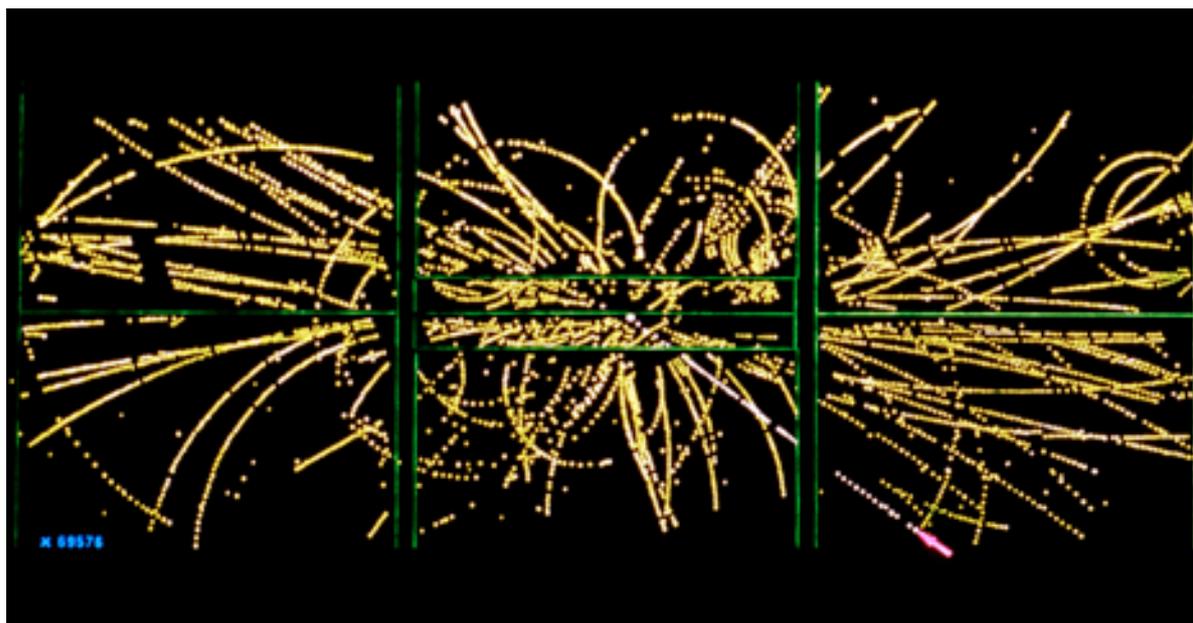


LIBRETTO INFORMATIVO

Viaggio di Studio al CERN

24 – 26 febbraio 2012



La scoperta del bosone W (esperimento UA1):
una collisione protone-antiprotone produce un elettrone di elevato impulso trasverso
(evidenziato dalla freccia).

Organizzato da:

M. Cobal, S. Dalla Torre, G. Della Ricca, G.V. Margagliotti, E. Novacco

Web: <http://viaggioalcern.ts.infn.it/>

Indice

Introduzione

1. Il CERN – Storia, Struttura, Esperimenti

- a. L'acronimo
- b. Il complesso degli acceleratori
- c. Successi scientifici
- d. LHC, l'acceleratore del futuro
- e. Dove è nato il Web
- f. Un laboratorio di pace
- g. Stati membri

2. Modello Standard e Quark Gluon Plasma

3. Il Viaggio

- a. Composizione del Gruppo
- b. Programma di viaggio
 - i. Venerdì 24 febbraio 2012
 - ii. Domenica 26 febbraio 2012
- c. Programma dettagliato delle visite
 - I. Esperimento ALICE
 - II. Esperimento ATLAS
 - III. Esperimento CMS
 - IV. Esperimento COMPASS
- d. Quota di partecipazione

4. Contatti

- a. Organizzatori - accompagnatori
- b. Guide e relatori
- c. Referenti degli studenti
- d. Indirizzi importanti

5. Informazioni pratiche

- a. Notizie utili
- b. Arrivo al CERN
- c. Pernottamento
- d. Pasti
- e. La città di Ginevra

6. I nostri Sponsor

- a. Consorzio per la Fisica di Trieste
- b. Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (I.N.F.N.)
- c. Università degli Studi di Trieste
- d. Università degli Studi di Udine

7. Curatori del libretto

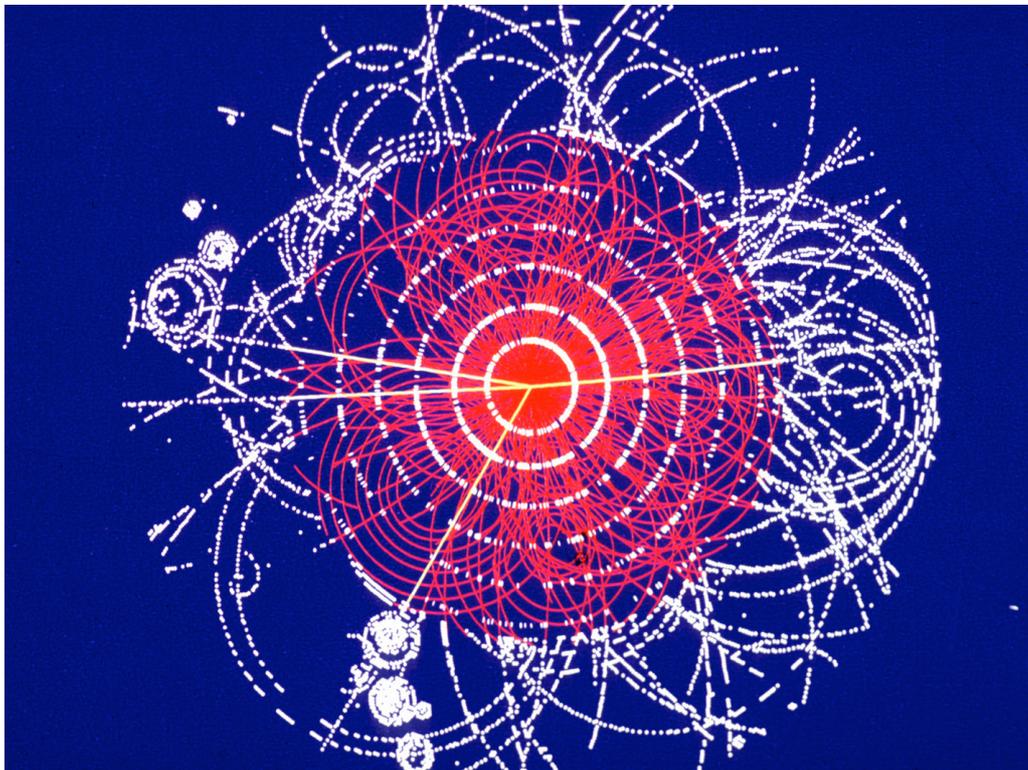
Introduzione

Benvenuti al CERN!

Questo libretto intende contribuire al successo della gita che abbiamo organizzato per voi fornendovi tutto il materiale informativo necessario, dalle informazioni logistiche, a notizie sulla città di Ginevra e sul CERN, per finire con il programma vero e proprio di questa escursione.

Hanno collaborato all'organizzazione di questo settimo viaggio di studio al CERN la dott.ssa Marina Cobal (Università degli Studi di Udine), i dott. Giuseppe Della Ricca, Giacomo Vito Margagliotti e Massimo Venaruzzo (Università degli Studi di Trieste) per il coordinamento e per il contributo alla definizione del programma; i dott. Fabio Cossutti, Silvia Dalla Torre e Fulvio Tassarotto (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – Sezione di Trieste), la prof.ssa Anna Martin e i dott. Vieri Candelise, Giacomo Contin, Stefano Levorato, Matteo Marone, Damiana Montanino, Massimo Venaruzzo (Università degli Studi di Trieste), i dott. Umberto De Sanctis, Massimo Lamanna e Alessio Mereghetti (CERN) per l'accompagnamento; lo staff del Servizio amministrativo del Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Trieste per gli aspetti contabili ed Erica Novacco (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – Sezione di Trieste) per l'organizzazione.

Si ringraziano il presidente del Consorzio per la Fisica, prof. Gian Carlo Ghirardi, il direttore della Sezione I.N.F.N. di Trieste, dott.ssa Silvia Dalla Torre e il direttore del Dipartimento di Fisica dell'Università di Trieste, prof. Livio Lanceri, che tutti hanno sostenuto in vario modo questa iniziativa.



Simulazione di un evento di Higgs che decade in 4 muoni nel rivelatore ATLAS

1. II CERN

Il **CERN, European Organization for Nuclear Research**, (storicamente il nome è l'acronimo di **Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire**), è il più grande laboratorio al mondo di fisica delle particelle. Si trova al confine tra Svizzera e Francia, alla periferia ovest della città di Ginevra. Qui i fisici cercano di esplorare i segreti della materia e le forze che regolano l'universo. La convenzione che istituiva il CERN fu firmata il 29 settembre 1954 da 12 stati membri. Oggi fanno parte del CERN 20 stati membri più alcuni osservatori anche extraeuropei.

Scopo principale del CERN è quello di fornire ai ricercatori gli strumenti necessari per la ricerca in fisica delle alte energie attraverso esperimenti che rappresentano lo stato dell'arte sia dal punto di vista scientifico che tecnologico. Questi strumenti sono essenzialmente gli acceleratori, che accelerano le particelle fino a energie molto elevate. Indispensabili per la sperimentazione sono, assieme agli acceleratori, i rivelatori, che permettono di vedere e scoprire le particelle che si creano durante le collisioni, che sono realizzati dai fisici di tutto il mondo i quali collaborano agli esperimenti presso il CERN. Un altro elemento importante del successo del laboratorio è la fervente e stimolante atmosfera rappresentata da una così straordinaria concentrazione di menti e competenze.

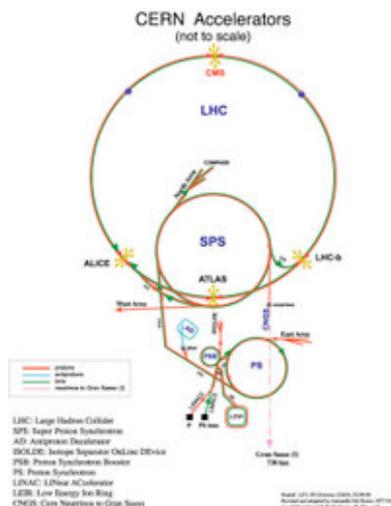
a. L'acronimo

L'acronimo CERN deriva dalla sua stessa storia: dopo la seconda guerra mondiale si sentì il bisogno di fondare un centro europeo all'avanguardia per la ricerca, per ridare all'Europa il primato nella fisica, dato che in quegli anni i principali centri di ricerca si trovavano tutti negli Stati Uniti. A questo scopo venne riunito un consiglio di scienziati, che decise in seguito di costruire il laboratorio.

C'è un po' di confusione a proposito del vero significato della prima lettera dell'acronimo, tanto che informalmente viene modificato in *Centre Européen pour la Recherche Nucléaire* (Centro Europeo per la Ricerca Nucleare). Tuttavia la ragione sociale del CERN è da molti anni *European Organization for Nuclear Research*.

b. Il complesso degli acceleratori

Il complesso degli acceleratori del CERN comprende attualmente, oltre al nuovo LHC, sei strutture principali:



- Due acceleratori lineari che generano particelle a basse energie, che successivamente vengono immesse nel *PS Booster*. Uno fornisce protoni, l'altro ioni pesanti. Sono noti come *Linac2* e *Linac3*, rispettivamente.
- Il *PS Booster*, che aumenta l'energia delle particelle generate dagli acceleratori lineari prima di iniettarle negli acceleratori successivi.
- Il *Proton Synchrotron* da 28 GeV (PS), costruito nel 1959.
- Il *Super Proton Synchrotron* (SPS), un acceleratore circolare di 2 km di diametro,

costruito in un tunnel, che iniziò a funzionare nel 1976. Originariamente aveva un'energia di 300 GeV, ma è stato potenziato più volte. Oltre ad avere un proprio fascio per esperimenti a bersaglio fisso, ha funzionato come collisionatore protone-antiprotone e per accelerare elettroni e positroni, che venivano poi iniettati nel *Large Electron Positron collider* (LEP). Oggi è anche iniettore di LHC, il nuovo acceleratore di cui parliamo nel seguito.

- Isotope Separator On-line (ISOLDE), che è usato per studiare nuclei instabili di isotopi molto pesanti

c. Successi scientifici

Alcuni importanti successi nel campo della fisica delle particelle sono stati possibili grazie agli esperimenti del CERN. Per esempio:

- La scoperta della corrente neutra nel 1973 nella camera a bolle Gargamelle.
- La scoperta dei bosoni W e Z nel 1983 con gli esperimenti UA1 e UA2. Nel 1983 il premio Nobel per la fisica fu assegnato a Carlo Rubbia e Simon van der Meer per questa scoperta.
- Nel 1992 il premio Nobel per la fisica fu assegnato a Georges Charpak "per l'invenzione e lo sviluppo di rivelatori di particelle, in particolare della camera proporzionale a multifilo".

d. LHC, l'acceleratore del futuro

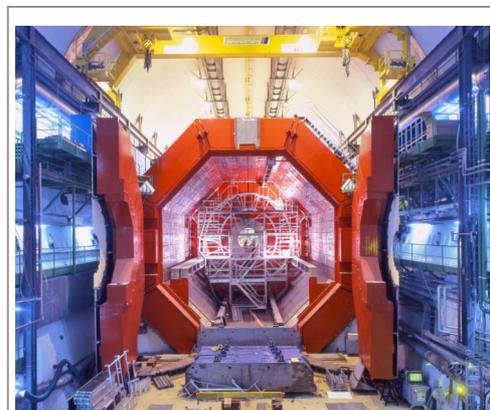


La costruzione del rivelatore CMS

Gran parte del lavoro svolto al CERN negli ultimi anni era finalizzato alla costruzione del *Large Hadron Collider* (Grande collisionatore di adroni) e alla preparazione degli esperimenti collegati. Il progetto è stato completato nel 2008, anche se un incidente tecnico legato alla fase di rodaggio ha costretto a spostare la fase di operazione alla seconda metà del 2009. L'acceleratore – del tipo collisionatore – è stato costruito all'interno dello stesso tunnel circolare di 27 km di lunghezza in precedenza utilizzato dal LEP, che è stato spento nel novembre 2000. Il complesso di acceleratori PS/SPS viene utilizzato per pre-accelerare sia i protoni che gli ioni che poi sono immessi nell'LHC. Il tunnel si trova mediamente a 100 m di profondità, in una regione compresa tra l'aeroporto di Ginevra e la catena montuosa del Giura. Cinque diversi esperimenti (ALICE, ATLAS, CMS, LHCb e TOTEM) sono situati lungo l'anello di LHC, ognuno di essi studierà collisioni tra particelle alle più alte energie mai raggiunte, con metodi diversi e facendo uso di tecnologie differenti.

