RELAZIONE DEL PRESIDENTE

PAGINA BIANCA

Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche Enrico Fermi

Sede in Via Panisperna, 89/a – 00184 Roma
Sede provvisoria c/o Compendio Viminale – Pal. F. 00184 Roma
Cod. Fisc. 97214300580 - Partita IVA 06431991006

CONTO CONSUNTIVO 2007

Relazione del Presidente

Le attività di quest' Istituzione, che sono un impegno concreto su ciò che stava a cuore a Fermi, sono riassunte in questa relazione introduttiva al Conto Consuntivo 2007 e sono articolate come segue:

i. **Grants,** per "Nuovi ed eccezionali Talenti" e per ricercatori a livello Senior e Junior, al fine di indirizzarli verso ricerche originali e di valore interdisciplinare.

ii. **Progetti Interdisciplinari** del Centro, ai fini della realizzazione e della promozione di ricerche originali ed interdisciplinari.

iii. **Diffusione della Cultura Scientifica,** in particolare presso le Scuole Medie Superiori, con la partecipazione di studenti e docenti al Progetto "*Extreme Energy Events*" (nel seguito denominato EEE).

iv. **Memoria Storica,** attraverso il ripristino del Complesso Monumentale di Via Panisperna, di straordinario valore storico, da adibire in parte a **Museo**.

Nel 2007 il Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche "Enrico Fermi" (nel seguito denominato *Cenro Fermi*) non ha ancora potuto disporre dello storico Complesso Monumentale di Via Panisperna, che gli compete per legge come sede per le sue attività istituzionali. Nel corso dell'anno sono proseguiti i lavori per la realizzazione dell'ingresso su Via Cesare Balbo, in modo da rendere l'accesso al Complesso Monumentale, per ragioni di sicurezza, indipendente rispetto al Ministero dell'Interno. Come ricordato più volte, nelle operazioni di scavo sono stati rinvenuti reperti archeologici, per lo più del II secolo d.c. che saranno inglobati nella struttura dell'ingresso, accrescendo il valore storico ed estetico del Complesso.

COPIA CONFORME
ALL'ORIGINALE

Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche "ENRICO FERMI"

Nel corso del 2008 è infine previsto l'inizio del trasferimento in altra sede del personale del Ministero dell'Interno, attualmente ancora all'interno di questa. Presumibilmente nel 2009 avverrà la consegna del Complesso Monumentale e l'inizio dei lavori di ristrutturazione, tra cui il ripristino dell'Aula Magna e, in seguito, l'inizio dell'allestimento della parte dell'edificio adibita a Museo.

Per quanto riguarda il Consuntivo finanziario 2007, va tenuto presente che l'incremento del fondo ordinario del MIUR, avuto sul finire del 2004 e del 2005, unitamente alla recente creazione del *Cenro Fermi* hanno ovviamente prodotto, con l'andare a regime delle varie attività, uno sfasamento tra gli impegni deliberati e la spesa corrente, che sarà annullato alla fine del 2008.

In questa relazione riassuntiva sono riportati gli impegni di spesa per il 2007, relativi alle varie attività, suddivisi in Risorse Umane (ivi incluse le spese per materiale scientifico di consumo, per missioni) e Attrezzature, intese come strumentazione scientifica inventariabile.

Il *Centro Fermi* ha coinvolto nel 2007 un totale di 59 ricercatori, tra vincitori di Grant e collaboratori a progetto, ed un centinaio tra docenti e studenti, coinvolti nel Progetto EEE, che si sono recati al CERN nel 2006 e, in parte nel 2007, per la costruzione dei rivelatori. Nel corso del 2007, inoltre, sono stati pubblicati 119 articoli su riviste scientifiche internazionali, aventi come affiliazione il *Centro Fermi*.

L'amministrazione e la direzione del *Centro Fermi* si è avvalsa di 1 ricercatore e di 1 tecnologo, in comando dai Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, di un funzionario e di un collaboratore di amministrazione, con contratti a tempo determinato, e di un collaboratore di amministrazione con contratto a tempo parziale e determinato.

