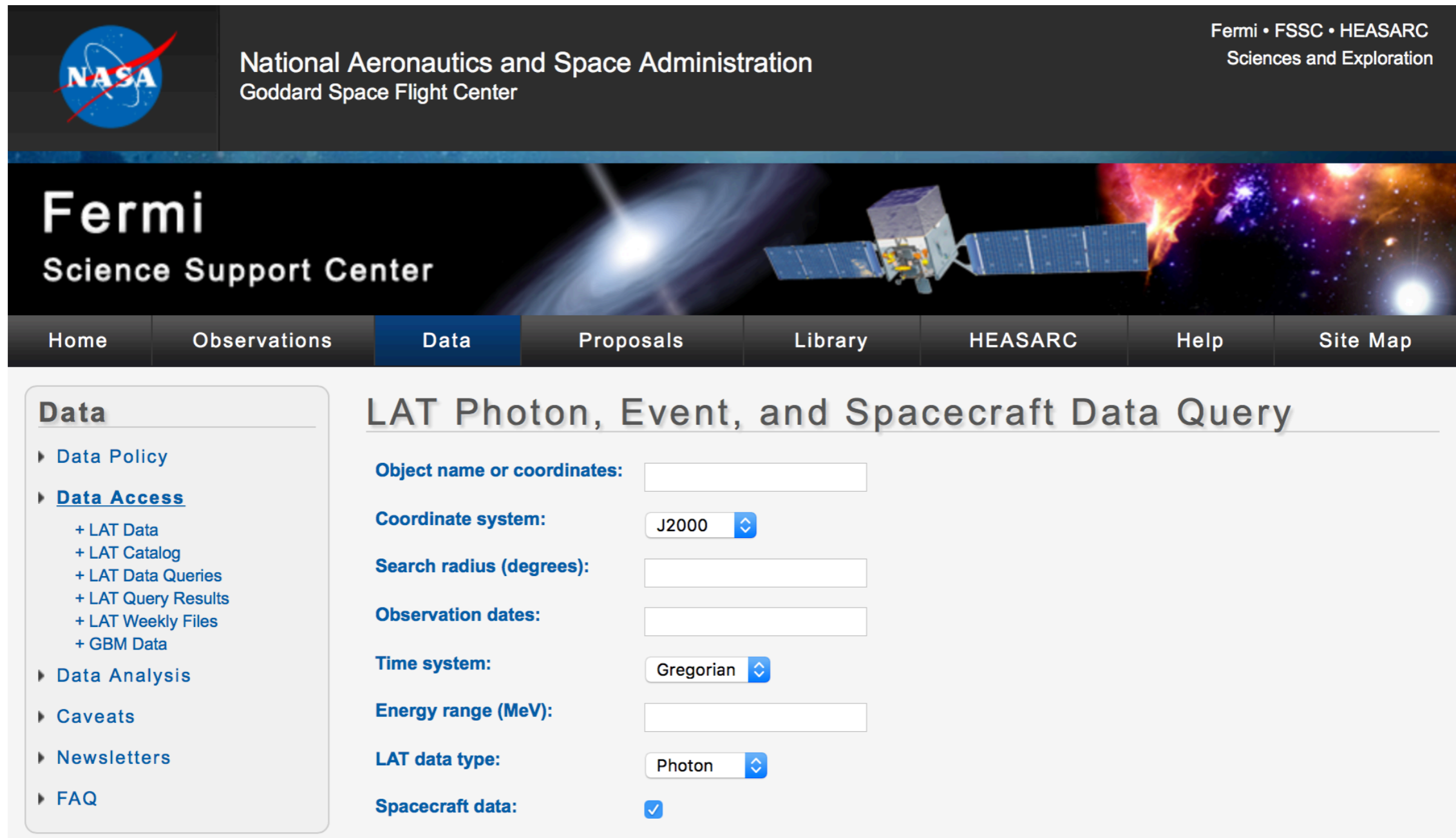
<http://science.nasa.gov/astrophysics/2016-senior-review-operating-missions/>