La progettazione di LHC ha richiesto una precisione straordinaria: basti pensare ad esempio, che per mantenere stabili le orbite dei fasci che raggiungeranno i 7 TeV di energia ($1 \text{ TeV} = 1 \text{ teraelettronvolt} = 10^{12} \text{ eV}$), un

protoni che gli ioni che poi sono immessi nell'LHC. Il tunnel si trova mediamente a 100 m di profondità, in una regione compresa tra l'aeroporto di Ginevra e la catena montuosa del Giura. Cinque diversi esperimenti (ALICE, ATLAS, CMS, LHCb e TOTEM) sono situati lungo l'anello di LHC, ognuno di essi studierà collisioni tra particelle alle più alte energie mai raggiunte, con metodi diversi e facendo uso di tecnologie differenti.



La costruzione del rivelatore ALICE

protoni che gli ioni che poi sono immessi nell'LHC. Il tunnel si trova mediamente a 100 m di profondità, in una regione compresa tra l'aeroporto di Ginevra e la catena montuosa del Giura. Cinque diversi esperimenti (ALICE, ATLAS, CMS, LHCb e TOTEM) sono situati lungo l'anello di LHC, ognuno di essi studierà collisioni tra particelle alle più alte energie mai raggiunte, con metodi diversi e facendo uso di tecnologie differenti.

valore mai raggiunto in precedenza, è necessario ricorrere alla tecnologia dei superconduttori e tenere conto, fra l'altro, anche dell'influenza della forza di attrazione gravitazionale esercitata dalla Luna sulla crosta terrestre.

e. Dove è nato il Web

Il World Wide Web è nato al CERN nel 1989, da un'idea di Tim Berners-Lee. Nacque come progetto marginale, chiamato ENQUIRE, basato sul concetto dell'ipertesto (anche se a quel tempo non era stata ancora coniata la parola ipertesto) nel 1980. Con lo scopo di scambiare efficientemente dati tra chi lavorava a diversi esperimenti, è stato introdotto al CERN nel 1989 con il progetto WordWideWeb, il primo browser sviluppato sempre da Berners-Lee. Inoltre Tim Berners-Lee sviluppò le infrastrutture che servono il Web e cioè il primo web server.

Il 30 Aprile 1993 il CERN annunciò che il World Wide Web sarebbe stato libero per tutti. Nel 1993 la NCSA rilasciò il primo browser grafico, Mosaic. Da quel momento lo sviluppo del www fu inarrestabile.

f. Un laboratorio di pace

Al CERN persone da tutte le parti del mondo si incontrano, collaborano, discutono; riescono a lavorare insieme persone provenienti da paesi in guerra tra loro (Israeliani e Palestinesi ad esempio, ma si dice che sia un successo riuscire a far collaborare anche Francesi ed Inglesi). In questo senso il CERN è un *laboratorio di pace*.

"Il CERN è stato fondato meno di 10 anni dopo la costruzione della bomba atomica. Penso che l'esistenza della bomba abbia avuto una grande importanza nel rendere possibile il CERN. L'Europa è stata teatro di violente guerre per più di duecento anni. Adesso, con la fondazione del CERN, abbiamo qualcosa di diverso. Spero che gli scienziati al CERN si ricordino di avere anche altri doveri oltre che proseguire la ricerca nella fisica delle particelle. Essi rappresentano il risultato di secoli di ricerca e di studio per mostrare il potere dello spirito umano. Quindi mi appello a loro affinché non si considerino tecnici, ma guardiani di questa fiamma dell'unità europea, così che l'Europa possa salvaguardare la pace nel mondo."

(Isidor Isaac Rabi, al trentesimo anniversario del CERN (1984))

g. Stati membri

Attualmente fanno parte del CERN 20 stati membri.

I paesi fondatori del CERN sono

- Belgio
- Danimarca
- Francia
- Germania
- Grecia
- Italia
- Jugoslavia, che esce dal CERN nel 1961
- Norvegia
- Regno Unito
- Paesi Bassi
- Svezia
- Svizzera

A questi si sono aggiunti:

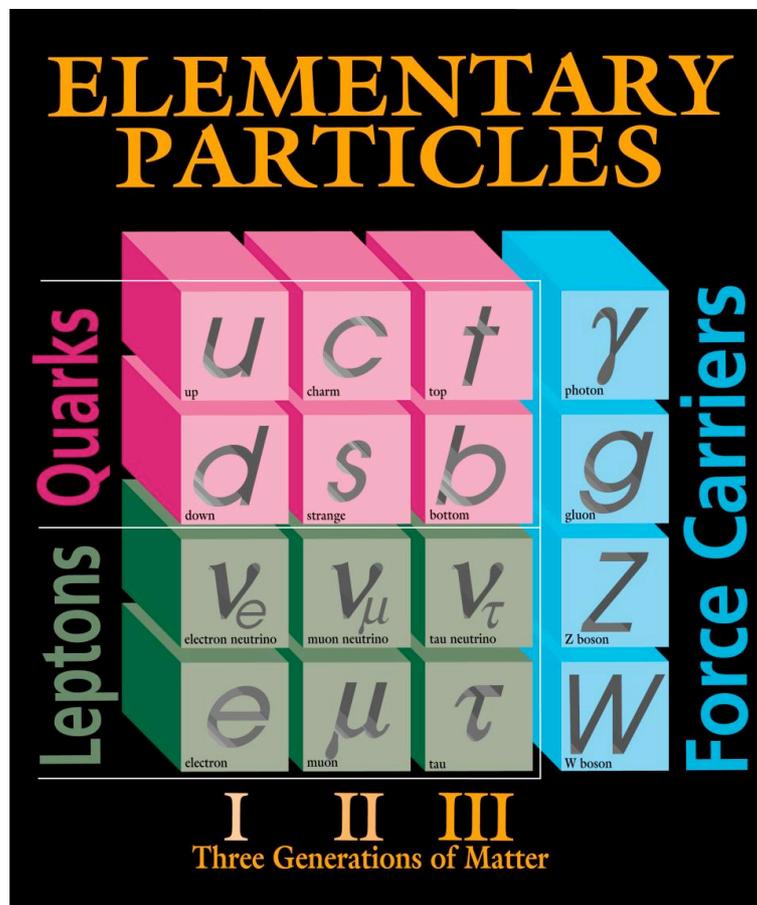
- Austria nel 1959,
- Spagna nel 1961, esce dal CERN nel 1969 e rientra nel 1983
- Portogallo nel 1985,
- Finlandia nel 1991,
- Polonia nel 1991,
- Ungheria nel 1992,
- Repubblica Ceca nel 1993,
- Repubblica slovacca nel 1993,
- Bulgaria nel 1999.

2. Modello Standard e Quark Gluon Plasma

Il **Modello Standard** è una teoria che descrive i componenti primi della materia e le loro interazioni; solo tre delle quattro forze fondamentali osservate in natura sono di fatto considerate dal modello: l'interazione elettromagnetica, quella debole (unificate nella cosiddetta interazione elettrodebole) e l'interazione forte. Esso costituisce una teoria di campo quantistica, consistente quindi con la meccanica quantistica oltre che con la relatività speciale, in cui ogni interazione tra i campi di materia è regolata da un'opportuna simmetria locale (di *gauge*); conseguenza di ciò è che l'interazione tra campi di materia può interpretarsi in termini di scambio di bosoni che proprio per il loro ruolo, vengono detti bosoni mediatori (o di *gauge*). I bosoni di *gauge* del Modello Standard sono i seguenti:

- il fotone, mediatore dell'interazione elettromagnetica;
- i bosoni W e Z, che mediano la forza debole;
- i gluoni, che mediano la forza forte.

Il Modello Standard divide dunque le particelle fondamentali in due tipi: i cosiddetti campi di materia (leptoni – che subiscono solo interazioni elettrodeboli – e quark) e i bosoni mediatori delle forze. Leptoni e quark sono fermioni e come tali, sono particelle con spin semintero ($\frac{1}{2}$ per tutti i fermioni del Modello Standard), al contrario dei bosoni, caratterizzati invece da spin intero (spin 1 nel caso specifico di bosoni di *gauge*). Una panoramica dei fermioni (in tutto 6 tipi – o sapori – di quark e 6 di leptoni) è rappresentata nella seguente tabella:



Si può dimostrare che le trasformazioni di *gauge* possono essere descritte esattamente per mezzo di un gruppo unitario chiamato gruppo di *gauge*. Il gruppo di *gauge* dell'interazione forte è SU(3), mentre quello dell'interazione elettrodebole è SU(2) \times U(1): perciò il Modello Standard è noto anche come SU(3)_C \times SU(2)_L \times U(1)_Y. Tuttavia, se tale simmetria fosse esatta, allora tutti i bosoni di *gauge* sarebbero privi di massa (come accade per fotoni e gluoni); questa eventualità è esclusa dall'evidenza sperimentale che quantifica la massa di W e Z in circa 80 e 91 GeV/c² rispettivamente. La possibilità di mantenere la struttura fondamentale del modello, salvaguardandone predittività e consistenza teorica, è offerta dal meccanismo di Higgs che a fronte dell'introduzione di un ulteriore campo scalare (un bosone di spin 0), consente di assegnare massa non soltanto ai bosoni W e Z, ma anche a tutti i fermioni del modello, rompendo in modo spontaneo la simmetria di *gauge*; in particolare, la rottura avviene secondo lo schema SU(2)_L \times U(1)_Y \times U(1)_{em}, in cui si recupera la simmetria caratteristica dell'elettromagnetismo, di cui non sono state mai osservate violazioni. Benché il bosone di Higgs non sia ancora stato osservato in modo diretto, diverse speculazioni indirette, basate sulla consistenza interna del Modello Standard e sulle correzioni quantistiche a quantità misurate sperimentalmente (come la massa del quark top), sembrano preferire una massa del bosone di Higgs dell'ordine della scala elettrodebole, ovvero dell'ordine di 200 GeV/c². Uno dei maggiori obiettivi di LHC – dopo quanto fatto al LEP e al Tevatron – è proprio la ricerca del bosone di Higgs; se il Tevatron sarà in grado di investigare l'esistenza di un bosone di Higgs fino a masse dell'ordine di 120÷130 GeV/c², la portata di LHC permetterà di scoprirlo o di escluderlo fino a una massa di 1 TeV/c².

Ad oggi, essenzialmente tutte le verifiche sperimentali del Modello Standard si sono dimostrate in accordo con le previsioni; nonostante ciò il Modello Standard non può considerarsi una teoria completa delle interazioni fondamentali, dal momento che non include una descrizione della gravità e non è compatibile con la relatività generale. Ecco allora la necessità di cominciare ad esplorare oltre la scala elettrodebole, alla ricerca di simmetrie o dimensioni più estese di quelle che oggi caratterizzano il Modello Standard.

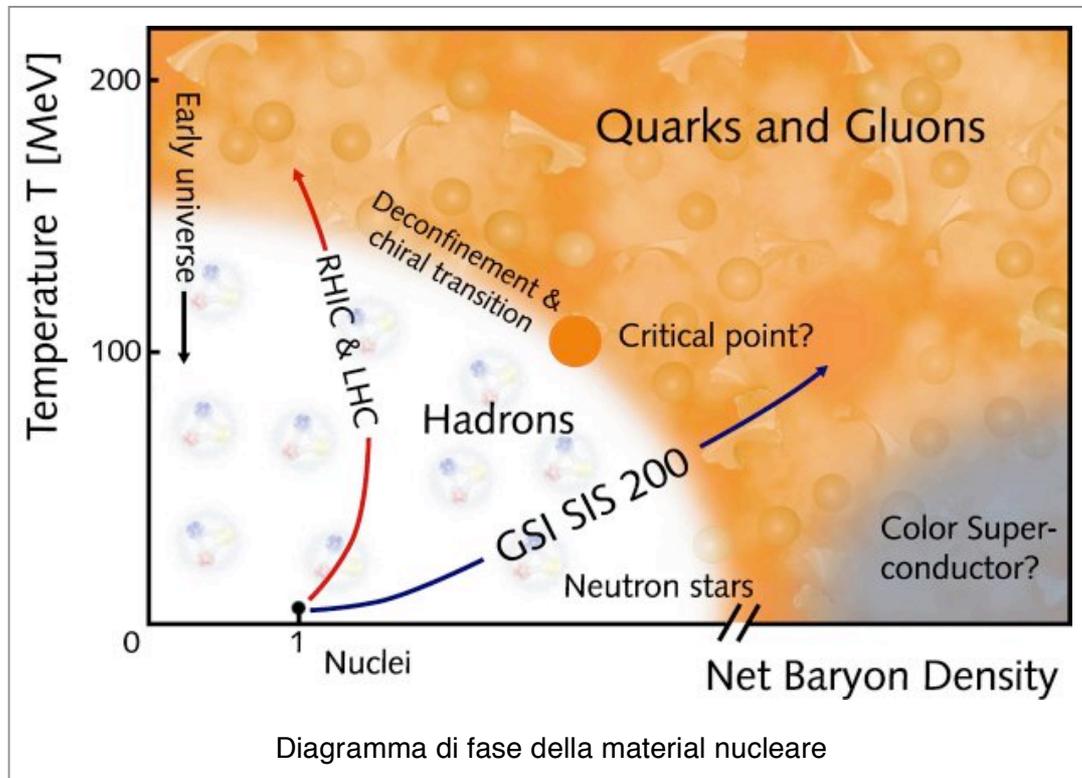
Il Quark Gluon Plasma. La fisica degli ioni pesanti ad energie ultra-relativistiche si propone di estendere il Modello Standard alla comprensione dei sistemi complessi di taglia finita e della loro evoluzione dinamica. Ciò per capire come proprietà macroscopiche e fenomeni collettivi, coinvolgenti molti gradi di libertà, discendano dalle leggi microscopiche della fisica delle particelle elementari. In particolare si vuole sondare l'ambito delle interazioni forti studiando la materia nucleare in condizioni estreme di densità e temperatura.