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE

Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche "ENRICO FERMI"

SINTESI DELLE ATTIVITÀ

GRANTS PER NUOVI TALENTI

Contribuire con iniziative originali e di prestigio a risolvere il problema della carenza di buone opportunità professionali per i giovani ricercatori è nei fini istituzionale del *Centro Fermi*. A partire dal 2002 è stata dedicata a questo scopo un' apprezzabile parte delle risorse con **Grants di prestigio per Nuovi Talenti**, completata con l'assegnazione di **Grants** a livello **Senior** e di **Grants** a livello **Junior**.

Questi Grants, rinnovabili fino a tre anni, sono commisurati per prestigio ed importo alle migliori borse di studio europee. I ricercatori sono selezionati dal Consiglio di Amministrazione sulla base di un loro Progetto di Ricerca. I candidati sono segnalati da scienziati, appartenenti a prestigiose Università e ad importanti Istituzioni internazionali, che si sono distinti sia per contributi originali, con scoperte o invenzioni importanti per il progresso della fisica, sia per la loro intensa attività di ricerca e formazione.

Nel corso del 2007, tra conferme e nuove assegnazioni, sono stati attribuiti 16 Grants, per Nuovi Talenti e Grants a livello Senior. Sono stati inoltre dati 26 Grants a livello Junior a giovani ricercatori, in parte dedicati ai Progetti Interdisciplinari del *Centro Fermi*.

Nel corso dell'anno, alcuni vincitori di Grant del *Centro Fermi* hanno anche vinto concorsi per posizioni permanenti in Università o Enti di Ricerca, a conferma della validità delle scelte fatte dal *Centro Fermi*, rinunciando quindi al Grant ricevuto.

In Tabella sono riportate le spese nel corso del 2007 per Nuovi Talenti e Senior Grants, in unità di migliaia di euro:

Nuovi Talenti Senior Grants	**Spese 2007**
Risorse Umane	652

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE

Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche "ENRICO FERMI"

PROGETTI INTERDISCIPLINARI

In attesa della disponibilità della sede istituzionale, il Centro ha realizzato le proprie attività relativamente ai Progetti Interdisciplinari, avvalendosi degli spazi messi a disposizione dagli Enti di Ricerca e dalle Università con cui intrattiene rapporti di collaborazione sulla base di Convenzioni stipulate nel 2007 o già nel triennio scorso. Le Convenzioni stipulate, relativamente ai Progetti Interdisciplinari e alla Diffusione della Cultura Scientifica, sono:

1. Convenzione Quadro con l'Università "La Sapienza" di Roma
2. Convenzione con il Dipartimento di Fisica dell'Università "La Sapienza" di Roma, concernente il Progetto "Risonanza Magnetica e Applicazioni allo Studio della Funzione Cerebrale"
3. Convenzione con la Fondazione Santa Lucia, in connessione con il Progetto "Risonanza Magnetica e Applicazioni allo Studio della Funzione Cerebrale"
4. Convenzione con il Dipartimento di Fisica dell'Università "La Sapienza" di Roma, concernente il Progetto "Complessità, dalle Strutture Nanometriche a quelle Cosmiche "
5. Convenzione con il Dipartimento di Fisica dell'Università "La Sapienza" di Roma, concernente la "Memoria Storica"
6. Convenzione con l'Università di Tor Vergata di Roma, concernente i Progetti "Calcolo Parallelo Interdisciplinare" e "Comunicazione ed Informazione Scientifica e Memoria Storica"
7. Convenzione con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), concernente la realizzazione di attività inserite nel Progetto di "Informazione Scientifica"
8. Convenzione Quadro con l'Università di Roma Tre, che include come primo Progetto "The Minimal Life, verso cellule semisintetiche viventi", avviata alla fine del 2004
9. Convenzione Quadro con l'Università di Pisa, che include come primo Progetto "Matematica e Diagnosi Medica"
10. Convenzione Quadro con l'Università di Torino, che include come primo Progetto la "Geofluidodinamica"
11. Convenzione Quadro con l'Università di Bologna, nel cui ambito è stato avviato il Progetto "Buchi Neri Acustici"

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE



12. Convenzione Quadro con l'Università di Salerno, che partecipa attivamente al Progetto "La Scienza nelle Scuole: *Extreme Energy Events* (EEE)"
13. Convenzione Quadro con il CERN di Ginevra, concernente inizialmente il Progetto EEE
14. Convenzioni con gli Istituti Scolastici partecipanti al Progetto EEE.