Fermi legacy - Si Tracker



❖ designed, integrated, qualified at INFN

Fermi legacy - data



The screenshot shows the Fermi Science Support Center website. At the top left is the NASA logo and the text "National Aeronautics and Space Administration Goddard Space Flight Center". At the top right is "Fermi • FSSC • HEASARC Sciences and Exploration". The main header features the "Fermi Science Support Center" logo and a background image of the Fermi satellite in space. A navigation bar includes links for Home, Observations, Data (highlighted), Proposals, Library, HEASARC, Help, and Site Map. The "Data" section is active, displaying a "LAT Photon, Event, and Spacecraft Data Query" form. The form includes fields for "Object name or coordinates", "Coordinate system" (set to J2000), "Search radius (degrees)", "Observation dates", "Time system" (set to Gregorian), "Energy range (MeV)", "LAT data type" (set to Photon), and a checked "Spacecraft data" checkbox. A sidebar on the left lists various data-related links under the heading "Data".

Data

- ▶ Data Policy
- ▶ **Data Access**
 - + LAT Data
 - + LAT Catalog
 - + LAT Data Queries
 - + LAT Query Results
 - + LAT Weekly Files
 - + GBM Data
- ▶ Data Analysis
- ▶ Caveats
- ▶ Newsletters
- ▶ FAQ

LAT Photon, Event, and Spacecraft Data Query

Object name or coordinates:

Coordinate system: J2000

Search radius (degrees):

Observation dates:

Time system: Gregorian

Energy range (MeV):

LAT data type: Photon

Spacecraft data:

❖ data and analysis tools at <https://fermi.gsfc.nasa.gov/ssc/>

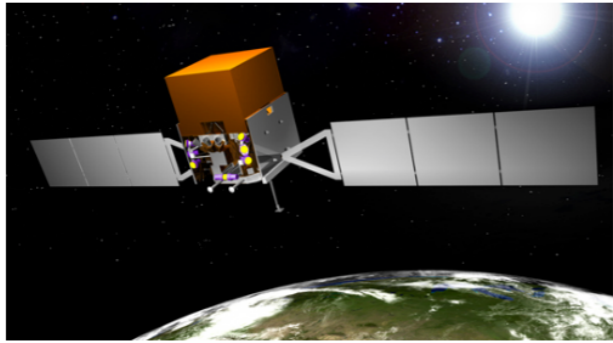
Fermi legacy - papers*

CRE spectrum & anisotropies, 2017, PRD 95, 082007, PRL 118, 091103
Catalogs, 2015, ApJS, 218, 23, 2016, ApJS, 222, 5, 2016, ApJS, 224, 8, 2013,
ApJS, 208, 17
Solar Flares, 2015, ApJL, 805, L15, Novae, 2014, Science, 345, 554,
DM lines, 2015, PRD D91, 122002, DM dwarfs, 2015, PRL 115, 231301
Gamma-ray anisotropies and x-correlations, PRL 114, 241301 (2015)
gamma-ray emission in PSR away from surface, 2013, ApJS, 208, 17
rejection of simplest single-zone emission in blazars, e.g. 2015, ApJ, 810, 14
Crab flares, 2011, Science, 331, 739
challenges to standard GRB afterglow model, 2014, Science, 343, 42

Highlights via News INFN

FERMI CONTINUERÀ A OSSERVARE IL CIELO FINO AL 2018

📅 Pubblicato: 10 Giugno 2016



Arriva il via libera della NASA al prolungamento della missione del telescopio spaziale che studia l'universo ad alte energie

Fermi, l'osservatorio spaziale per raggi gamma in orbita dal 2008 costruito e operato da un'ampia collaborazione internazionale cui l'Italia partecipa con l'**Agenzia Spaziale Italiana** (ASI), l'**Istituto Nazionale di Fisica Nucleare** (INFN) e l'**Istituto Nazionale di Astrofisica** (INAF), proseguirà la propria attività esplorativa dell'universo fino al 2018, con un programma scientifico che rafforza i temi della fisica astroparticellare e le osservazioni congiunte con altri osservatori. La NASA lo ha annunciato il 9 giugno a

conclusione della Senior Review 2016, la procedura di valutazione delle missioni spaziali in attività. Quando un programma conclude il suo primo ciclo di attività, definito prima del lancio del satellite, può, infatti, richiedere l'estensione delle operazioni per effettuare nuove osservazioni. Ogni due anni la NASA considera tutte le richieste di estensione nella Senior Review, in cui gli esperti valutano i programmi proposti e danno indicazioni alla NASA se estendere le missioni.