I fenomeni collettivi di più straordinario impatto, predetti dal Modello Standard, consistono nel manifestarsi di transizioni di fase in campo quantistico in corrispondenza a ben determinate condizioni di densità d'energia. Ciò coinvolge in modo cruciale la nostra attuale comprensione sia della struttura del Modello Standard a basse energie che dell'evoluzione dell'Universo nei primissimi istanti successivi al Big Bang. Questa evoluzione, a partire da uno stato iniziale di estrema densità, avrebbe attraversato una fase di rapida espansione e conseguente raffreddamento, passando attraverso delle serie di transizioni di fase predette dal Modello Standard. Caratteristiche globali del nostro attuale Universo, quali l'asimmetria barionica o la struttura su larga scala, sono connesse con proprietà caratteristiche di tali transizioni di fase.

La comparsa, nel quadro del Modello Standard, di transizioni di fase che coinvolgano campi quantistici elementari, è intrinsecamente connessa alla rottura di simmetrie fondamentali della natura, e dunque all'origine della massa. Generalmente avviene che

simmetrie intrinseche della teoria, valide ai più alti valori di densità d'energia, si rompano al di sotto di valori critici della stessa.

Il numero di particelle e la loro massa sono una diretta conseguenza del meccanismo di rottura di una simmetria. Grazie a calcoli di QCD su reticolo si può predire un valore di 170 MeV, corrispondente a una densità d'energia di circa 1 GeV fm^{-3} , per la temperatura critica alla quale la materia dovrebbe effettuare una particolare transizione di fase, ovvero quella verso uno stato deconfinato per quark e gluoni.



Negli urti fra ioni pesanti che si otterranno ad LHC tali valori critici verranno raggiunti ed anche superati. Ciò fa della transizione di fase di QCD verso il Quark Gluon Plasma la sola predetta dal Modello Standard e accessibile oggi con esperimenti in laboratorio.

I sistemi creati negli urti fra ioni pesanti ultrarelativistici possono dunque dare luogo, in funzione delle caratteristiche dell'urto, alla fase deconfinata detta di plasma di quark e gluoni, che evolvendo dinamicamente in modo molto rapido transisce verso la condizione finale adronica e diluita. La comprensione di questa fase di rapida evoluzione si configura come una formidabile sfida teorica che va ben oltre l'esplorazione della condizione d'equilibrio in QCD. Vi è l'opportunità di sviluppi e sinergie interdisciplinari che coinvolgono concetti di fisica delle particelle elementari, fisica nucleare, termodinamica dell'equilibrio e del non equilibrio, idrodinamica quantistica-relativistica, ...

3. Il viaggio

a. Composizione del gruppo

Il gruppo in visita ai laboratori del CERN con questo viaggio di studio del 24, 25 e 26 febbraio 2012 è composto da studenti universitari iscritti a:

- Corso di Laurea in Fisica presso l'Università degli Studi di Trieste
- Corso di Laurea in Web e Tecnologie multimediali presso l'Univ. degli Studi di Udine
- Corso di Laurea in Matematica presso l'Università degli Studi di Udine
- Corso di Laurea in Informatica presso l'Università degli Studi di Udine

Il viaggio di studio è rivolto prevalentemente ai ragazzi che stanno completando la laurea triennale per offrire, attraverso la visita ad un laboratorio di frontiera, un ampliamento delle loro prospettive culturali. Ciò in armonia con una componente essenziale della missione dell'INFN: la diffusione della conoscenza nell'ambito delle scienze fisiche. I nominativi dei referenti sono riportati di seguito alla voce *Contatti*.

b. Programma di viaggio

Viaggio con pullman gran turismo a nolo.

Vettore utilizzato per il viaggio dal 24 al 26 febbraio 2012:

By Bus Trieste di Fontanot Fabio & c. snc
via D'Alviano, 90 - 34144 Trieste (Italy)
tel/fax: 040 763415
autista: Roberto Fontanot cell.: 335 271717

i. Venerdì 24 febbraio 2012:

07:45 Appuntamento, per gli studenti triestini, in piazza Oberdan (TS)

08:00 Partenza con pullman gran turismo da Trieste, piazza Oberdan

08:40 Pickup degli studenti dell'Ateneo udinese al casello autostradale di San Giorgio di Nogaro (UD)

Sosta per il pranzo lungo il percorso.

Nel tardo pomeriggio arrivo ai Laboratori del CERN (ore 18:30 circa)

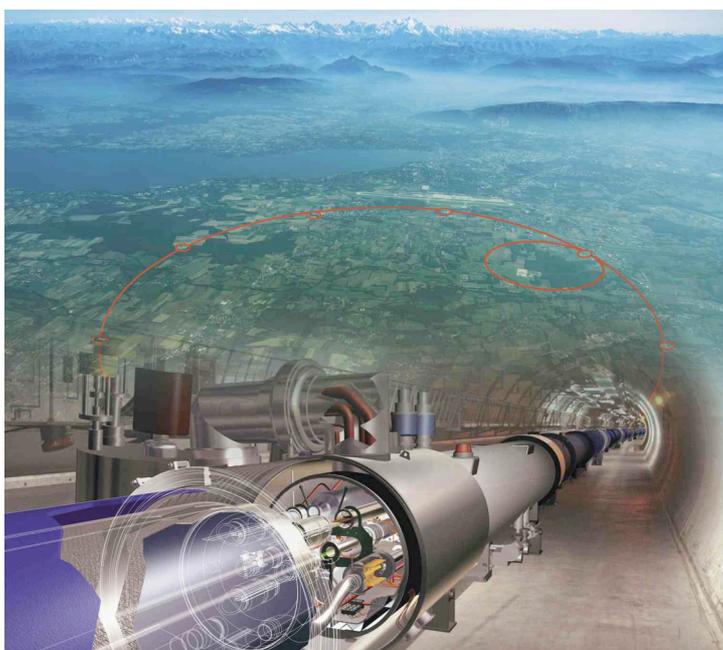
ii. Domenica 26 febbraio 2012:

Ore 14:00 partenza dai Laboratori del CERN per Trieste.

Sosta per la cena lungo il percorso.

In tarda serata arriva a Trieste (ore 23:00 circa).

Il gruppo partirà da Trieste accompagnato dalla prof.ssa Marina Cobal e dai dott. Fulvio Tessarotto e Vieri Candelise



Spaccato di sezione di uno dei magneti di LHC sullo sfondo del tunnel, della zona di Ginevra e del Monte Bianco

c. Programma dettagliato delle visite

Venerdì 24 febbraio.

7:45	Appuntamento, per gli studenti triestini, in piazza Oberdan (TS)
8:00	Partenza con pullman gran turismo da Trieste, piazza Oberdan
	Lungo il tragitto seminario introduttivo sul CERN (F. Tessarotto) e Seminario sulla fisica di LHC (Marina Cobal)
	Pranzo lungo il percorso (<i>a carico dei partecipanti</i>)
Tardo pomeriggio	Arrivo alla <i>reception</i> del CERN di Ginevra
	Assegnazione stanze e deposito bagagli al foyer del CERN
20:00	<i>Cena alla cantine del CERN (a carico dei partecipanti)</i>

Sabato 25 febbraio, mattina

8:00	Meeting point: ingresso foresteria
8:30 - 10:00	Seminario sugli esperimenti a LHC: Atlas e CMS (Fabio Cossutti)
	Seminario sull'esperimento COMPASS (Silvia Dalla Torre)
10:30 - 12:45	Visita esperimento CMS
13:15	<i>Pranzo alla cantine del CERN (a carico dei partecipanti)</i>

Sabato 25 febbraio, pomeriggio

14:30	Meeting point: ingresso foresteria
15:00 - 16:30	Visita esperimento COMPASS
17:00 - 17:45	Seminario sul computing a LHC (Massimo La manna)
17:45 - 18:45	Visita centro di calcolo del CERN

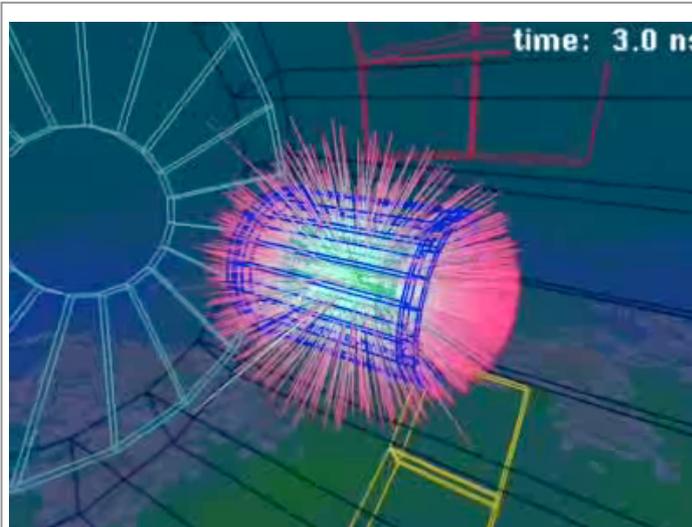
Domenica 26 febbraio, mattina

8:00		Meeting point: ingresso foresteria e carico bagagli
8:45	– 9:30	Seminario sull'esperimento ALICE (Massimo Venaruzzo)
10:00	- 12:15	Visita esperimento ALICE
12:45		Pranzo al CERN (a carico dei partecipanti)
14:00		Partenza con pullman granturismo dal CERN per Trieste
23:00	circa	Arrivo a Trieste

NOTA IMPORTANTE: Per le visite ai pozzi sperimentali è obbligatorio indossare **scarpe chiuse e con tacco basso**

I. Esperimento ALICE

ALICE (A Large Ion Collider Experiment) coinvolge una collaborazione di oltre

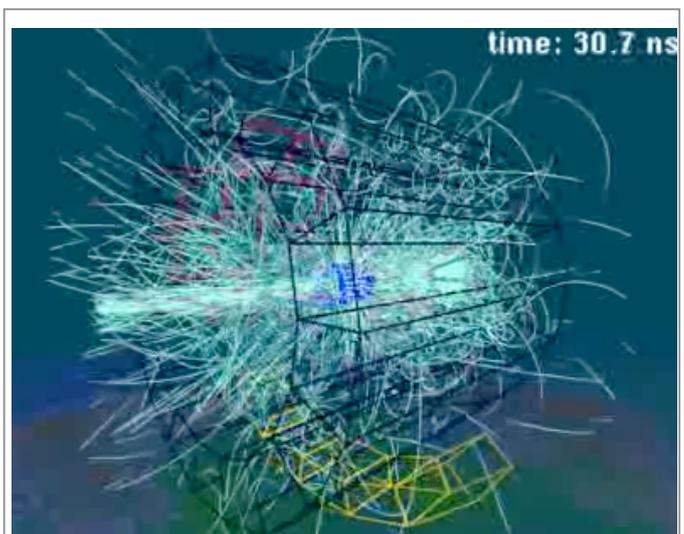


Simulazione di un evento centrale Pb-Pb in ALICE dopo 3 nano-secondi dall'impatto