Sono in corso di completamento altre Convenzioni, che saranno operanti nel 2007.

Per quanto riguarda il 2007 i Progetti Interdisciplinari del *Centro Fermi* sono stati:

1. Risonanza Magnetica Nucleare e Applicazioni allo Studio della Funzione Cerebrale
2. Problemi Interdisciplinari riconducibili a Simulazioni Numeriche su Larga Scala
3. Complessità dalle Strutture Nanometriche a quelle Cosmiche, comprendente:
    a) Strutture Complesse nell'Universo su Larga Scala
    b) Bioinformatica e Networks
    c) "The Minimal Life": verso cellule semisintetiche viventi.
4. Geofluidodinamica
5. Picometria
6. Buchi Neri Acustici
7. Risonatori Ottici
8. Silenzio Cosmico
9. Suoni Cardiaci e Diagnosi Clinica
10. Fotonica dei Sistemi Complessi.

1. *Risonanza Magnetica e Applicazioni allo Studio della Funzione Cerebrale*

Nell'ambito del suo primo piano triennale il *Cenro Fermi* ha approvato il progetto "Risonanza Magnetica e Funzione Cerebrale". Nel corso del 2007 il Progetto ha continuato ad operare mediante un Centro Informatico, dotato di attrezzature avanzate per nuove metodiche di Imaging funzionale con Risonanza Magnetica. E' stata inoltre realizzata la connessione del Centro Informatico a Laboratori di ricerca, come il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", e a numerosi centri di indagine Neurologica, diffusi nel territorio e negli USA, come la Fondazione Santa Lucia in Roma, il Dipartimento di Scienze Neurologiche

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE

Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche "ENRICO FERMI"

dell'Università "La Sapienza", l'Istituto Neurologico Mediterraneo (I.R.C.C.S. Neuromed, Isernia), l'I.R.C.C.S. Policlinico S. Matteo di Pavia, il *Center for Magnetic Resonance Research* di Minneapolis, il Brigham & Women's Hospital di Boston. Sono state quindi eseguite numerose sessioni di imaging funzionale che hanno fornito una considerevole quantità di dati, analizzata con le apparecchiature messe a disposizione dal *Centro Fermi*.

Nel 2007 un gruppo di lavoro stabile è stato impiegato su differenti fronti dell'attività di ricerca pianificata. Le attività del Progetto coinvolgono 8 collaboratori e 3 Junior Grants e riguardano essenzialmente lo studio delle problematiche tecniche connesse all'impiego combinato di metodiche fMRI ed elettrofisiologiche (EEG), lo studio e la modellizzazione del segnale BOLD fMRI nel midollo spinale, lo studio della dinamica metabolica cerebrale e di patologie cerebrali con MRS.

Le spese relative sono riassunte in Tabella, in unità di migliaia di euro:

Risonanza Magnetica	**Spese 2007**
Risorse Umane	257
Attrezzature	24

Il Progetto è individuato come tema d'interesse di specifiche Convenzioni con il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "La Sapienza" e con la Fondazione Santa Lucia di Roma.

2. *Problemi Interdisciplinari riconducibili a Simulazioni Numeriche su Larga Scala*

Uno dei principali aspetti interdisciplinari che accomuna diversi settori di ricerca è rappresentato dal fatto che la maggior parte dei fenomeni naturali è caratterizzata dalla presenza di un numero molto elevato di gradi di libertà. È questo il caso della materia biologica, degli ammassi stellari o dei nuclei atomici. A causa di ciò l'utilizzo di tecniche numeriche su larga scala rappresenta spesso l'unica via percorribile e la necessità di economizzare il numero di operazioni numeriche necessarie alla risoluzione di un dato problema rappresenta indubbiamente una problematica interdisciplinare. In particolare, i sistemi complessi presentano spesso numerosi minimi quasi degeneri nella loro funzione di partizione.