I dati raccolti da Fermi in questi anni di attività hanno rivoluzionato la nostra conoscenza della radiazione cosmica di alta energia, portandoci informazioni su alcuni dei sistemi più turbolenti e complessi attivi nell'universo, in grado di accelerare particelle ad energie ultra-relativistiche in condizione estreme di gravità e campi magnetici.

Fermi raccoglie, infatti, i fotoni generati dalle interazioni dei raggi cosmici di altissima energia con la materia interstellare e con i campi elettrici e magnetici intorno a stelle e galassie, fornendoci un'immagine diretta delle sorgenti e preziose indicazioni sui meccanismi fisici che avvengono all'interno delle sorgenti e nel cammino che i fotoni percorrono per arrivare fino a Fermi, che orbita a 565km dalla superficie della Terra.

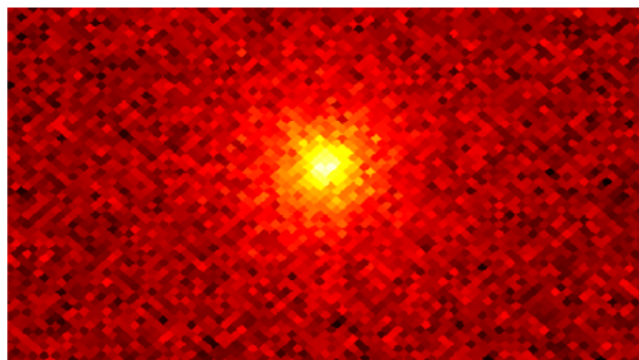
“L'utilizzo nello spazio dei rivelatori di particelle al silicio, che l'INFN ha sviluppato per decenni nei propri laboratori, ha raggiunto con Fermi la sua massima espressione”, sottolinea **Luca Latronico**, responsabile scientifico per l'INFN di Fermi. “Le caratteristiche uniche di efficienza, risoluzione, compattezza meccanica e affidabilità di questi dispositivi – prosegue Latronico – hanno consentito la realizzazione e il funzionamento perfettamente stabile del più grande tracciante al silicio in orbita: 900.000 canali distribuiti sui 73m² di superficie attiva nel cuore del Large Area Telescope (LAT), il rivelatore per i fotoni più energetici installato a bordo di Fermi”.

Highlights via News INFN

FERMI CONTINUERÀ A OSSERVARE IL CIELO FINO AL 2018

LA LUNA DI FERMI È PIÙ BRILLANTE DEL SOLE

📅 Pubblicato: 29 Aprile 2016



Per la NASA è l'immagine astronomica del giorno: si tratta della foto della Luna realizzata nei raggi gamma dal satellite Fermi, l'esperimento per lo studio dei fotoni altamente energetici nello spazio, cui l'Italia partecipa con INFN, ASI e INAF. Se si potessero vedere solo i raggi gamma, cioè i fotoni con un'energia un miliardo o più volte maggiore di quella dei fotoni che compongono la luce visibile, il nostro satellite sarebbe più luminoso del Sole. L'immagine della Luna, è stata ricostruita a partire dai dati raccolti nei suoi primi sette anni di attività (2008-2015) dal Large Area Telescope (LAT) di Fermi, che tra i due rivelatori a bordo del satellite è quello dedicato allo studio dei fotoni di più alta energia, e per la cui realizzazione il contributo italiano è stato