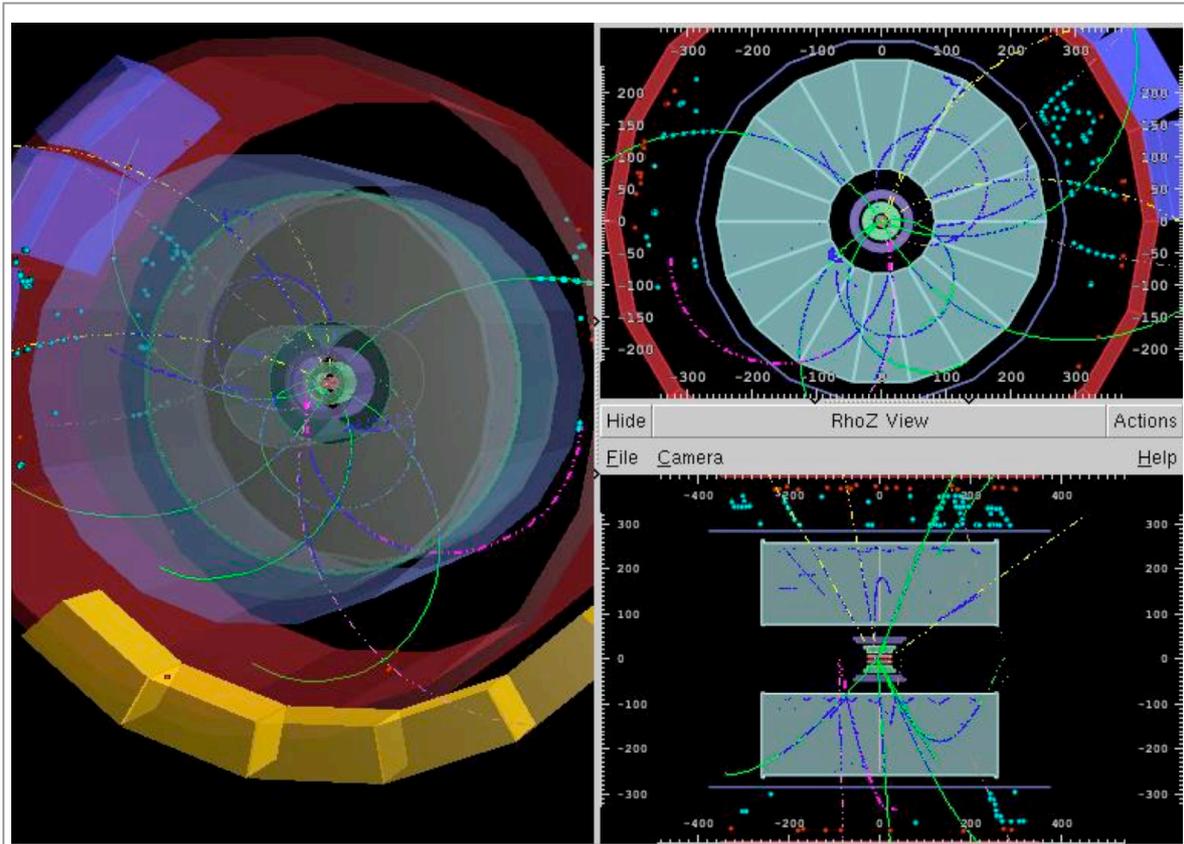
1000 fisici, ingegneri e tecnici provenienti da più di 30 diverse nazioni nel mondo. L'esperimento ALICE è pensato per studiare nel modo più efficiente le interazioni fra ioni piombo che verranno accelerati da LHC ad energie ultrarelativistiche (l'energia nel centro di massa è di 5.5 TeV per coppia di nucleoni). Il suo goal è lo studio del Quark Gluon Plasma e dei fenomeni ad esso associati e date le notevoli caratteristiche del rivelatore, esso può contribuire in modo significativo anche ai risultati della fisica delle interazioni p+p,

che sono le prime disponibili ad LHC dallo scorso novembre 2009 e in base alle quali la Collaborazione ALICE ha pubblicato il primo lavoro di fisica in assoluto con fasci forniti da LHC [***First proton–proton collisions at the LHC as observed with the ALICE detector: measurement of the charged-particle pseudorapidity density at $\sqrt{s} = 900$ GeV*** _ Eur. Phys. J. C (2010) 65: 111–125]

L'apparato sperimentale è costituito da un magnete solenoidale e da più rivelatori, funzionanti sulla base di tecniche differenti ma complementari, per la gran parte contenuti entro il magnete e disposti a simmetria



Evoluzione dell'evento precedente dopo 30.7 nano-secondi dall'impatto

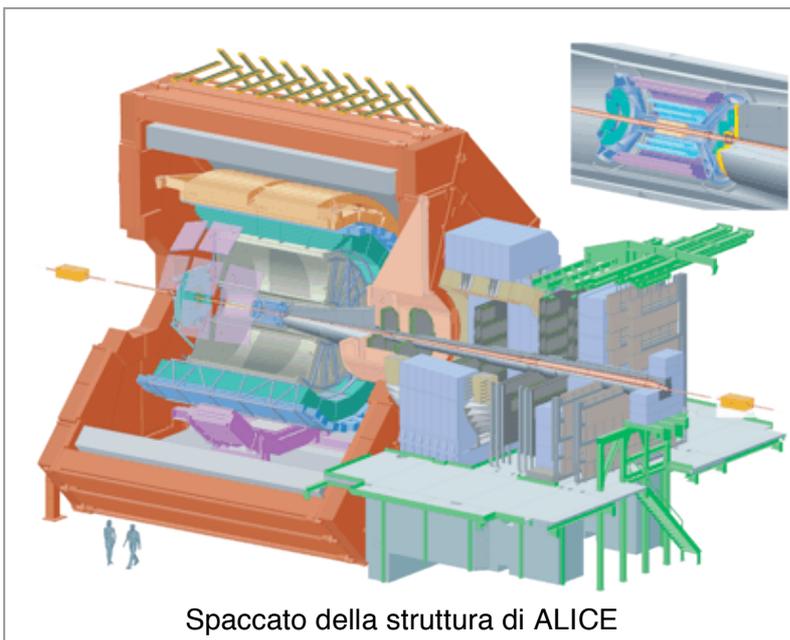


Uno dei primi veri eventi raccolti da ALICE con fasci LHC di protoni a 900 GeV nel centro di massa il 5 dicembre 2009. Si noti la minore quantità di tracce (molteplicità) rispetto a quanto mostrato nelle simulazioni delle due immagini precedenti, relative all'urto di due nuclei di piombo.

cilindrica attorno all'asse dei fasci di LHC. Ciò garantisce al sistema la capacità di rivelare, con alta efficienza, l'enorme moltitudine di particelle di diverse specie prodotte negli urti ione-ione, e di ricostruirne con precisione le caratteristiche dinamiche.

L'apparato misura complessivamente circa 20 metri in lunghezza e 16 sia in altezza che in larghezza.

Partendo dal volume a ridosso della zona d'interazione e muovendosi radialmente verso l'esterno, vi sono: il rivelatore di vertice ITS, costituito da 6 strati cilindrici di rivelatori



rivelatori rispettivamente a pixel di silicio, a deriva di silicio e a microstrip di silicio; una camera di tracciamento a gas (TPC); rivelatori per elettroni, positroni ed altre particelle ad alto impulso (TRD, HMPID); un rivelatore di tempo di volo (TOF); uno spettrometro per fotoni (PHOS); un calorimetro elettromagnetico (EMCal). Fuori dal magnete vi sono poi uno spettrometro per muoni, rivelatori dedicati al trigger e a misure calorimetriche a

piccoli angoli, rivelatori di monitor per raggi cosmici.

I risultati dello studio dei fenomeni associati al Quark Gluon Plasma condurranno ad una migliore e più ampia comprensione della natura della interazione forte, altrimenti non ottenibile da reazioni che comportino pochi nucleoni nel canale d'ingresso. Essi forniranno anche importanti risultati con cui confrontare le previsioni di evoluzione dell'Universo nei suoi primi istanti di vita dopo il Big Bang; gli urti centrali fra ioni piombo ad LHC costituiranno infatti quelli che vengono detti dei Little Bang, ovvero Big Bang su piccolissima scala, a meno del maggior contenuto iniziale in materia adronica, rispetto all'evento che ha originato il nostro Universo.

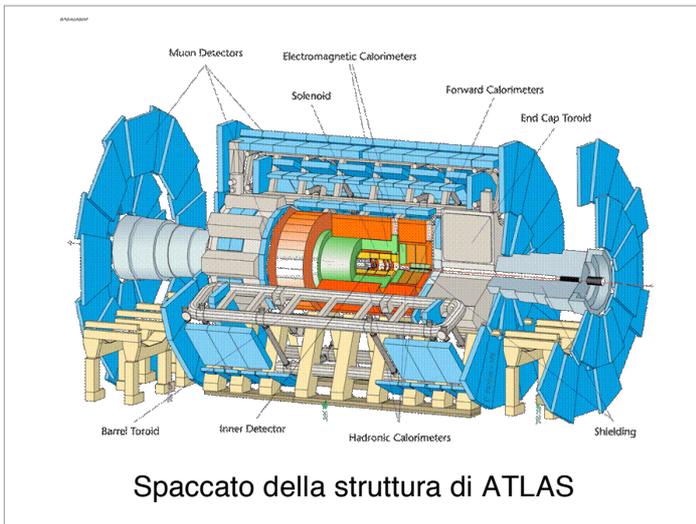
Dopo una breve pausa post-natalizia per implementare l'acceleratore in vista di una lunghissima campagna di fisica della durata di circa 18 mesi, a partire circa dalla fine di marzo 2010, si sono ricominciati ad acquisire dati dapprima con fasci di protoni a 7 TeV e, in ottobre 2010, con i fasci di ioni piombo. Nel corso del 2012, ultimo anno di presa dati prima di una lunga pausa di upgrade di LHC, per la prima volta si acquisiranno dati da collisioni protone-ione oltre che da collisioni protone-protone e ione-ione.

II. Esperimento ATLAS

ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS) è uno dei cinque rivelatori di particelle (ALICE, ATLAS, CMS, TOTEM e LHCb) che sono presenti all'LHC. Il rivelatore è lungo 46 metri con un diametro di 25 metri e pesa circa 7,000 tonnellate. Al progetto partecipano approssimativamente 2900 scienziati ed ingegneri, divisi tra 165 istituti e 35 nazioni. La costruzione è terminata nel 2007. L'esperimento è stato progettato per osservare fenomeni che riguardano particelle pesanti che non sono mai state osservate usando gli attuali acceleratori a più bassa energia e per far luce su nuove teorie di fisica delle particelle oltre il Modello Standard. E' un esperimento 'general purpose' che avrà la possibilità di studiare tutti i processi previsti dal Modello Standard e dalle sue estensioni Supersimmetriche, oltre che a rivelare segnali di 'nuova fisica'. Per quanto riguarda ATLAS sono tra principali obiettivi di ricerca:

- la conferma del Modello standard tramite la rivelazione del bosone di Higgs
- la ricerca di segnali di "nuova Fisica"
- lo studio della fisica del quark top
- la violazione di CP
- rivelazione di W e Z pesanti

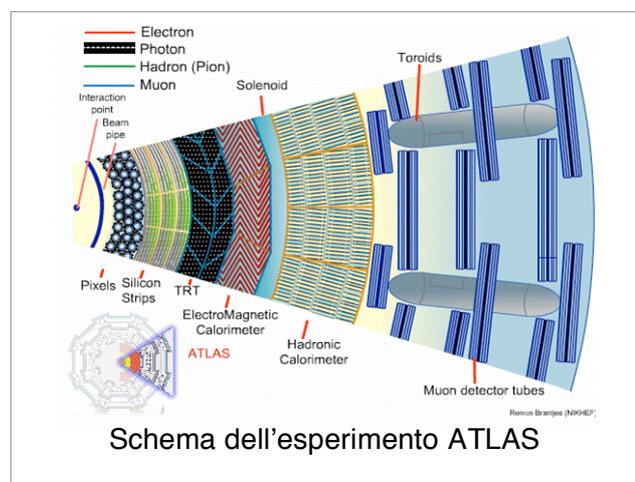
ATLAS è costituito da più rivelatori le cui specifiche caratteristiche sono state scelte in fase di progettazione come le più indicate per la rivelazione dei processi di Fisica che si intendono studiare. Ogni rivelatore è dedicato alla misura di una grandezza fisica (energia dei prodotti della reazione, traiettoria, tipo di particelle, ...).



Le particelle prodotte nell'urto fra i protoni del fascio sono emesse in tutte le direzioni. L'apparato che le rileva ha quindi la forma di un cilindro intorno all'asse del fascio. Come mostrato nella figura sotto, il rivelatore ATLAS e' formato da più sotto-rivelatori: il calorimetro elettromagnetico misura l'energia degli elettroni e dei gamma prodotti e permette la loro identificazione. Il calorimetro adronico misura l'energia degli

adroni: protoni, K, pi etc. che emergono dal calorimetro elettromagnetico dove hanno ceduto solo una parte trascurabile della loro energia. Come gli elettroni ed i gamma nel calorimetro elettromagnetico, gli adroni interagendo con il materiale del calorimetro adronico cedono integralmente la loro energia. I muoni, così come i neutrini sono le uniche particelle che emergono dai rivelatori precedenti. Il rivelatore muonico identifica le tracce dei muoni e dalla loro curvatura in campo magnetico ne misura l'impulso. I neutrini non vengono rivelati direttamente, essendo trascurabile la probabilità di una loro interazione con conseguente rilascio di un segnale, ma indirettamente nella fase di analisi degli eventi.

La *collaborazione* ATLAS, il gruppo di fisici che sta costruendo il rivelatore, è nato nel 1992, quando i due proposti gruppi di collaborazione EAGLE (*Experiment for Accurate Gamma, Lepton and Energy Measurements*) e ASCOT (*Apparatus with Super COnducting Toroids*) fusero i loro sforzi nella costruzione di un unico rivelatore di particelle di utilizzo generale per il LHC. Il progetto era una combinazione di quelli dei due gruppi precedenti, e della ricerca e sviluppo che era stata condotta per il rivelatore del Superconducting Supercollider (USA).