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE

Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche ENRICO FERMI

Tali minimi sono separati da barriere energetiche che rendono l'esplorazione dello "spazio delle fasi" estremamente dispendiosa dal punto di vista computazionale. Nuovi metodi sono in sperimentazione per accelerare la simulazione di tali sistemi. La metadinamica, introdotta dal Prof. Michele Parrinello e da alcuni suoi collaboratori, è risultata un metodo molto efficiente nella trattazione di diversi problemi ai quali è stato dedicato il presente Progetto.

Nel corso del 2007 il progetto di simulazioni numeriche su larga scala si è avvalso di un parco macchine costituito da 4 clusters di PC, denominati *Fermi1, Fermi2, Fermi3 e Fermi4*. Tutte le macchine sono funzionanti a regime, già dal 2004. I collaboratori del *Centro Fermi*, che hanno gestito i clusters del Progetto "Problemi Interdisciplinari riconducibili a Simulazioni Numeriche su Larga Scala", ammontano ad un totale di 3, incluso un Junior Grant proveniente dall'Istituto ETH di Zurigo, in Convenzione con il *Centro Fermi*. Le spese relative al Progetto sono riassunte in Tabella, in unità di migliaia di euro:

Simulazioni Numeriche	**Spese 2007**
Risorse Umane	54

Il Progetto è individuato come tema d'interesse di specifiche Convenzioni con il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" e con l'Istituto ETH (*Eidgenössische Technische Hochschule*) di Zurigo.

3. Complessità: dalle Strutture Nanometriche a quelle Cosmiche

Un aspetto caratteristico della nostra società, sia per le attività scientifiche che per quelle economiche e sociali, è la necessità di orientarsi nell' *enorme quantità di dati* accessibili per estrarre le *Informazioni Rilevanti*. Questo problema epocale richiede lo sviluppo di una Teoria dell' Informazione con caratteristiche innovative in cui i Fenomeni Critici e Auto-Organizzati possono giocare un ruolo cruciale..

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE

Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche ENRICO FERMI

In questo contesto ci siamo concentrati su tre progetti (di cui il sottoprogetto "*The Minimal Life*", che si è aggiunto nel corso del 2004 merita una descrizione più dettagliata), che riguardano problematiche tra le più affascinanti ed attuali e per le quali è ragionevole attendersi importantissime novità a causa della gran quantità di dati che si stanno accumulando.

1) Strutture Complesse nell'Universo a Larga Scala, in particolare:
   a) Proprietà di Scaling nel Clustering delle Galassie, con implicazioni per i Raggi Cosmici connesso alla Diffusione della Cultura Scientifica ed al Progetto EEE
   b) Correlazioni e Strutture nella Radiazione di Fondo, Relazione di Harrison-Zeldovich e Superomogeneità
   c) Simulazioni e Modelli Teorici per l'Origine delle Strutture Complesse, Massa dei Buchi Neri al centro delle Galassie.

2) Bioinformatica e Networks, in particolare:
   a) Biologia ed Informazione
   b) Networks Complessi e le Reti Autosimili
   c) Comunicazione e Auto-Organizzazione in sistemi biologici, tecnologici e sociali.

3) Sottoprogetto "*The Minimal Life*"

   La nostra attuale idea dell'origine della vita sulla Terra, suppone che si sia sviluppata dalla materia inanimata attraverso una lunga serie di passi spontanei di complessità molecolare crescente, fino al punto in cui strutture chiuse, semi permeabili, furono capaci di vita, definita come il verificarsi simultaneo di tre proprietà: omeostasi (metabolismo interno come uno scambio con l'ambiente), auto-riproduzione e mutazione/evoluzione. Tuttavia anche l'organismo unicellulare più semplice esistente sulla Terra è estremamente complesso: contiene almeno 500 geni e in proporzione questa "semplice" vita microbica è basata su un interazione di molte migliaia di macromolecole. Questa complessità fa nascere la domanda se ciò sia realmente necessario per la vita. Il presente progetto di ricerca si propone di rispondere a questa domanda attraverso esperimenti, costruendo in laboratorio e usando liposomi, cellule viventi semi-sintetiche, con la minima possibile complessità.