determinante. Lo studio è stato pubblicato su [Physical Review D](#) e su [arxiv](#). La "visione" di Fermi non è in grado di distinguere i dettagli della superficie lunare, ma rivela un bagliore di raggi gamma coerente con la dimensione e la posizione della Luna. I pixel più luminosi indicano le zone in cui l'emissione di raggi gamma lunari è maggiore. Chiaramente viene da chiedersi perché la Luna nei raggi gamma sia così brillante. "Questo – spiega M. Nicola Mazziotta, ricercatore della sezione INFN di Bari, che ha guidato l'analisi – dipende dal fatto che le particelle cariche di alta energia che attraversano il Sistema Solare, note come raggi cosmici, bombardano costantemente la superficie lunare, generando il bagliore di raggi gamma". "Inoltre, – prosegue Mazziotta – poiché i raggi cosmici provengono da tutte le direzioni, la Luna nei raggi gamma è sempre piena e non passa attraverso le sue caratteristiche fasi". Al di là della sua suggestione, l'immagine catturata dal LAT di Fermi ha un importante potere predittivo per la nostra conoscenza dei raggi cosmici. "La Luna funziona da bersaglio per la radiazione cosmica, – racconta Luca Latronico, responsabile dell'INFN per Fermi – la quale interagisce con essa generando i raggi gamma che noi registriamo: questo fenomeno ci consente di calcolare l'intensità della radiazione gamma attesa a partire dai flussi di raggi cosmici, modulati dal ciclo solare, e dai modelli di interazione dei protoni con le rocce lunari, tant'è che in letteratura la Luna viene spesso considerata una "candela standard" su cui fare le verifiche dei modelli", conclude Latronico. La prima immagine di raggi gamma della Luna era stata catturata dallo strumento EGRET a bordo del Compton Gamma-ray Observatory, lanciato 25 anni fa.

Highlights via News INFN

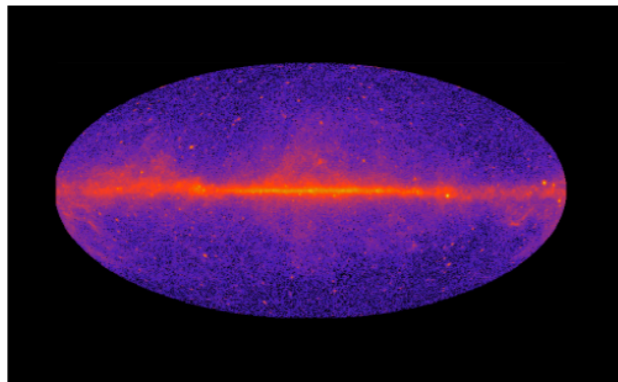
FERMI CONTINUERÀ A OSSERVARE IL CIELO FINO AL 2018

LA LUNA DI FERMI È PIÙ BRILLANTE DEL SOLE

📅 Pubblicato: 10 Giugno 2016

SVELATE 20.000 NUOVE SORGENTI DI RAGGI GAMMA NEL CIELO

📅 Pubblicato: 26 Luglio 2016



Un nuovo studio sui raggi gamma misurati dal satellite Fermi fornisce una comprensione molto più profonda dell'universo ad alta energia

Sono circa 20.000 le nuove sorgenti di raggi gamma scoperte analizzando con una nuova tecnica statistica sei anni di dati raccolti dal Large Area Telescope (LAT), il rivelatore per i raggi gamma di alta e altissima energia, presente a bordo del telescopio spaziale della NASA Fermi, cui l'Italia partecipa con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF). Lo studio, condotto da un gruppo di ricerca dell'INFN e dell'Università di Torino e in pubblicazione sull'Astrophysical Journal Supplements (ApJS), impiega una tecnica

avanzata di analisi dei dati sviluppata in modo specifico per identificare la presenza di sorgenti molto deboli nel cielo. Il metodo ha permesso agli autori di aumentare in modo significativo la sensibilità e di inferire così la presenza di un gran numero di sorgenti, di cui fino ad ora si ignorava l'esistenza.

