

**CONTO CONSUNTIVO
ESERCIZIO FINANZIARIO 2002
Relazioni di attività**

FISICA SUBNUCLEARE
Relazioni di attività 2002

Gli esperimenti afferenti alla Commissione Scientifica Nazionale 1[^] sono situati presso gli acceleratori dei principali laboratori di Fisica delle Alte Energie in Italia e nel mondo, in funzione della tipologia di indagine scientifica ivi condotta; gli studi di violazione di CP presso la B-factory a SLAC (USA) dall'esperimento Babar, delle interazioni antiproton-protone ad altissima energia al FNAL (USA) dall'esperimento CDF, della misura delle funzioni di struttura in urti elettron-protone a HERA (Germania) con Zeus e la preparazione alla sperimentazione all'LHC del CERN di Ginevra per ATLAS e CMS sono degli esempi del panorama esplorato. Nel 2002 gli esperimenti inseriti nel programma della Commissione Scientifica Nazionale 1[^] hanno attirato una comunità di circa 750 FTE provenienti da 21 laboratori e sezioni dell'INFN.

Si riportano di seguito gli highlights principali delle attività del 2002.

1. I quattro esperimenti al LEP hanno continuato le analisi dei dati raccolti sino al 2000. Sono state ulteriormente affinate le misure della massa del W e della sua sezione d'urto di produzione. I parametri elettrodeboli sono stati misurati con precisioni che sarà difficile emulare in futuro ed è proseguita la ricerca di oscillazioni del mesone B_s .
2. La macchina e^+e^- dei Laboratori Nazionali di Frascati, **DAΦNE**, ha triplicato nel 2002 la luminosità fornita, riducendo contemporaneamente i fondi macchina. Queste condizioni favorevoli hanno permesso all'esperimento **KLOE** di accumulare circa 300 pb^{-1} all'energia nel centro di massa pari alla massa della ϕ , che permetterà analisi di altissimo livello negli studi dei decadimenti rari di questa particella (a titolo di esempio l'esperimento ha scritto nel mass storage circa 60 milioni di decadimenti $\phi \rightarrow K^+K^-$). L'esperimento KLOE, il più sofisticato e complesso mai costruito per queste energie, ha sempre funzionato perfettamente garantendo misure accurate ed affette da bassi errori sistematici indotti dal rivelatore. La macchina è in fase di ulteriore upgrade in vista di una interessante campagna di presa dati nel 2003.
3. La misura della violazione di CP nei decadimenti della Y(4s) ad opera dell'esperimento **BABAR** a SLAC è sicuramente uno dei risultati più importanti del 2002. Il perfetto funzionamento della B-factory PEP-II a SLAC e dell'esperimento hanno permesso ai ricercatori di raccogliere una luminosità di circa 93 fb^{-1} , pari a oltre 88 milioni di decadimenti di mesoni B. Questa messe di dati ha permesso la misura di $\sin 2\beta = 0.741 \pm 0.067$ (stat.) ± 0.033 (syst.).
4. L'esperimento **NA48** al CERN ha concluso la sua campagna di misure della violazione di CP nel sistema dei K neutri; il risultato finale, $\epsilon'/\epsilon = (14.7 \pm 2.2)10^4$, stabilisce

inequivocabilmente l'esistenza della violazione di CP in questo tipo di decadimenti. **Questo risultato si colloca fra i più importanti risultati non solo del 2002 ma della nostra area di ricerca.** Questo raffinato esperimento proseguirà nel 2003 la presa dati concentrandosi nello studio dei decadimenti rari di K carichi.

5. Al fascio di muoni del CERN per l'esperimento **COMPASS** il 2002 è stato il primo anno di presa dati di fisica. Nel corso del run sono stati raccolti 260 TB di dati con fascio di muoni e bersaglio polarizzato ed i primi risultati di fisica dimostrano l'interesse per questo settore di indagine.
6. Al **Tevatron del Fermilab** è iniziata la presa dati del **Run II**, dopo un importante upgrade sia dell'acceleratore che dell'esperimento **CDF**; il goal principale è una raccolta di dati (prevista su un periodo di 5 anni) sufficiente da portare alla scoperta del bosone di Higgs qualora questa importantissima particella esista con una massa inferiore ai 150 GEV (come indicato al LEP). Il funzionamento della macchina nel 2002, pur se inferiore alle aspettative, ha permesso a CDF di raccogliere un campione di dati pari a quanto raccolto in tutto il Run I e le prime pubblicazioni di fisica confermano che questo esperimento è alla frontiera della nostra disciplina.
7. Un'importantissima attività del 2002 è stata la continuazione delle costruzioni dei grandi rivelatori **ATLAS** e **CMS**. Queste attività, che interessano la maggior parte delle sezioni INFN, stanno producendo rivelatori della qualità opportuna per le sperimentazioni future all'LHC; la tempistica sembra essere in linea con l'esigenza di avere questi due enormi rivelatori pronti nella prima metà del 2007 a ricevere i primi dati dall'acceleratore. **Seppur se in un settore più tecnico, per l'ampiezza e la complessità questa attività è indubbiamente uno degli highlights principali dell'attività della Commissione Nazionale 1 nel 2002.**