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE

Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche ENRICO FERMI

Il termine semi-sintetico sta a indicare che mentre i compartimenti, come anche le tecniche operative sono sintetici, i componenti macromolecolari come gli enzimi e gli acidi nucleici sono tratti da strutture esistenti.

Nel corso del 2007 i collaboratori del *Centro Fermi*, che hanno partecipato ai primi due sottoprogetti del Progetto "Complessità", sono stati quattro, tra cui 1 Senior Grant e 3 Junior. Al sottoprogetto "*The Minimal Life*" sono stati assegnati 1 Senior e 3 Junior Grants. Il totale delle spese relative al Progetto "Complessità" è riportato in Tabella, in unità di migliaia di euro:

Complessità	Spese 2007
Risorse Umane	238

Il Progetto è individuato come tema d'interesse di specifiche Convenzioni con il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "La Sapienza" e con l'Università di Roma Tre.

4. Buchi Neri Acustici

Nella teoria generale della relatività è prevista l'esistenza di buchi neri, ovvero situazioni in cui la densità di materia è tale che non vi è modo di sfuggire alla gravità. Tuttavia è stata avanzata l'ipotesi che i buchi neri evaporino lentamente, rilasciando la materia al loro interno sotto forma di radiazione, detta "di Hawking". Si è recentemente scoperto che il moto di un fluido in opportune condizioni obbedisce ad equazioni simili a quelle della relatività generale ed è possibile costruire dei sistemi di fluidi in moto, in cui si dovrebbe quindi poter verificare o meno l'esistenza di un effetto analogo alla radiazione di Hawking. Questa radiazione dovrebbe essere emessa per ragioni cinematiche, la sua esistenza dovrebbe prescindere dalla dinamica del sistema. Si è anche osservato che esistono altri sistemi, nella fisica dello stato solido, per i quali si ha una simile analogia. Lo scopo del Progetto (per definizione altamente interdisciplinare) è quindi lo studio di tali sistemi, allo scopo di verificare questa analogia e le sue conseguenze.

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE

Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche "ENRICO FERMI"

A questo Progetto, in collaborazione con l'Università di Bologna, è stato assegnato 1 Junior Grant. In Tabella sono riassunte le relative spese per il 2007:

Buchi Neri Acustici	Spese 2007
Risorse Umane	33

5. Picometria

Il Dipartimento di Fisica Generale dell'Università di Torino è inserito in un Progetto internazionale riguardante la ridefinizione dell'attuale unità di massa. Il metodo che appare più promettente è basato sulla relazione tra la costante di Avogadro ed il parametro reticolare di un opportuno monocristallo monoisotopico di silicio. Allo scopo bisogna fare ricorso ad una tecnica di interferometria doppia X-ottica. Ovviamente una rideterminazione della costante di Avogadro è fondamentale di per sé. Un opportuno analizzatore di raggi X è stato realizzato, il calcolo dettagliato dei campi elettromagnetici in uscita dall'analizzatore è particolarmente importante per la valutazione degli effetti sistematici ed il *Centro Fermi* supporta questa parte del Progetto.
A questo Progetto è stato assegnato 1 Junior Grant. In Tabella sono riportate le relative spese per il 2007:

Picometria	Spese 2007
Risorse Umane	30

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE

Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche ENRICO FERMI

6. Microrisonatori Ottici

I risonatori sono circuiti che trovano larghissimo impiego in elettronica, nei dispositivi a microonde ed in particolare in ottica. Il gruppo di ricerca del Laboratorio Tecnologie Optoelettroniche dell'Istituto di Fisica Applicata IFAC-CNR ha avviato, in collaborazione con Centri di Ricerca ed Università europei, uno studio su applicazioni avanzate di microrisonatori sferici dielettrici, sia come nuove sorgenti laser che come biosensori innovativi. Oggetto di questo Progetto del *Centro Fermi* è l'avvio di un indirizzo completamente nuovo, connesso alla misura degli effetti prodotti da onde gravitazionali e l'estensione di queste attività. Gli obiettivi specifici sono quindi:

a) Sviluppare microlaser basati su microsfere di vetri drogati con terre rare e su materiali a centri di colore
b) Sviluppare sensori microsferici, in particolare per l'individuazione in tempo reale di sequenze anomale di DNA (marker tumorali)
c) Studiare la fattibilità di sensori di onde gravitazionali, impieganti risonatori microsferici
d) Studiare l'estensione di questi studi al caso bidimensionale, ovvero microrisonatori a disco o ad anello.