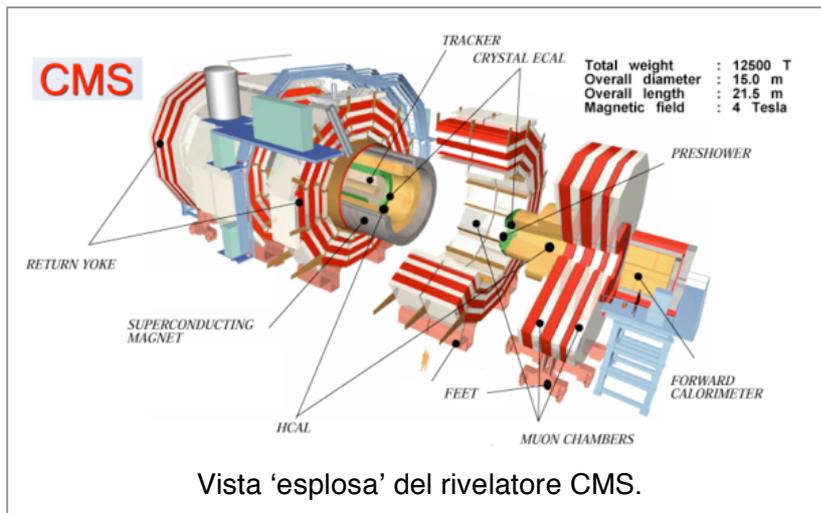


L'esperimento ATLAS è stato proposto nella sua forma attuale nel 1994, e sovvenzionato ufficialmente dalle nazioni membre del CERN nel 1995. Altre nazioni, università e laboratori si sono aggiunti negli anni seguenti, e nuovi istituzioni e scienziati continuano ad aggiungersi ancora oggi. L'opera di costruzione è iniziata nelle singole istituzioni, con componenti del rivelatore che sono stati spediti al CERN e assemblati nel pozzo di prova di ATLAS, a partire dal 2003. Ad Udine, il gruppo ATLAS collabora attualmente all'upgrade del rivelatore pixel e si occupa di fisica del quark top e di nuova fisica. Da Novembre 2009 LHC ha cominciato a raccogliere dati, seppur ad una energia nel centro di

mass inferiore a quella prevista, e presto raggiungerà i 7 TeV: la grande avventura è finalmente cominciata!

III. Esperimento CMS

CMS (*Compact Muon Solenoid*) è un esperimento progettato da una collaborazione di 181 istituzioni scientifiche per operare al *collider* adronico LHC presso i laboratori del CERN di Ginevra. Uno degli obiettivi principali dell'esperimento è la ricerca del bosone di Higgs, ingrediente fondamentale del Modello Standard della unificazione elettrodebole. Secondo questa teoria, tutte le

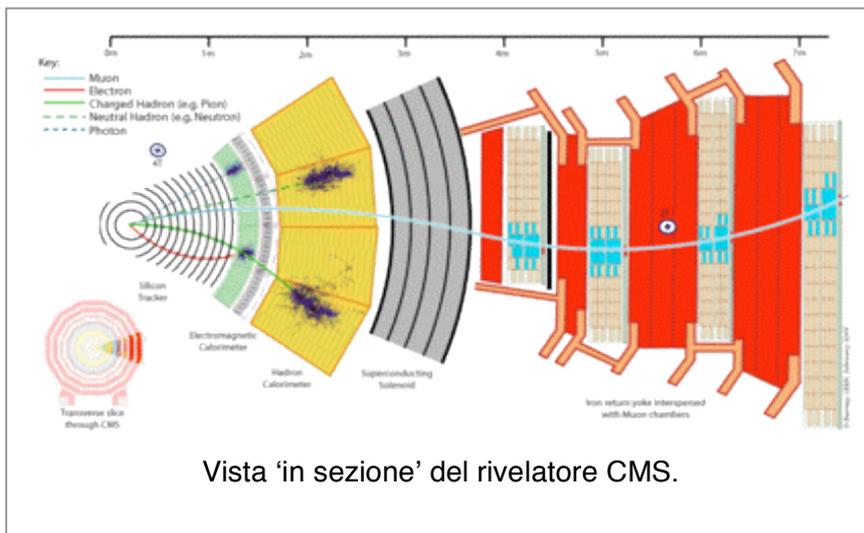


le particelle devono le loro masse all'interazione con il campo di Higgs. Per la massa di questa particella, la teoria pone solo un limite superiore di circa 1 TeV (10^{12} eV), e CMS è stato progettato per permettere di esplorare la regione di massa compresa tra gli attuali limiti sperimentali (poco oltre 100 GeV) fino

a questo limite superiore. Secondo alcune indicazioni sperimentali, la massa di questa particella dovrebbe però essere di poco superiore ai limiti attuali ed in questo caso il canale di decadimento privilegiato per la sua scoperta sarebbe quello in due fotoni. Il calorimetro elettromagnetico ad alta risoluzione di CMS è stato progettato proprio per questa ricerca.

Oltre al bosone di Higgs, gli obiettivi dell'esperimento coprono una serie di ricerche fondamentali, come la ricerca di particelle super-simmetriche, lo studio della fisica del quark b, e la violazione della simmetria CP.

CMS è stato quindi progettato per essere un rivelatore "general-purpose", in grado di studiare molti aspetti delle collisioni dei protoni a 14 TeV. È costituito da una struttura cilindrica del peso di 12500 tonnellate lunga 21 metri e con diametro di 16 metri, in fase di assemblaggio all'interno di una cavità sotterranea nei pressi di Cessy, in Francia. È strutturato in sotto-rivelatori che permettono la misura di energia e momento di fotoni, elettroni, muoni ed altri prodotti di collisione. Internamente vi è un sistema di tracciamento con rivelatori al silicio, circondato da un calorimetro elettro-magnetico a cristalli scintillanti. Il calorimetro elettro-magnetico è a sua volta circondato da un calorimetro adronico a campionamento. Tracciatori e calorimetri sono racchiusi all'interno del solenoide di CMS, in grado di generare un campo magnetico di 4 T parallelo all'asse dei fasci. All'esterno di questo solenoide trovano posto i rivelatori di muoni, conglobati nel giogo di ritorno del campo magnetico. I fasci di LHC sono organizzati in pacchetti contenenti circa 10^{11} protoni che si incrociano ogni 25 ns producendo ogni volta una ventina di collisioni p-p, cioè 800 milioni di collisioni al secondo. I circa 15 milioni di canali di

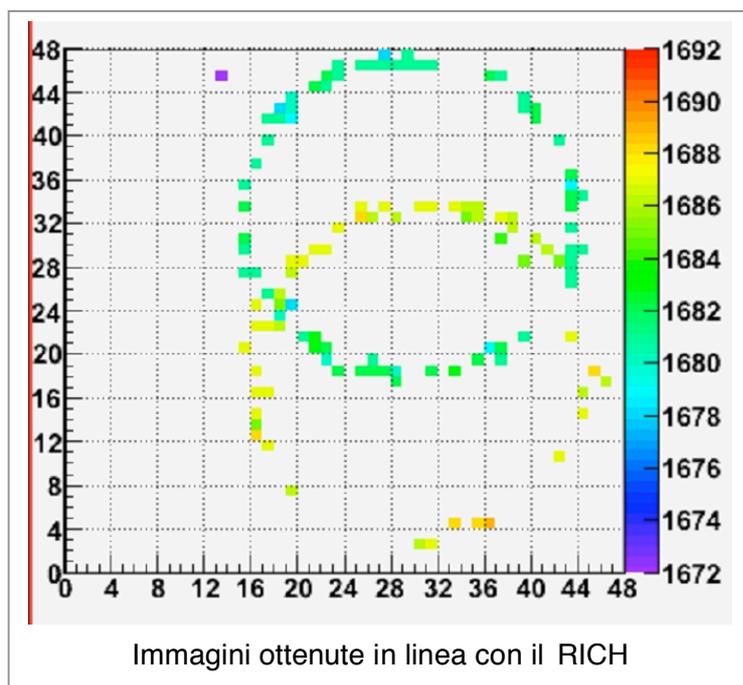


elettronica che costituiscono l'acquisizione dei rivelatori devono essere quindi in grado di sopportare questa altissima frequenza di eventi. I segnali delle particelle vengono analizzati da elettroniche veloci per selezionare solo gli eventi che più

probabilmente contengono la fisica di interesse (circa 100 al secondo). Gli eventi che passano questa selezione di verranno successivamente analizzati da centri di calcolo distribuiti in giro per il mondo ma interconnessi ("Grid") per produrre informazioni che permettano di selezionare gli eventi più interessanti (molto rari: per esempio gli eventi in cui ci si aspetta di trovare un bosone di Higgs saranno dell'ordine di uno su 10^{13} , cioè circa uno al giorno) che potrebbero indicare la presenza di nuove particelle o fenomeni fisici.

IV. Esperimento COMPASS

COMPASS e' un esperimento di fisica delle alte energie installato all'acceleratore SPS del CERN, a Ginevra, cui partecipano circa 240 fisici da 11 paesi e da 28 istituti. Scopo di questo esperimento e' lo studio della struttura dei nucleoni e della spettroscopia adronica. In particolare, lo studio della struttura dei nucleoni (cioè protoni e neutroni) con misure di diffusione fortemente inelastica di leptoni su nucleoni e' alla base della moderna descrizione di questi fondamentali



componenti di tutta la materia che ci circonda.

Lo studio di questa fisica ha una lunga tradizione al CERN, dove si sono susseguiti, dagli anni 70 in poi, esperimenti di diffusione fortemente inelastica via via più precisi ed ambiziosi, che hanno fatto uso di uno strumento di indagine unico nel suo genere: il fascio di muoni di alta energia. COMPASS, in particolare, è dedicato allo studio della struttura di spin dei nucleoni, un puzzle ancora largamente da comporre: solo la

comprensione compiuta della struttura di spin potrà chiudere l'affascinante capitolo della conoscenza dei nucleoni.

COMPASS sta raccogliendo dati e producendo risultati di fisica dal 2002 e continuerà per tutto il decennio in corso e nel decennio successivo. L'esperimento è stato progettato nella seconda metà degli anni 90, anche grazie al ruolo propositivo del gruppo di fisici di Trieste che vi si dedicano, una ventina in tutto: da sempre questo gruppo rappresenta una delle forze trainanti della collaborazione. Il gruppo triestino ha contribuito e contribuisce a COMPASS in maniera determinante in ogni aspetto dell'esperimento.

- Sul piano dell'apparato sperimentale, ha progettato e realizzato il rivelatore



Cerenkov a focalizzazione di immagine RICH-1, dedicato all'identificazione delle particelle; è il rivelatore di particelle ionizzanti più sofisticato e complesso dell'esperimento. E' stato rinnovato nel 2006 per migliorarne le prestazioni ed aggiornare le tecnologie: il RICH-1 è uno strumento di punta nel settore dell'identificazione di particelle ed è il più grande strumento per la fisica sperimentale mai realizzato a Trieste.

- Nell'ambito degli studi di fisica e dell'analisi dei dati, il gruppo triestino guida, all'interno di COMPASS, lo studio della struttura di spin trasverso dei nucleoni, un nuovo settore di indagine la cui importanza per la conoscenza di protone e neutrone e' stata riconosciuta solo recentemente e che sta suscitando un notevole interesse teorico.

d. Quota di partecipazione

Non è prevista una quota di partecipazione. **I partecipanti al viaggio di studio sono tuttavia tenuti a provvedere alle spese di vitto.**

Per i costi dei pasti vedi il punto *d. Pasti* alla voce *Informazioni pratiche*.

4. Contatti

a. Organizzatori – accompagnatori

Marina Cobal

Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Udine & I.N.F.N., Sezione di Trieste
Via Delle Scienze, 208
Udine (Italia)
e-mail: marina.cobal@fisica.uniud.it
Tel. n. 0432 558235 Fax n. 0432 558222

Silvia Dalla Torre

I.N.F.N., Sezione di Trieste
Padriciano, 99
Trieste (Italia)
e-mail: silvia.dallatorre@ts.infn.it
Tel. n. 040 3756229 – 040 5583380 Fax n. 040 5583350

Erica Novacco

I.N.F.N., Sezione di Trieste
Via Alfonso Valerio, 2
34127 Trieste (Italia)
e-mail: erica.novacco@trieste.infn.it
Tel. n. 040 5583367 Fax n. 040 5583350

Fulvio Tassarotto

I.N.F.N., Sezione di Trieste
Padriciano, 99
Trieste (Italia)
e-mail: tassarotto@ts.infn.it
Tel. n. 040 3756228 Fax n. 040 5583350

b. Guide e relatori

Vieri Candelise

Istituto di appartenenza: Università degli Studi di Trieste e INFN, Sezione di Trieste
Esperimento: CMS

Si è laureato presso l'Università di Roma "La Sapienza", e sta svolgendo il dottorando al secondo anno presso l'Università di Trieste, nell'ambito dell'esperimento CMS. È coinvolto nelle attività di analisi della fisica degli eventi Z+jet all'interno del gruppo CMS Trieste, e svolge inoltre lavoro nello studio delle performance del calorimetro elettromagnetico ECAL dell'esperimento CMS.

Giacomo Contin

Istituto di appartenenza: Università degli Studi di Trieste
Esperimento ALICE

Fisico sperimentale, si è laureato a Trieste con una tesi sulla costruzione e test di funzionalità dei rivelatori a microstrisce di silicio (SSD) per l'esperimento ALICE. Ha poi conseguito il dottorato di ricerca nella medesima Università con una tesi sull'integrazione del rivelatore SSD nell'esperimento e sulle prime misure di molteplicità di particelle cariche. Attualmente è impegnato al CERN nell'acquisizione e analisi dei primi dati raccolti presso il collisionatore LHC.

Marina Cobal

Istituto di appartenenza: CERN
Esperimento ATLAS

Professore all'Università di Udine, è parte dell'esperimento ATLAS dal 1996. È stata staff al CERN e ha contribuito alla costruzione del calorimetro adronico. Dal 2001 collabora alla costruzione del rivelatore a pixel. Ha costituito il gruppo di fisica del top dell'esperimento ATLAS e ne è stata convener per molti anni. Nel 2010 e 2011 è stata coordinatrice della fisica per la collaborazione ATLAS Italia. Attualmente è a capo del gruppo ATLAS Udine.