La radiazione misurata dallo strumento Fermi-LAT si colloca nella banda dei raggi gamma di altissima energia: questa radiazione viene prodotta da oggetti astrofisici estremamente energetici, come supernovae, buchi neri e galassie attive. I cataloghi di sorgenti, ossia gli archivi di dati che contengono le informazioni sulle singole sorgenti, attualmente elencano le posizioni nel cielo di circa 3.000 emettitori gamma. Questa nuova analisi consente di mettere in evidenza la presenza di sorgenti molto più deboli di quelle che il telescopio può identificare: questo fatto ha permesso di portare a 20.000 il numero di sorgenti di cui si percepisce la presenza nel cielo. "È una tecnica che consente di identificare popolazioni di sorgenti invece che di vedere singole sorgenti brillanti", spiega Hannes Zechlin, ricercatore dell'Università di Torino e della sezione INFN di Torino. "Così è possibile sentire la presenza di oggetti poco luminosi ma abbondanti: anche se non si localizza nel cielo la posizione individuale di queste nuove sorgenti, ora sappiamo che esse esistono e sappiamo quanti raggi gamma emettono. Questo risultato è di grande importanza per la comprensione della composizione e delle proprietà dell'universo estremo", conclude Zechlin.

Highlights via News INFN

FERMI CONTINUERÀ A OSSERVARE IL CIELO FINO AL 2018

LA LUNA DI FERMI È PIÙ BRILLANTE DEL SOLE

📅 Pubblicato: 10 Giugno 2016

SVELATE 20.000 NUOVE SORGENTI DI RAGGI GAMMA NEL CIELO

📅 Pubblicato: 29 Aprile 2016

Arriva il via libera della NASA al prolungamento della missione del telescopio spaziale

Primo identikit dei blazar

Mercoledì, 24 Agosto 2016



C'è una relazione tra le emissioni nei raggi gamma e nell'infrarosso dei cosiddetti *blazar*, le sorgenti più estreme nell'universo. L'hanno scoperta due ricercatori italiani, Francesco Massaro dell'Università di Torino (associato Infn e Inaf e rientrato in Italia con il programma per Giovani Ricercatori "Rita Levi Montalcini" del Miur) e Raffaele D'Abrusco dell'Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics a Cambridge (Massachusetts, Usa), analizzando i dati raccolti delle missioni spaziali della Nasa Fermi (vd. anche [qui](#)), a cui l'Italia collabora con l'Infn, l'Asi e l'Inaf, e Wise (Wide-field Infrared Survey), dedicata all'osservazione del cielo nell'infrarosso. La scoperta è stata pubblicata sulla rivista The Astrophysical Journal.

I *blazar* sono le sorgenti più potenti che si conoscano nel cielo visto nei raggi gamma. Ad alimentarli sono buchi neri supermassicci, situati nelle regioni centrali di altre galassie, che producono getti di particelle accelerate fino a velocità prossime a quelle della luce. "La relazione, che abbiamo ottenuto grazie a una serie di indagini avviate già alcuni anni fa, collega due forme molto diverse di radiazione, dove quella gamma è dieci miliardi di volte più energetica di quella

infrarossa", dice Massaro. "In ultima analisi, i nostri risultati ci aiuteranno a scoprire in che modo i buchi neri supermassicci al centro di remote galassie riescono a trasformare la materia che li circonda in grandi quantità di energia".

Ad oggi circa un migliaio di sorgenti individuate da Fermi rimangono prive di associazioni con altri oggetti osservati in qualsiasi altra lunghezza d'onda. I ricercatori sospettano che molte di queste siano *blazar*, ma non ci sono informazioni sufficienti per classificarli. Sfruttando la relazione da loro scoperta, Massaro e D'Abrusco hanno provato a individuare nuovi candidati *blazar* nel catalogo delle osservazioni infrarosse di Wise. Quando i ricercatori hanno applicato la loro relazione alle innumerevoli sorgenti sconosciute di Fermi (vd. anche [qui](#)), hanno subito scoperto 130 potenziali *blazar*. Ulteriori indagini sono già in corso per confermare la natura di questi oggetti e per individuare nuovi candidati utilizzando la relazione proposta dai due ricercatori. [Catia Peduto]