L'utilizzo di microcavità sferiche come sorgenti laser ha come obiettivo la realizzazione di dispositivi per applicazioni in cui sia desiderabile ottenere al tempo stesso bassa potenza di soglia, dimensioni estremamente ridotte e purezza spettrale. Tali sensori, in cui l'alto fattore di qualità della cavità si traduce in lunghezze effettive di qualche metro, possono essere visti come una versione aggiornata e miniaturizzata dei sistemi spettroscopici utilizzanti cavità Fabry-Perot, le quali però hanno dimensioni maggiori per qualche ordine di grandezza.

L'impiego profuso nella rilevazione diretta di onde gravitazionali ha richiesto ingenti investimenti nella strumentazione, come è stato richiesto ad esempio per il progetto LIGO in USA e VIRGO in Italia. Questi osservatori sono normalmente costituiti da interferometri con bracci aventi lunghezze dell'ordine dei chilometri. Sarebbe veramente interessante e certamente molto economico poter sfruttare l'elevato fattore di qualità delle microcavità sferiche, per aumentare la sensibilità di uno strumento interferometrico di dimensioni molto più piccole.

COPIA CONFORME
ALL'ORIGINALE

Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche "ENRICO FERMI"

La luce guidata all'interno di una microsfera si propaga all'interno di essa per riflessioni multiple anche per chilometri. Vantaggi molto importanti sono dati dalla facilità d'isolamento dalle perturbazioni ambientali, dalla possibilità di mettere il dispositivo nell'ultravuoto e a bassissima temperatura, con notevole aumento della sensibilità dello strumento.

A questo Progetto sono stati assegnati 1 Senior e 1 Junior Grants nel corso del 2007. Le spese relative al Progetto sono riassunte in Tabella, in unità di migliaia di euro:

Microrisonatori Ottici	Spese 2007
Risorse Umane	75
Attrezzature	14

7. Silenzio Cosmico

Nella progettazione scientifica per il Laboratorio del Gran Sasso uno dei temi di ricerca era lo studio degli effetti del "Silenzio Cosmico" sulla materia vivente.

L'interesse di queste ricerche è ancora oggi di straordinaria attualità ed infatti, nonostante siano trascorsi 25 anni dal momento in cui la progettazione scientifica venne presentata alla comunità dei fisici (INFN) e alle autorità (Commissione Lavori Pubblici del Senato), le risposte ai quesiti posti per lo studio del "Silenzio Cosmico" sulla materia vivente sono di fatto assai modesti. Motivo: su queste attività di ricerca è mancato l'impegno sia a livello d'istituzione di ricerca, sia a livello di numero di ricercatori motivati da queste problematiche. Eppure l'interesse per queste ricerche non ha fatto che crescere in maniera costante, uscendo dal recinto dei nostri ambienti specialistici e arrivando ad interessare il grande pubblico. Basta citare l'enorme attualità che ha oggi lo studio dell'evoluzione della vita. Ebbene, in questo studio manca il ruolo svolto nell'evoluzione della vita dalla radiazione, sia cosmica, sia della materia in mezzo alla quale viviamo.

Questa materia emette "radiazione di fondo" e nel Laboratorio del Gran Sasso (già altamente schermato per quanto riguarda la radiazione cosmica) lo studio degli effetti prodotti da questa radiazione si può fare partendo da livelli minimi, essendo le "pareti naturali" del Gran Sasso dieci volte meno "radioattive" (in neutroni) delle altre "pareti" sotterranee.

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE

Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche "ENRICO FERMI"