Fabio Cossutti

Istituto di appartenenza: Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Esperimento CMS

Ricercatore presso la Sezione di Trieste, dopo aver preso parte alle attività degli esperimenti DELPHI e BABAR è dal 2005 membro di CMS. Ha qui ricoperto vari incarichi nel settore del software per la fisica, essendo responsabile della simulazione del calorimetro elettromagnetico ECAL, poi coordinatore della simulazione dell'intero rivelatore CMS, ed in seguito dei generatori di eventi per la simulazione della fisica delle interazioni protone-protone in CMS. Nel prossimo biennio ricoprirà l'incarico di vice coordinatore di tutte le attività offline della Collaborazione CMS. A queste responsabilità affianca un'attività di analisi nel settore della fisica elettrodebole.

Silvia Dalla Torre

Istituto di appartenenza: Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Esperimento COMPASS

Dirigente di Ricerca dell'INFN, ha partecipato a numerosi esperimenti di fisica adronica, fra i quali attualmente l'esperimento COMPASS. E' responsabile del progetto del rivelatore RICH di tale esperimento. E' membro di comitati scientifici nazionali ed internazionali. Ha organizzato la conferenza internazionale sui rivelatori RICH, tenutasi a Trieste nell'ottobre del 2007. Dal 1° gennaio 2009 è direttore della Sezione INFN di Trieste.

Umberto De Sanctis

Istituto di appartenenza: CERN
Esperimento ATLAS

Laureato in Fisica presso l'Università degli Studi di Milano, ha ottenuto il Dottorato di ricerca in Fisica Astrofisica e Fisica Applicata presso l'Università degli studi di Milano nel 2008. In questo periodo si è occupato di ricerche di Supersimmetria con il rivelatore ATLAS. Nel 2009 ha vinto un assegno di ricerca presso la SISSA di Trieste, dove si è occupato di modelli alternativi a quello di Higgs per spiegare la rottura di simmetria elettrodebole e delle loro segnature sperimentali ad LHC. Lavora con il gruppo ATLAS di Udine occupandosi della fisica del quark top, misurando la sezione d'urto di produzione di coppie top-antitop e recentemente l'asimmetria di carica in eventi top-antitop. Dal 2012 ha un contratto di CERN associate presso il CERN dove sta continuando il lavoro sulla misura dell'asimmetria di carica in eventi top-antitop.

Massimo Lamanna

Istituto di appartenenza: CERN
Information Technology/GRID

Fisico sperimentale con particolare esperienza nel calcolo/software per la fisica di alte energie. Si è formato presso l'università di Trieste (Laurea e PhD) lavorando nel campo della fisica adronica. A partire dalla fine degli anni 80, ha partecipato con l'INFN Trieste ad una serie di esperimenti al LEAR (Low Energy Antiproton Ring) ed allo SPS del CERN. Nel 1998 si è trasferito al CERN presso il dipartimento IT (Information Technology). Ha coordinato lo sviluppo del software dell'esperimento COMPASS. Contribuisce ai progetti LCG (LHC Computing Grid) e EGEE (Extending Grids for EscienceE) per i quali ha coordinato diverse attività in contatto con fisici LHC e ricercatori di altre discipline (biologia, telecomunicazioni, fisica teorica, etc.). Attualmente, coordina lo sviluppo del software per il calcolo distribuito dell'esperimento ATLAS all'LHC.

Stefano Levorato

Istituto di appartenenza: Università degli Studi di Trieste e INFN, Sezione di Trieste
Esperimento: COMPASS

Fisico sperimentale si è laureato presso l'Università di Padova lavorando nel campo della fisica delle interazioni deboli e la rivelazione ad Argon liquido (esperimento ICARUS al Gran Sasso). Ha poi conseguito il dottorato di ricerca presso l'Università di Trieste con una tesi sull'esperimento COMPASS al CERN, occupandosi dell'upgrade del sistema di fotorivelazione del RICH-1 di COMPASS e di misure degli effetti di spin trasverso in processi semi inclusivi di DIS su bersaglio di NH₃ polarizzato. Istruttore nelle due edizioni del "Seminario Nazionale Rivelatori Innovativi", attualmente come membro della collaborazione RD51 è impegnato nello sviluppo di un nuovo rivelatore per singoli fotoni basato su gas electron multiplier per applicazioni RICH.

Matteo Marone

Istituto di appartenenza: Università degli Studi di Trieste e INFN, Sezione di Trieste
Esperimento: CMS

Laureato presso l'Università di Torino, ha conseguito il titolo di "Dottore di Ricerca in Fisica Delle Alte Energie" nel 2011. Attualmente usufruisce di un assegno di ricerca presso l'Università di Trieste, dove si occupa dello studio della produzione di bosoni vettori in associazione con getti adronici nell'ambito dell'esperimento CMS presso l'acceleratore LHC

Anna Martin

Istituto di appartenenza: Università degli Studi di Trieste
Esperimento COMPASS

Professore associato nel settore Fisica Sperimentale all'Università di Trieste. Associata alla Sezione INFN di Trieste, ha sempre svolto l'attività di ricerca in Fisica Sperimentale delle Particelle Elementari. Nell'ambito dell'esperimento COMPASS è particolarmente interessata alle misure relative allo studio della struttura di spin dei nucleoni e all'interpretazione fenomenologica dei risultati

Alessio Mereghetti

Istituto di appartenenza: CERN e University of Manchester (UK)
Esperimento: COMPASS

Laureatosi al Politecnico di Milano in Ingegneria Nucleare con una tesi sviluppata al CERN, ha lavorato per tre anni presso il FLUKA Team del CERN, simulando il danneggiamento di componenti di acceleratori indotto da campi di radiazione. Sta sviluppando la sua tesi di dottorato in Fisica in collaborazione con l'Università di Manchester, con studi dedicati all'Upgrade del Super Proton Synchrotron (SPS), nel più largo contesto dell'Upgrade di Luminosità del Large Hadron Collider (LHC).

Damiana Montanino

Istituto di appartenenza: Università degli Studi di Trieste e INFN, Sezione di Trieste
Esperimento: CMS

Laureatasi a Trieste con una tesi su una possibile misura delle interazioni partoniche multiple nell'ambito

dell'esperimento CMS, attualmente sta svolgendo il dottorando di ricerca in fisica all'Università di Trieste e ha un contratto come Associate presso il CERN. Si sta occupando in particolare della misura della produzione associata di un bosone Z e di getti adronici con il rivelatore CMS

Fulvio Tassarotto

Istituto di appartenenza: Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Esperimento COMPASS

Primo ricercatore dell'INFN, ha partecipato a numerosi esperimenti di fisica adronica con antiprotoni; ha contribuito alla nascita dell'esperimento COMPASS e ne è stato il responsabile per la presa dati; è stato staff CERN e di recente membro del working group INFN sulla fisica dell'alta intensità; ha avuto un ruolo centrale nella progettazione e realizzazione del RICH (Ring Imaging Cherenkov Counter) di COMPASS

Massimo Venaruzzo

Istituto di appartenenza: Università degli Studi di Trieste
Esperimento ALICE

Laureatosi a Trieste con una tesi sui rivelatori a microstrip di silicio per il tracciatore interno dell'esperimento ALICE, ha conseguito il Dottorato in Fisica presso l'Università di Trieste discutendo la tesi sulla ricostruzione della risonanza strana Sigma(1385) come strumento per lo studio della dinamica del Plasma di Quark e Gluoni, oggetto di studio di ALICE. Attualmente ha un contratto post-doc al con l'università di Trieste e come Associate presso il CERN

c. Referenti degli Studenti

Oscar del Felice

Laurea in Fisica, Università degli Studi di Trieste
e-mail oscar.defelice@gmail.com

Anna Barbieri

Laurea in Matematica, Università degli Studi di Udine
e-mail barbieri.anna@spes.uniud.it

d. Indirizzi Importanti

Gli indirizzi postali del CERN sono i seguenti:

in Svizzera:

CERN
CH-1211 Genève 23
Switzerland

in Francia:

Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire
F-01631 CERN Cedex
France

Foresteria - building 39: +41 22 76 74481

Reception Desk

Orario di apertura: Da lunedì a venerdì
7:30 – 19:30

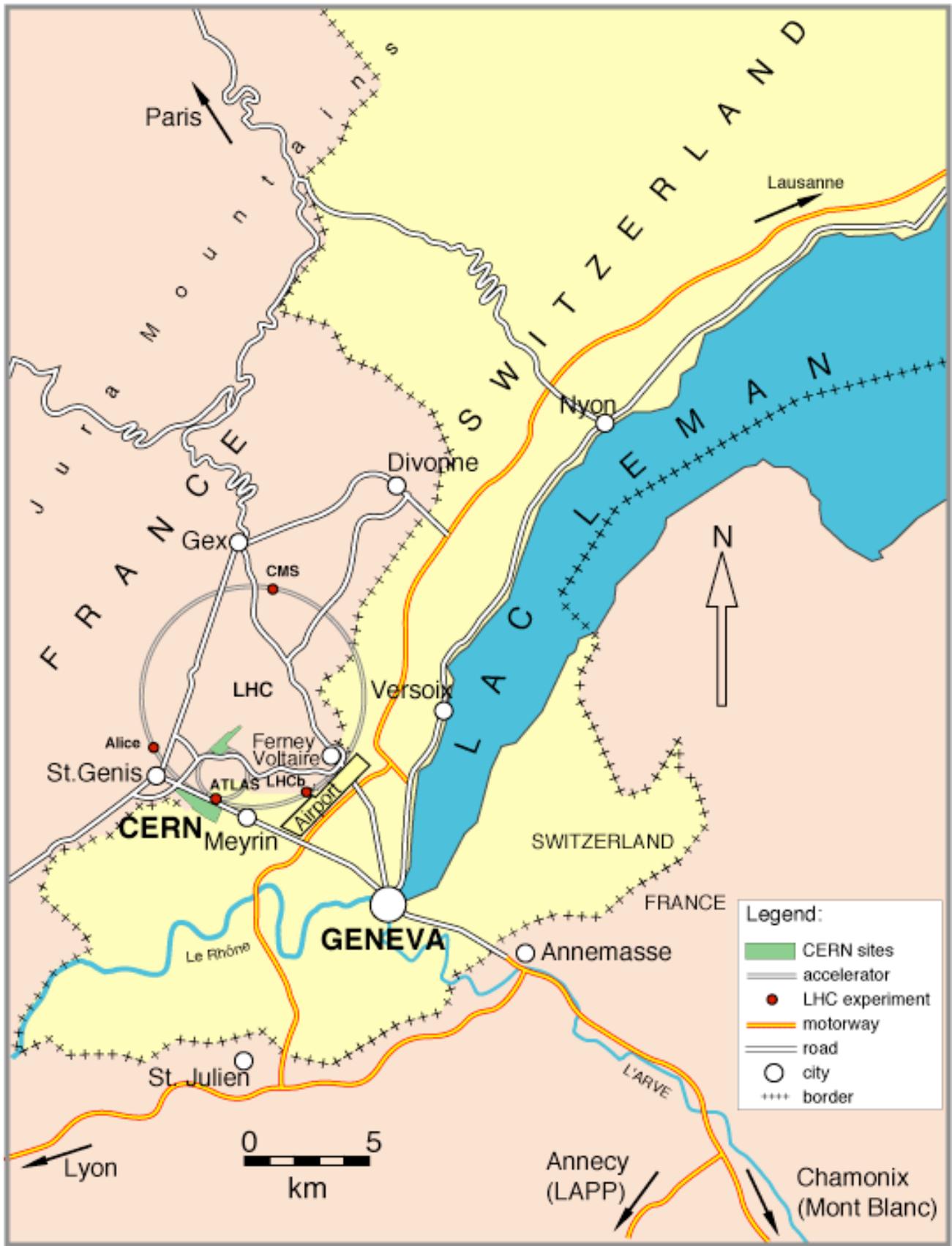
Sabato e domenica
9:00 – 13:00

e-mail: Cern.Reception@cern.ch

Tel: : +41 22 76 76649

Central fax: +41 22 76 76555

Central phone exange: +41 22 76 76111



Siti degli esperimenti: ALICE, ATLAS, LHCb, CMS presso l'acceleratore LHC a cavallo tra Svizzera e Francia

5. Informazioni pratiche

a. Notizie utili

Svizzera: Capitale: Berna; Lingua: Tedesco, Francese, Italiano; Moneta: Franco svizzero

Formalità per l'ingresso: Carta d'identità valida per l'espatrio o il passaporto senza necessità di visto.

Patente di guida: è valida quella italiana.

Per circolare sulle autostrade svizzere è necessario acquistare e applicare sul parabrezza il *Contrassegno autostradale*. Ha validità annuale ed è acquistabile presso gli uffici doganali in frontiera.

Telefono. Prefisso per chiamare dall'Italia: 0041. Per telefonare in Italia comporre 0039
Cellulari: standard europeo GSM

Elettricità: 220 V, 50HZ (presa standard svizzero compatibile con connettore italiano senza polo centrale di terra).

Orari di apertura generali: In quasi tutte le località i negozi rimangono aperti dalle 9.00 fino alle 18.30, il giovedì in molte parti fino alle 21.00, il sabato dalle 9.00 alle 17.00.
Banche e poste: prevalentemente aperte dalle 9.00 alle 17.00.

Valuta: Il **franco svizzero** è la valuta della Svizzera. Si tratta di una delle valute più stabili del mondo, grazie alla neutralità, alla politica monetaria orgogliosamente conservatrice e alle vaste riserve d'oro della banca nazionale svizzera. Per denominare il franco svizzero si usa la sigla bancaria ufficiale CHF (dal nome latino del paese "Confederazione Helvetica", CH) o talvolta semplicemente l'abbreviazione Fr. o Sfr. 1,00 € = 1,3 CH.