INFN nella collaborazione internazionale

RUOLI DI RESPONSABILITA'					
Livello 1	Ruoli Considerati	Ruolo esistente (si/no)	Nazionalita'	Genere (M/F)	NOTE
Responsabili eletti /endorsed dal Collab Board	Spokesperson (SP)	si	USA	M	"Principal Investigator", che non ruota
	Deputy SP	no			
	Technical Coordinator	no			
	Glimos	no			
	Physics Coordinator	si	ITA	F	"Analysis coordinator"
	Trigger Coordinator	no			
	Run Coordinator	no			
	Beam Coordinator	no			
	SW Coordinator	no			
	Computing Coordinator	si	USA	M	
	Detector Coordinator	si	USA	F	"Instrument scientist"
	Upgrade Coordinator	no			
Chair Institution Board	no				
Coordinatori science group	AGN and Blazars	si	ITA/ITA	F/M	
	Calibration and Analysis	si	ITA/USA	F/M	
	Catalogs	si	FRA/FRA	M/M	
	Dark matter and new physics	si	ITA/SWE	F/M	
	Diffuse emission	si	JP/FRA	M/M	
	Gamma-ray bursts	si	GER/USA	F/M	
	Sources in the solar system	si	ITA/ITA	F/F	
	Galactic sources	si	ITA/USA	M/F	
Livello 2					
Chairs eletti/nominati	Chair Speaker & Publication board	si			ruolo svolto dal 'Analysis Coordinator'
	Chair Shift Committee	no			

ricognizione GdL Valutazione 2017

❖ 8/20 ruoli italiani, 9/20 ricoperti da donne (stabile negli anni)

Gruppo Torino

**Resp. Nazionale INFN
Resp. Scientifico contratto ASI**

Luca Latronico

Data Quality Monitor Supervisor

Simone Maldera

Calibration & Analysis SWG co-lead

Raffaella Bonino

Affiliated Scientist

Francesco Massaro

External collaborator

Fiorenza Donato

External collaborator

Nicolao Fornengo

Grad. Students

Michela Negro, Nuria A. Crespo

❖ **9 persone, ~6FTE**

Fondi esterni - ASI

ADDENDUM 2 N. 2013.022-R.2

ALL'ACCORDO ATTUATIVO N. 2013.022-R.0

per

“FERMI: attività scientifiche di calibrazione e supporto in orbita
dello strumento LAT”

Codice Unico di Progetto (CUP) F88C13000110005

TRA

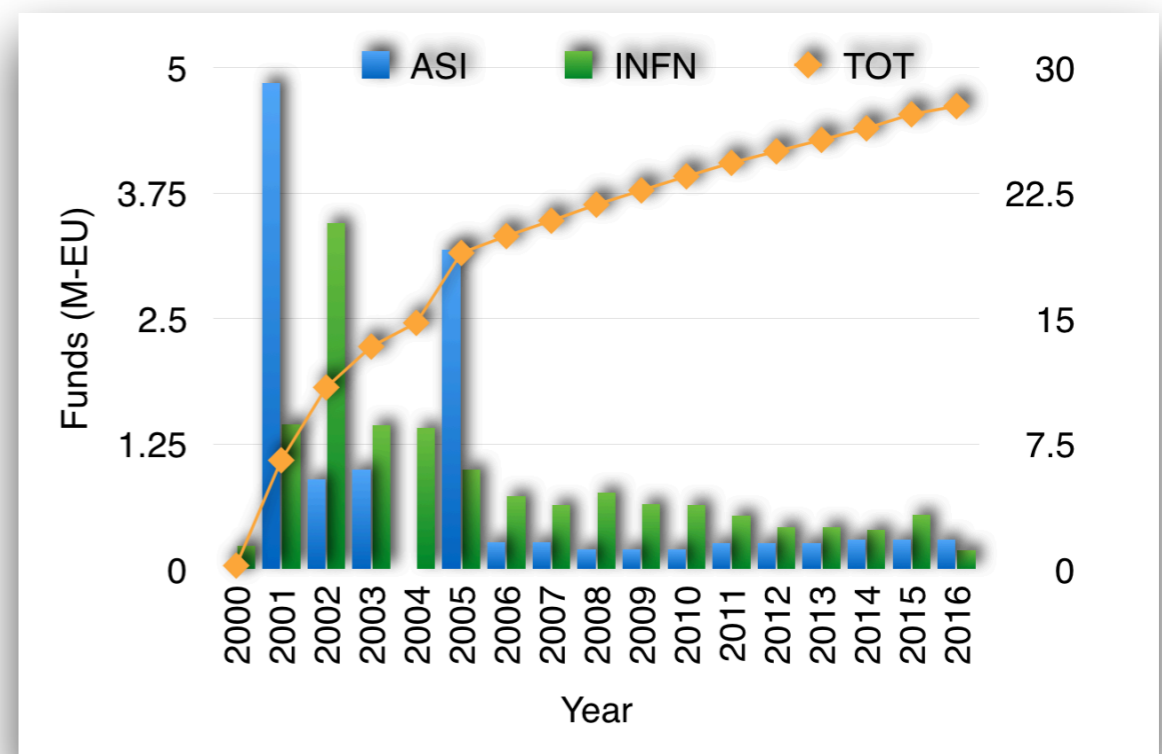
L'Agenzia Spaziale Italiana (d'ora innanzi indicata come ASI) con sede in Roma,
Viale del Politecnico s.n.c. CAP 00133, C.F. n. 97061010589, rappresentata dal
Direttore Generale Dott.ssa Anna Sirica