Fisica elettrodebole al LEP

Anche nel 2002 alle varie attività degli esperimenti al LEP hanno contribuito molte sezioni INFN, e precisamente:

- esp. **ALEPH**: Gruppi INFN Bari, Cagliari, Catania, Firenze, LNF, Milano, Pisa, Trieste
esp. **DELPHI**: Gruppi INFN Bologna, Genova, Milano, Padova, Roma2, Roma3, Torino, Trieste
esp. **OPAL**: Gruppo INFN Bologna
esp. **L3**: Gruppi INFN Bologna, Firenze, Milano, Napoli, Perugia, Roma1

Le attività principali della Collaborazione **ALEPH** nell'anno 2002 sono state: il completamento delle analisi dei dati raccolti nei dodici anni di vita dell'esperimento, la loro pubblicazione e l'archiviazione dei dati per il loro utilizzo a lungo termine. Nel corso dell'anno sono stati pubblicati i risultati finali relativi alla ricerca del bosone di Higgs e di particelle supersimmetriche. Hanno inoltre visto il completamento importanti misure di fisica degli heavy flavours, in particolare la ricerca di oscillazioni del mesone B_s e la misura della asimmetria avanti-indietro delle coppie $b\bar{b}$. È continuato l'utilizzo dei dati raccolti nel periodo 1996-2000, a una energia nel centro di massa oltre la soglia di produzione del W , per effettuare misure di fisica elettrodebole e completare i test dettagliati del Modello Standard iniziati al polo della Z . Le pubblicazioni finali sono attualmente in preparazione. Sono stati inoltre affrontati i problemi relativi ad una affidabile archiviazione dei dati al fine di permettere la loro analisi a lungo termine, quando la Collaborazione sarà terminata. Il contributo dei gruppi INFN a queste attività è stato essenziale. Ricercatori dell'ente hanno avuto ruoli importanti nel coordinamento e nello svolgimento delle analisi di fisica sopra elencate. Gli strumenti di calcolo presenti in Italia sono stati preziosi per la produzione di eventi di simulazione alla Monte Carlo.

L'esperimento **DELPHI** nel corso del 2002 ha proseguito l'analisi dei dati raccolti fino all'anno 2000 con lo scopo di portare a termine le pubblicazioni relative. In particolare sono stati utilizzati i dati di tutti gli ultimi anni riprocessati con nuovi e definitivi programmi di ricostruzione. L'utilizzo dei dati riprocessati ha richiesto a volte una completa rianalisi dei canali di Fisica con conseguente ritardo delle pubblicazioni finali.

In aggiunta, i risultati di **DELPHI** hanno concorso, assieme a quelli degli altri esperimenti, a determinare le medie LEP che sono state fornite dagli appositi gruppi di studio. L'insieme dei quattro esperimenti LEP hanno fornito contributi per circa il 50% dei risultati sperimentalni presentati alla maggiore conferenza estiva (ICHEP 2002) dell'anno in questione. In particolare per quanto riguarda **DELPHI** l'attività di analisi si è concentrata su:

- a) Fisica del b : finalizzazione delle analisi (oscillazioni del mesone B_s in particolare).
- b) pubblicazione dei risultati finali sez. d'urto $e^+e^- \rightarrow W W$
- c) pubblicazione dei risultati finali M_W
- d) completate varie analisi di ricerca nuova fisica con i dati di LEP 2

Questo lavoro si è concretizzato in 40 lavori in via di pubblicazione.