Clima: Nella regione di Ginevra il clima è tipicamente alpino, come del resto in tutto il Paese. L'inverno è freddo, con temperature più basse a seconda delle altitudini e dell'esposizione delle vallate, mentre è più mite nel cantone Ticino; le precipitazioni sono a carattere nevoso. L'estate è abbastanza calda, con piogge sotto forma di rovesci temporaleschi. Nella regione settentrionale l'inverno è freddo e nevoso, con temperature più rigide e nevicate più frequenti rispetto a Ginevra, in particolare nella parte orientale del Paese. L'estate è calda durante il giorno e fresca la notte, caratterizzata da frequenti precipitazioni perlopiù sotto forma di pioviggine. Primavera e autunno sono stagioni miti.

b. Arrivo al CERN

Per chi arriva a Ginevra (CH) in treno:

Dalla stazione dei treni *Cornavin* di Ginevra, per arrivare ai laboratori del CERN, prendere il tram n. 14 che hanno scritto CERN, e non quelli che hanno scritto Meirin Gravière. Scendere alla fermata del CERN (capolinea). Al contrario per il ritorno.

Costo del biglietto 3.50 CHF.

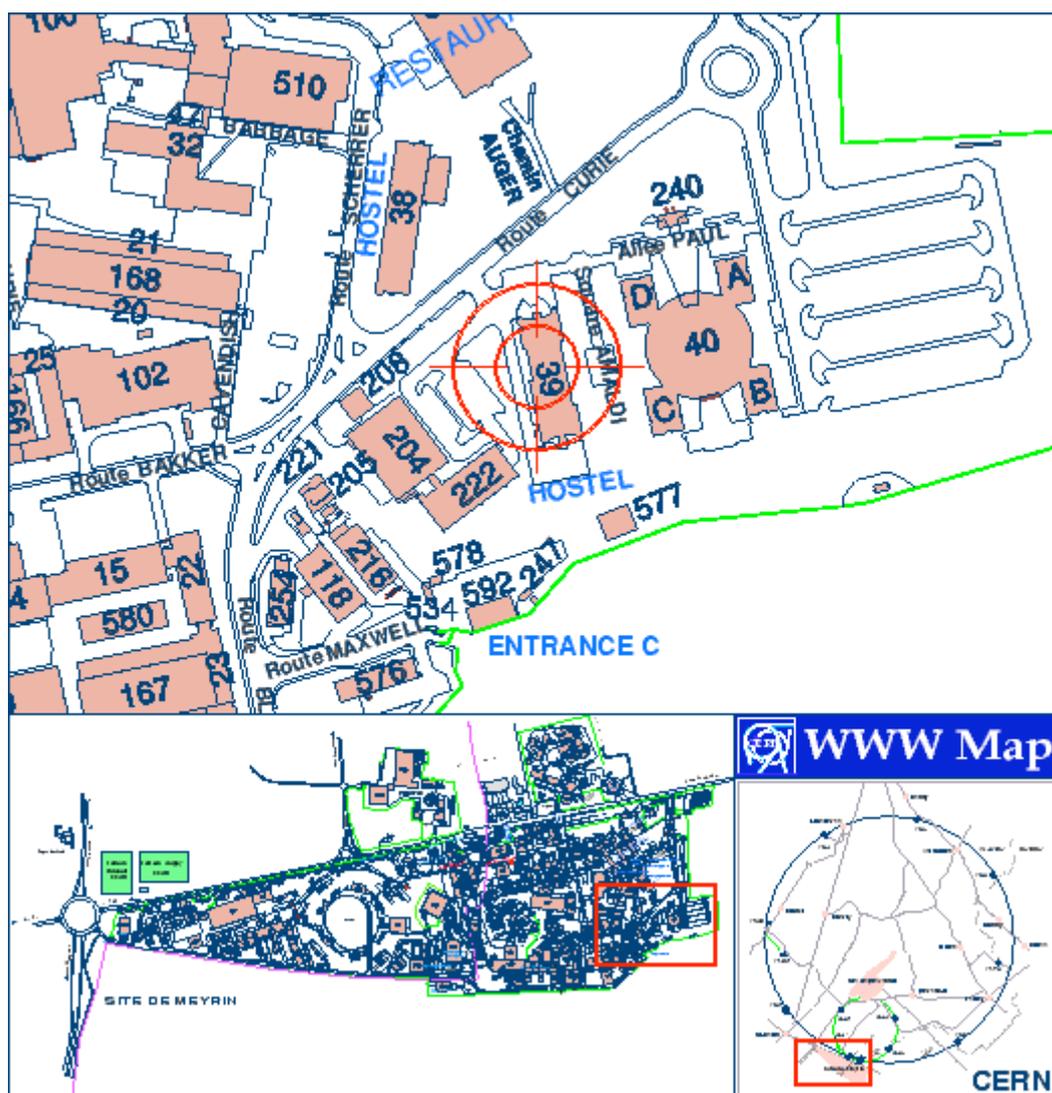
Per consultare gli orari dei tram e degli autobus di Ginevra visitare il sito dei TPG alla pagina orari:

<http://www.tpg.ch/fr/horaires-et-reseau/horaires/par-ligne/index.php>

La foresteria ospitata nell'edificio 39 è stata inaugurata nel 1995. Nella struttura non è consentito fumare, tuttavia sono previste un numero ristretto di stanze per fumatori e delle aree comuni, quali la sala TV, in cui fumare è consentito.

L'ostello è attrezzato con:

- Distributore di bibite calde e fredde al pianterreno
- Lavanderia
- Deposito bagagli a pagamento (a monete)
- Sala lettura e TV (fumatori e non fumatori)
- Telefono pubblico a gettoni e scheda
- 1 cucina attrezzata con sala da pranzo



Ubicazione edificio 39

d. Pasti

Il campus dei Laboratori del CERN dispone di una **mensa** (*cantine*) a disposizione di tutti gli insediati, nonché di ospiti e visitatori.

La mensa è aperta:

- per la colazione dalle ore 7:00 alle ore 10:00
- per i pranzi dalle ore 11:30 alle ore 14:00
- per le cene dalle ore 18:00 alle ore 20:00

Tipicamente un pasto completo consiste in un piatto unico a base di carne o pesce con contorni a scelta. Vi sono inoltre il banco del buffet freddo, il banco dei dolci e bibite.

Si paga in contanti ed il costo di un pasto può variare tra i 12,00 e i 15,00 CHF (indicativamente non più di € 10,00). Il costo indicativo di una colazione è di € 3,00.

Si può pagare anche in euro fermo restando che il cambio potrebbe non essere particolarmente favorevole ed il resto, solitamente, viene corrisposto in franchi svizzeri.

La mensa del CERN si trovano nell'edificio 501, piano d'entrata.

In **ristorante a Ginevra** si può mangiare decorosamente con circa 40,00 – 50,00 CHF, ovvero circa € 30,00.

e. La città di Ginevra

Ginevra, la piccola Parigi Svizzera è una città piena di storia e cultura. Una piccola gemma situata tra le Alpi e il Giura, all'estremità sud-occidentale della Svizzera e del lago Lemano. Il Rodano e l'Arve sono i due principali corsi d'acqua che la attraversano. L'altitudine della di Ginevra è di 373 m. Oggi Ginevra ospita circa 190 organizzazioni internazionali, governative e non governative: Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU), Conferenza delle Nazioni Unite sul Commercio e lo Sviluppo (CNUCED), Organizzazione Internazionale del Lavoro (OIL), Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), Alto Commissariato per i Rifugiati (HCR), ecc.

Ginevra ospita anche l'Organizzazione Mondiale del Commercio (OMC). In parallelo, una decina di organizzazioni molto specializzate fanno di Ginevra il centro mondiale della normalizzazione tecnica e dei diritti di autore: International Organization of Standardization (ISO), Unione Internazionale delle Telecomunicazioni (UIT) e Organizzazione Mondiale della Proprietà Intellettuale (OMPI). Terra d'asilo, Ginevra ha saputo accogliere, nel corso dei secoli, ondate successive di rifugiati, che hanno contribuito al suo sviluppo (tipografia, orologeria, o industria della seta).

Fino al 1870, Ginevra era la città svizzera più popolata. Oggi è superata da Zurigo, ma resta davanti a Basilea, Berna e Losanna.

Attualmente essa conta più di 180.000 abitanti. Il cantone invece supera i 430.000 abitanti. Il territorio ginevrino conta sette altre cittadine: Vernier (30.000), Lancy (26.000), Meyrin (20.000), Carouge (18.000), Onex (17.000), Thônex (13.000) e Versoix (11.000).

In Svizzera è Ginevra che conta il maggior numero di stranieri nella sua popolazione: il 40% circa, di quasi 180 nazionalità differenti.

La città delle idee

Rousseau e Voltaire, due grandi filosofi del secolo dell'Illuminismo, vivono a Ginevra. Gli scritti del primo, «Cittadino di Ginevra», ispirano la Rivoluzione francese. Il secondo invece è in relazione epistolare con il più grandi pensatori dell'epoca.

Nel XVIII secolo, aprendosi al nascente spirito scientifico, Ginevra è la culla feconda di scienziati, filosofi, naturalisti, fisici e matematici. Dal castello di Coppet, sulle rive del lago Lemano, dove abita Jacques Necker con la figlia Germaine de Staël, si diffondono in tutta l'Europa idee liberali che incarnano l'opposizione al regime di Napoleone Bonaparte.

Ginevra, culla dei diritti umanitari

Il 1° giugno 1814, due contingenti svizzeri, di Friburgo e Soletta, sbarcano al Port-Noir. Tre mesi dopo, il 12 settembre 1814, la Dieta federale vota l'entrata di Ginevra nella Confederazione elvetica. Il 19 maggio 1815 l'atto di unione è firmato.

Nel 1863, Henry Dunant e diverse personalità ginevrine, tra cui il generale Guillaume-Henri Dufour e Gustave Moynier, fondano il «Comitato internazionale di soccorso ai militari feriti» che prenderà il nome di «Comitato internazionale della Croce Rossa». Il nome e l'opera del movimento internazionale saranno da ora in poi sempre legati a quello di Ginevra. La firma della prima Convenzione di Ginevra nel 1864 segna la nascita del diritto umanitario internazionale.

Nel 1872, l'arbitrato detto dell'Alabama sfocia nella prima soluzione pacifica di una controversia che oppone gli Stati Uniti al Regno Unito.

In occasione della Conferenza di Parigi del 1919, Ginevra è nominata sede della Società delle Nazioni (SDN). La città diventa il luogo privilegiato di incontri politici del più alto livello e numerose organizzazioni internazionali sono create o si insediano a Ginevra.

Da allora sul mondo soffia ciò che viene chiamato "lo spirito di Ginevra", che arbitra il destino dell'umanità tramite la composizione pacifica dei conflitti. Dopo la Seconda guerra mondiale, la città diventa la sede europea dell'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU) di cui ospiterà ancora numerose istituzioni specializzate.

Cosmopolita, aperta sul mondo e alle innovazioni, Ginevra è un luogo propizio alle trattative e alla riflessione, dove si incontrano le correnti orientate verso il futuro.

Le 10 attrazioni di Ginevra da non perdere

Il Lago

È il capolavoro naturale della città: relax sulle sue passeggiate e nei parchi per assaporarne l'atmosfera, una crociera da due ore per una prospettiva unica di Ginevra e un romantico intermezzo.

Il centro storico ('città vecchia')

Con l'imponente cattedrale di S. Pietro e le caratteristiche vie lastricate, il centro di Ginevra si presenta come uno scrigno ricco di segreti. La casa più vecchia è la Maison Tavel, sede del Museo d'Arte e Storia. I numerosi negozi d'antiquariato faranno felici collezionisti e curiosi.

L'edificio delle Nazioni Unite e il Museo della Croce Rossa

Disponibile un tour guidato al quartier generale delle Nazioni Unite

Carouge

Il borgo dal sapore bohemien sul fiume L'Arve, costruito su modello di Nizza, con le sue botteghe d'artigiani e i caffè d'artisti. Meta ideale per il dopo cena degli amanti della musica Jazz.

Parco dei Bastioni e Piazza Nuova

Relax nel verde, una visita omaggio al 'Muro della Riforma', una partita a scacchi con la scacchiera a grandezza naturale o un drink nei suoi café prima di visitare Piazza Nuova, sulla quale si affacciano musei e gallerie.

Shopping

Rue de Rive e Rue du Rhone rappresentano due delle vie più trendy di Ginevra e più stravaganti per quel che riguarda moda e gioielli. Per un drink in caffè di classe consigliamo Place du Molard e Place de la Fusterie.

Paquis e Les Grottes

Ecco il quartiere più 'etnico' della città, situato a nord est di Gare Cornavin: ristoranti di tutti i tipi e altrettanti negozi. Shopping e gusto estetico si confondono nell'edificio 'Schtrumps' in Rue Louis-Favre 23-29 (in Les Grottes), una delle icone architettoniche di Ginevra.

Mercatino di Plainpalais

Famoso mercatino delle pulci che si svolge ogni Martedì, Venerdì e Domenica dalle 08:00 alle 17:00: antichità, vecchi vinili, libri, abbigliamento vintage e curiosità.

Il monte Saleve

Una gita in funivia sul monte Saleve, che fa da sfondo alla città. Panorami da brivido e numerosi sentieri guidati per gli appassionati di trekking.

I dintorni

Si possono anche effettuare interessanti escursioni in bicicletta o in barca per visitare le altre meraviglie che si affacciano sul lago di Ginevra.