E

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (d'ora innanzi indicata INFN) con sede in
Roma, Piazza dei Caprettari n. 70 CAP 00186, C.F. n. 84001850589, rappresentato
dal Presidente Prof. Fernando Ferroni.

- ❖ contratto ASI-INFN 2013-2019
- ❖ 1.5M per personale (+ quota missioni),
- ❖ continuo supporto di ASI

	IMPORTO ASI	COFINANZIAMENTO INFN
Accordo Principale	€ 799.994,00	€ 1.228.464,00
Addendum 1	€ 84.042,00	€ 0,00
Addendum 2	599.927,00	€ 288.144,00
TOTALE	1.483.963,00	1.516.608,00



Fondi esterni - NEWS

❖ NEw WindowS on the Universe - RISE project 2017-2021

❖ Support secondments with 4.5keu/MU

- ▶ 2k for travel, 1.8 for project, 0.7 ovhd

❖ 272 MU / in total

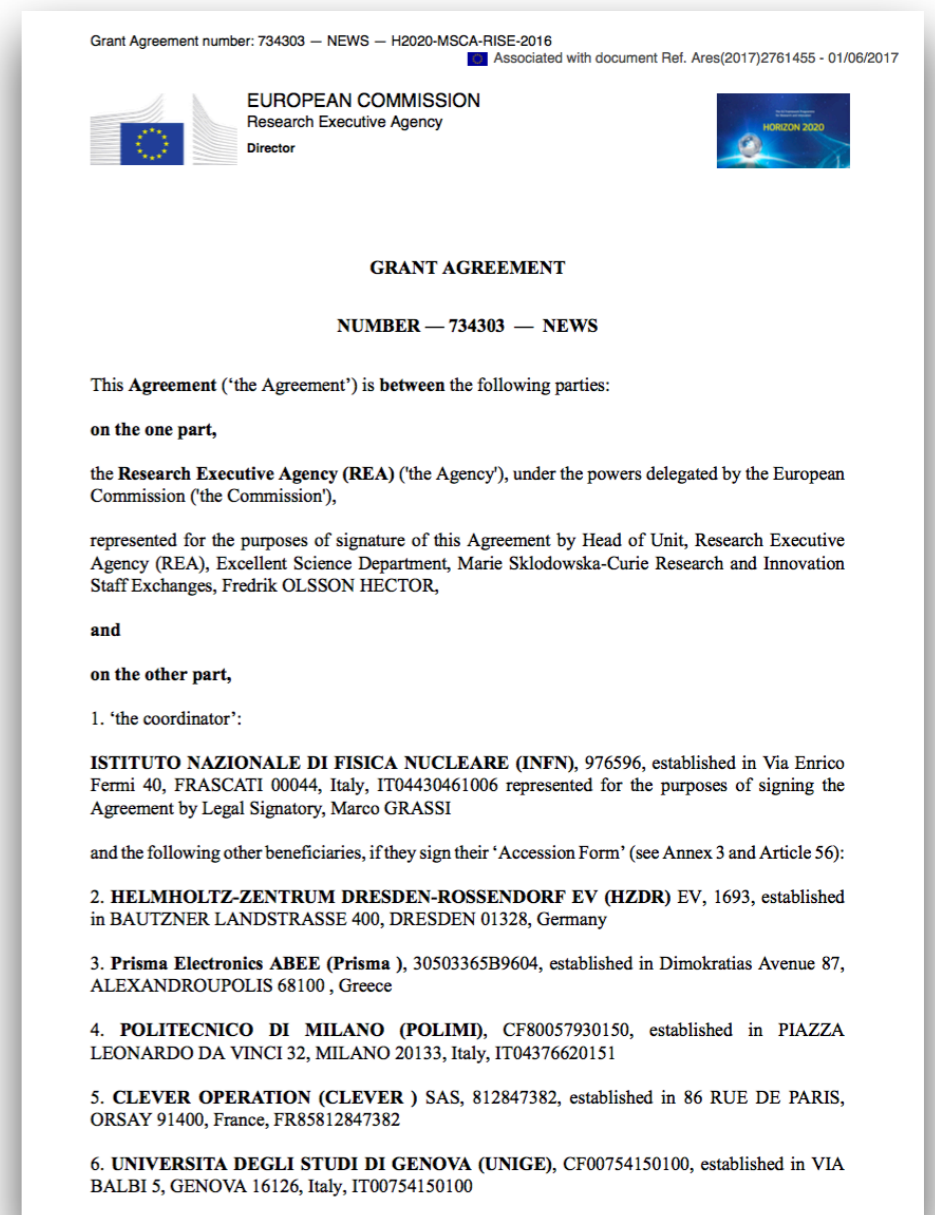
- ▶ 100 MU to INFN, of which
 - ▶ 15 to Fermi, 15 to IXPE

❖ Latronico

- ▶ Management Board
- ▶ Scientific Board
- ▶ WP5 X-ray polarimetry co-lead

❖ Oppedisano

- ▶ WP9 Dissemination and outreach co-lead



Richieste servizi

Submit Form

DOMANDA DI UTILIZZO DEI SERVIZI DI BASE

Data della richiesta: Lab. Tecnologico Lab. Elettronica Centro di Calcolo nuova richiesta richiesta di continuazione