Per ulteriori informazioni sulla città di Ginevra (storia, geografia, cultura, indirizzi utili, organizzazioni internazionali, etc.) consultare il sito:

<http://www.ville-ge.ch/it/decouvrir/en-bref/>

6. I nostri sponsor

a. Consorzio per l'incremento degli studi e delle ricerche dei Dipartimenti di Fisica dell'Università di Trieste (Presidente: G. Ghirardi)

Il Consorzio ha lo scopo di contribuire al potenziamento delle scienze fisiche dell'Università degli studi e delle altre istituzioni scientifiche di Trieste, con particolare riferimento ai programmi di attività svolti d'intesa con la scuola internazionale superiore di studi avanzati (SISSA), con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (I.N.F.N.), con il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), con il Centro Internazionale di Fisica Teorica di Trieste dell'UNESCO/AIEA e con altri enti internazionali costituiti a Trieste.

Il Consorzio per la Fisica è stato costituito nel 1964 al fine di incrementare gli studi e le ricerche nei campi della fisica e di integrare i compiti del Governo italiano per la realizzazione del Centro Internazionale di Fisica Teorica (CIFT). In particolare il Consorzio negli oltre 35 anni di attività ha acquistato i terreni e realizzato per il CIFT gli edifici del comprensorio scientifico di Miramare-Grignano. Ha inaugurato nel 1968 l'Edificio centrale del Centro internazionale, poi raddoppiato nel 1990, ove ha anche sede la Sezione di Fisica teorica dell'Università. Ha quindi costruito per il CIFT l'Edificio polifunzionale "E. Fermi" destinato a uffici e depositi per il Centro stesso e consegnato nel 1997. Nel 1999 ha concluso i lavori di ristrutturazione della villetta adibita a Foresteria di Direzione del Centro Internazionale. In precedenza, nel 1981, il Consorzio era intervenuto nella Foresteria "Galilei", di proprietà dell'ATER, attrezzandola e arredandola, per destinarla ad uso del Centro internazionale. Ha pure permesso la costruzione della prima sede della Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA), sede occupata fino al 2009.

Oltre alla intensa attività nel comprensorio di Miramare-Grignano, il Consorzio, quale socio fondatore, è intervenuto a favore dell'Area di Ricerca Scientifica e Tecnologica, assumendo nel 1981, e poi trasferendo all'AREA stessa, il primo contingente di personale, consentendo così l'avvio dell'istituzione. Inoltre ha finanziato nel 1983 il primo laboratorio di ricerca insediato nell'AREA stessa: il Laboratorio di Tecnologie Avanzate delle Superfici e Catalisi (TASC), poi passato al CNR. Il Consorzio si è anche fatto promotore e ha lanciato, nel 1980, un progetto di grande interesse nazionale e internazionale, poi inserito nel comprensorio dell'AREA, e precisamente la realizzazione a Trieste del Laboratorio di luce di Sincrotrone, iniziativa di altissima qualità scientifica. Numerosi sono stati gli interventi a favore dei Dipartimenti di fisica dell'Università, ponendo a loro disposizione apparecchiature speciali e di costo elevato; concedendo sovvenzioni ai laureati in attesa di sistemazione; organizzando simposi, congressi e collaborazioni scientifiche nazionali e internazionali, specie con i Paesi confinanti e dell'Est.

Dal 1999, il Consorzio ha promosso la nuova rilevante iniziativa del Collegio universitario per le Scienze Fisiche "L. Fonda", bandendo per l'a.a. 1999/2000 il primo concorso a n. 10 borse di studio per la Classe di Fisica. I concorsi, con esiti molto positivi, sono continuati negli anni successivi mettendo a concorso ulteriori borse per la Classe di Chimica e per la Classe di Matematica.

Nel 2009 si è concretizzato l'acquisto da parte del Consorzio, dell'immobile "ex Scuola Papa Giovanni XXIII" grazie al contributo della Fondazione CRTrieste e dell'ICTP e grazie alla generosa disponibilità del Comune di Trieste. Tale immobile, come tutti i beni del Consorzio è stato accatastato a nome dell'Università di Trieste. I contributi messi a disposizione serviranno inoltre a coprire i costi di messa a norma e di ristrutturazione.

**b. Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – Sezione di Trieste
(Direttore: S. Dalla Torre)**

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – INFN – conduce ricerche di Fisica fondamentale nell'arena internazionale avvalendosi di due tipi di strutture complementari: 4 Laboratori Nazionali e le Sezioni. Le 20 Sezioni, distribuite sul territorio nazionale, usualmente dividono la sede con i dipartimenti universitari realizzando un collegamento intimo e diretto tra l'Istituto e le Università.

La Sezione INFN di Trieste, assieme al Gruppo Collegato di Udine, partecipa a ricerche di frontiera in fisica nucleare, subnucleare e delle astroparticelle. Queste attività, di tipo sia sperimentale che teorico, sono realizzate in sinergia con numerose realtà scientifiche: vuoi locali, quali i Dipartimenti di Fisica, l'ICTP, Elettra e la SISSA, vuoi internazionali quali i laboratori del CERN (CH), DESY (D), FermiLab e SLAC (USA), MEFI e MSU (Russia).

A Trieste partecipano alle ricerche dell'INFN 200 ricercatori, fra dipendenti e associati, e 35 unità di personale tecnico e amministrativo.

La ricerca fondamentale richiede tecnologie e strumenti di frontiera che spesso sono inventati dai ricercatori stessi in funzione dei loro studi. L'INFN sviluppa e realizza queste tecnologie sia in proprio, in simbiosi con le Università, sia avvalendosi della collaborazione del mondo dell'industria.

A tal fine la Sezione di Trieste dell'INFN dispone di laboratori meccanici ed elettronici molto avanzati, di una importante struttura per il calcolo e l'elaborazione dei dati e di modernissimi laboratori per lo sviluppo di rivelatori a semiconduttore dove vengono sviluppati sensori unici al mondo. Oltre a ciò l'INFN mantiene attivi contatti di collaborazione con varie industrie .

L'INFN sostiene vigorosamente la ricaduta, in altri campi, della propria esperienza e delle tecniche sperimentali sviluppate. Prima fra tutte la medicina con la mammografia digitale sperimentale all'acceleratore Elettra da poco entrata in fase di applicazione clinica, la conservazione dei beni culturali, la protezione ambientale e, naturalmente, le applicazioni industriali.

c. Dipartimento di Fisica - Università degli Studi di Trieste (Direttore: L. Lanceri)

Il Dipartimento di Fisica è stato costituito nel 1985, in sostituzione del precedente Istituto di Fisica fondato nel 1945. La struttura di circa 3000 mq si articola in 9 laboratori scientifici presso la sede, una biblioteca, un centro di calcolo, un ufficio di progettazione con officina meccanica, 24 studi, 5 uffici. Mette inoltre a disposizione per la didattica del Corso di Studi in Fisica aule, aule informatiche, laboratori didattici, sale studio, una biblioteca didattica, una sala calcolo per studenti e laureandi.

Il Dipartimento ospita la sede della Sezione di Trieste dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), che qui attua le sue ricerche con propri ricercatori e tecnici e anche con collaboratori universitari afferenti al Dipartimento stesso.

L'attività di ricerca si svolge nel campo della Fisica sperimentale, partecipando ad una grande varietà di esperimenti, in collaborazione con università, enti scientifici e centri di ricerca italiani e stranieri. L'aspetto internazionale è particolarmente sviluppato, essendo ben oltre cinquanta il numero di istituzioni straniere coinvolte.

I risultati scientifici si concretizzano mediamente in una settantina di pubblicazioni all'anno su riviste internazionali con referee.

Al Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Trieste vengono svolte attività di ricerca in diversi importanti settori della fisica sperimentale. I campi di ricerca possono essere raggruppati nelle seguenti linee:

- Fisica nucleare e delle particelle elementari sperimentale
- Fisica della materia
- Fisica generale / interdisciplinare
- Fisica medica e ricerche tecniche
- Storia e filosofia della fisica ed epistemologia

A tali attività di ricerca partecipano anche fisici con contratti a tempo determinato (come assegni di ricerca di durata biennale o quadriennale) ed dottorandi.

La maggior parte delle attività si avvale di strutture di ricerca e laboratori presenti nel Dipartimento o presso Enti situati all'Area di Ricerca, e viene svolta in collaborazione con organizzazioni, enti e istituzioni sia nazionali che internazionali.

L'alto livello delle ricerche svolte dagli afferenti al Dipartimento di Fisica, testimoniato tra l'altro dall'elevato numero di pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali, offre ottime opportunità di apprendimento di tecniche e metodologie di avanguardia e di inserimento in ambienti di ricerca anche internazionali per gli studenti del Corso di Studi e di Dottorato e per giovani ricercatori.

d. Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Università degli Studi di Udine (Presidente: F. Parlamento)

La Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali è stata istituita presso l'Università degli Studi di Udine nel 1978 (D.P.R. 298 dell'11/6/1978) con l'attivazione, a partire dall'a.a. 1979/80, del Corso di Laurea in Scienze dell'Informazione, quinto corso di laurea di questo tipo in Italia.

Nell'a.a. 1992/93 è stato attivato il Corso di Laurea in Matematica, di durata quadriennale, con l'indirizzo applicativo; sono stati in seguito attivati anche l'indirizzo didattico e l'indirizzo generale. Nell'a.a. 1993/94 è stato istituito il Diploma Universitario in Informatica, di durata triennale.

A decorrere dall'a.a. 1994/95, il corso di Laurea in Scienze dell'Informazione è stato sostituito dal Corso di Laurea in Informatica, di durata quinquennale, strutturato secondo

un più articolato ordinamento didattico, in adempimento a quanto disposto dal D.M. del 30.10.1992.

A partire dall'a.a. 2000/01, l'Università di Udine ha dato avvio alla riforma degli ordinamenti degli studi, come stabilito dalla normativa ministeriale e in particolare dal Regolamento sull'autonomia didattica universitaria (D.M. 509/1999). Il nuovo sistema prevede una diversa articolazione dei titoli di studio: la Laurea (triennale), con l'obiettivo di assicurare allo studente un'adeguata padronanza di metodi e contenuti generali, nonché l'acquisizione di specifiche conoscenze professionali; la Laurea specialistica (che prevede altri due anni di studio dopo la laurea triennale), con l'obiettivo di fornire allo studente una formazione di livello avanzato per l'esercizio di attività di elevata qualificazione in ambiti specifici.

Pertanto nello stesso anno accademico, la Facoltà di Scienze M.F.N. in ottemperanza al D.M. 509/1999 ha attivato i Corsi di laurea (triennali) in Informatica e in Matematica ed ha conseguentemente disattivato i corrispondenti primi anni del vecchio ordinamento, garantendo comunque agli studenti il proseguimento degli studi secondo l'ordinamento didattico con cui si sono immatricolati.

Dall'a.a. 2001/02, l'offerta didattica nel settore informatico della Facoltà si è arricchita del Corso di Laurea in Tecnologie Web e Multimediali, uno dei pochi in Italia con questa specifica connotazione. Nello stesso anno accademico è stato attivato il Corso di Laurea Specialistica in Fisica Computazionale.

Dall'anno accademico 2002/03, è stato attivato il Corso di Laurea interfacoltà in Biotecnologie - articolato nei tre curricula: Biotecnologie Agrarie, Biotecnologie Veterinarie e Biologia Computazionale (quest'ultimo di competenza della Facoltà di Scienze M.F.N.) -, il Corso di Laurea Specialistica in Informatica e il Master universitario di I livello in Information Technology, quest'ultimo in convenzione con il Birla Science Center di Hyderabad (India).

Dall'a.a. 2003/04 è stato attivato il Corso di Laurea Specialistica in Matematica e infine, dall'a.a. 2004/05, sono stati attivati il Corso di Laurea Specialistica in Tecnologie dell'Informazione e il Corso di Laurea Specialistica interfacoltà in Statistica ed Informatica per la Gestione delle Imprese (quest'ultimo in collaborazione con la Facoltà di Economia). Sono pertanto attivati nell'a.a. 2005/06 i seguenti corsi:

Corso di Laurea di I livello in

- BIOTECNOLOGIE (interfacoltà)
- INFORMATICA
- MATEMATICA
- TECNOLOGIE WEB E MULTIMEDIALI

Corso di Laurea Specialistica in

- FISICA COMPUTAZIONALE
- INFORMATICA
- MATEMATICA
- TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE
- STATISTICA ED INFORMATICA PER LA GESTIONE DELLE IMPRESE (interfacoltà)

Per quanto riguarda la formazione post-laurea, oltre al Master universitario di I livello in Information Technology, nell'ambito delle aree scientifiche della Facoltà di Scienze sono attivati il Dottorato di Ricerca in Informatica e il Dottorato di Ricerca in Matematica e Fisica, entrambi della durata di 3 anni e con sede presso il Dipartimento di Matematica e Informatica.

7. Curatori del libretto

Marina Cobal

Università degli Studi di Udine & INFN, Trieste

Silvia Dalla Torre

I.N.F.N., Sezione di Trieste

Giuseppe Della Ricca

Università degli Studi di Trieste & INFN, Trieste

Giacomo Vito Margagliotti

Università degli Studi di Trieste & INFN, Trieste

Erica Novacco

I.N.F.N., Sezione di Trieste

Sponsor dell'iniziativa



*Conorzio per l'incremento degli studi e delle ricerche
dei Dipartimenti di Fisica dell'Università di Trieste*



*Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali
dell'Università degli Studi di Udine*



*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Trieste e Gruppo Collegato di Udine*



*Dipartimento di Fisica
dell'Università degli Studi di Trieste*