Esperimento: Fermi
 Responsabile locale: Luca Latronico
 Responsabile dell'attivita': Luca Latronico

Descrizione dettagliata dell'attivita' richiesta
 1 Virtualizzazione codici analisi e accesso dati telescopio Fermi LAT in preparazione Fermi data legacy archive

Subattivita'	PLANNING												MILESTONES	
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Data-mese	Descrizione
1									✓	✓	✓	✓		

Tecnici e tecnologi attualmente assegnati all'attivita'					Richieste di supporto tecnico per		
INFN		ALTRI ENTI			l'anno:		2018
Nome	mesi/U	Ente	Nome	mesi/U	Tipologia	N.	mesi/U
					Tecnici mecc. /elettr/CdC	1	4
					Disegnatori meccanici		
					Microsaldatori		
					Tecnologi progett. mecc.		
					Tecnologi elettronici/CdC		
					Tecnologi microelettronica		

- ❖ **Virtualizzazione recon e data access protocol**
 - ▶ disaccoppia da evoluzione OS e hardware
 - ▶ in linea con sviluppi cloud @ Torino
- ❖ **Possibile reperimento risorsa**
 - ▶ fondi ASI, TBD
 - ▶ cofinanziamenti AdR, TBR
- ❖ **Buon supporto per secondment tramite NEWS**
 - ▶ Fermi data legacy archive e' un deliverable