Anche per l'esperimento **OPAL** l'attività di analisi dei dati raccolti dall'esperimento è proseguita anche nel 2002 ad un ritmo considerevole, concretizzato in 19 lavori scientifici pubblicati (o accettati per pubblicazione) nel 2002 (il numero totale dei lavori scientifici pubblicati entro

dicembre 2002 è di 372). Fra i risultati principali conseguiti dalla Collaborazione OPAL nel 2002 sono da citare:

- Pubblicazione dei risultati finali relativi alla ricerca del bosone di Higgs standard.
- Pubblicazione di nuovi risultati (migliorata la precisione) con dati di LEP1.
- Asimmetria FB e funzione di frammentazione del quark b.
- Nuova massa del W dai canali di decadimento leptonici.
- Nuovi risultati su test di QCD e fisica gamma-gamma.

Oltre a questi il gruppo italiano di OPAL si è occupato di ricerca di fermioni scalari e gaugini che violano la R-parità, ricerca di Leptoquark prodotti in coppia, studio di stati finali con più fotoni e missing energy, ricerca di nuove particelle cariche, massive, a lunga vita media, misura della costante di accoppiamento α_{em} a LEP2 e misura della sezione d'urto $\gamma\gamma - p\bar{p}$.

Nel 2002 è proseguita l'analisi dati dell'esperimento L3. Sono stati ottenuti significativi risultati nella fisica delle interazioni gg ed eg, nella produzione WW, nella produzione di coppie di fermioni, nella ricerca di Higgs e SUSY particles. In particolare per la produzione di heavy quark in collisioni $\gamma\gamma$ è stato trovato un eccesso di produzione di coppie bb a livello di 5 deviazioni standard. Sono state studiate, per quanto riguarda la produzione di WW, la "color reconnection" e la correlazioni di Bose-Einstein e valutata la loro influenza sulla misura della massa del W. Per la produzione di coppie di fermioni è stato studiato il processo $e^+e^- \rightarrow vv\gamma$ alle energie di LEP2 ed è stato determinato il numero di famiglie di neutrini in 2.94 ± 0.09 . Sempre nel canale della produzione di due fermioni è stato studiato il running della costante delle interazioni deboli e confermato il running con una consistenza di $\chi^2/ndof = 81/80$ (da confrontare con 173/80 per il non running). È stata infine studiata la produzione di sleptoni fornendo i seguenti limiti per la massa:

$$m_e > 98 \text{ GEV}, \quad m_\mu > 86 \text{ GEV}, \quad m_\tau > 80 \text{ GEV}$$

Sono stati pubblicati circa 20 articoli su riviste internazionali oltre a numerose note interne e presentazioni a conferenze internazionali molte delle quali da fisici italiani. Parallelamente all'analisi sull'esperimento L3 è proseguita l'analisi dei dati di L3+cosmici (utilizzazione delle camere a muoni di L3 con un nuovo sistema di lettura e di un apparato in superficie di circa 50 scintillatori che ricoprono una superficie di 30 per 54 metri quadri). Dall'analisi di 11×10^9 triggers raccolti tra il 1999 e il 2000 è stato possibile fornire lo spettro di muoni cosmici tra 10 e 1000 GEV con un errore intorno al 6%. È stato inoltre misurato il rapporto antiprotoni/protoni ad energie intorno al TeV per mezzo dell'osservazione dell'ombra della luna.

Studi di violazione di CP

KLOE (Gruppi INFN: Bari, Lecce, LNF, Napoli, Pisa, Roma, Roma2, Roma3)

Nel 2002 **DAΦNE** ha fornito all'esperimento **KLOE** una luminosità di $\sim 300 \text{ pb}^{-1}$ in un periodo di circa 5 mesi di presa dati. La luminosità media è stata di circa $22 \mu\text{b}^{-1}/\text{s}$, pari a circa 3 volte quanto raggiunto nel 2001, con un record giornaliero di $\sim 55 \mu\text{b}^{-1}/\text{s}$. Le condizioni di fondo dovuto alla macchina sono state nel 2001 nettamente migliori rispetto alla situazione sperimentale vissuta nel 2002 e questo ha permesso alla ricostruzione online di procedere in modo costante in parallelo con la presa dati. KLOE ha preso dati con una efficienza del 96%. Il campione di eventi registrato è il seguente:

$$K_S^+ \pi^- 3 \cdot 10^7$$

$$K_S^0 \pi^0 1.5 \cdot 10^7$$

$$K_L^+ (\text{nel volume fiduciale}) 6 \cdot 10^7$$

$$K_L^0 \pi^+ 40,000$$

$$K_L^0 \pi^0 15,000$$

$$\phi^- K^+ K^- 6 \cdot 10^7 (\text{ricostruiti})$$

Tutti i dati del 2001 sono stati riprocessati all'inizio del 2002 viste le notevoli migliorie apportate alle procedure nel corso del continuo sviluppo necessario per tenere conto delle variabili condizioni di presa dati. Anche una grande porzione dei dati del 2002 è stata processata ed è in uso per analisi di fisica. I risultati dei dati presi nel 2000 (pari a circa 20 pb^{-1}) sono stati finalizzati confermando i risultati ottenuti in precedenza, che posso essere riassunti in:

$$K_S^+ \pi^- / K_S^0 \pi^0 = 2.192 \pm 0.003 \pm 0.016$$

$$K_S^0 \pi \text{ev} = (6.79 \pm 0.33 \pm 0.20) \cdot 10^4$$

$$\phi^- f^0 \gamma^- \pi^0 \pi^0 \gamma = (0.79 \pm 0.02 \pm 0.08) \cdot 10^4$$

$$\phi^- a^0 \gamma^- \eta \pi^0 \gamma = (0.58 \pm 0.05 \pm 0.06) \cdot 10^4$$

$$\phi^- \eta' \gamma = (0.68 \pm 0.06 \pm 0.05) \cdot 10^4$$

$$\phi^- \eta' \gamma / \phi^- \eta \gamma = (5.3 \pm 0.5 \pm 0.3) \cdot 10^{-3}$$

L'analisi dei dati ottenuti nel 2001 e nel 2002 è in corso sui precedenti e su altri canali, come $K_S^0 \pi^0 \pi^0$, $K_S^+ \pi^- \pi^0$, $K_S^- \gamma \gamma$ nonché quelli rilevanti per le misure di violazione di CP. Nuovi

risultati sono stati ottenuti sulla massa del K^0 , la larghezza semileptonica della ϕ , la sezione d'urto di produzione della ϕ e il BR ($K_l - \gamma\gamma$).

BABAR (Gruppi INFN: Bari, Ferrara, Genova, LNF, Napoli, Padova, Pisa, Roma, Torino, Trieste)

Nel 2002 BaBar ha concluso il secondo lungo periodo di presa dati (Run2) iniziato nel febbraio dell'anno precedente e protrattosi fino a giugno. L'eccellente funzionamento della macchina e del rivelatore ha reso possibile la raccolta di oltre 88 milioni di decadimenti di coppie di mesoni B prodotti alla Y(4s). La luminosità raggiunta ha oltrepassato del 50% quella nominale di progetto, mentre la luminosità integrata ha raggiunto i 93 fb^{-1} . È seguita una interruzione di oltre quattro mesi in cui sono stati eseguiti interventi importanti sulla macchina e sul rivelatore. In particolare i gruppi italiani sono stati impegnati nel rifacimento del rivelatore IFR in avanti e nella rimozione temporanea del rivelatore di vertice, necessaria per accedere al tubo da vuoto nella zona di interazione, il tutto conclusosi con successo entro i tempi previsti. È quindi ripresa in novembre l'attività della macchina che, già dopo qualche settimana raggiungeva buoni valori di luminosità. L'analisi dei dati raccolti ha permesso di migliorare notevolmente la misura del parametro $\sin 2\beta$ e di produrre molti altri inediti risultati, ai quali hanno contribuito in modo determinante i gruppi italiani. Tra questi le misure di asimmetria di CP in decadimenti di mesoni B^0 in due corpi senza charm per la determinazione di $\sin 2\alpha$, in decadimenti del tipo D^*D^* , sensibili a fisica oltre il modello standard, e in decadimenti il cui studio può portare con più elevata statistica a vincolare il valore dell'angolo γ .

Il 2002 è stato poi un anno particolarmente importante per le attività legate al calcolo con la nascita del centro Tier A a Padova che ha iniziato in ottobre il servizio di riprocessamento dei dati grezzi dell'esperimento. Esso si è affiancato alle già esistenti farm di Roma, utilizzate per l'analisi e per la produzione di simulazioni Monte Carlo che sono state anch'esse potenziate notevolmente nel corso dell'anno.

L'apporto cruciale dell'INFN nel garantire il successo di BaBar è stato sottolineato nel 2002 dalla scelta della collaborazione di affidare a due ricercatori italiani le responsabilità più importanti dell'esperimento, ovvero la direzione della Collaborazione e quella dei gruppi di analisi.

NA48/EPSI (Gruppi INFN: Ferrara, Firenze, Perugia, Pisa, Torino)

L'esperimento **NA48**, terminata nel 2001 la presa dati, ha concluso nel giugno 2002 l'analisi relativa alla misura di ϵ'/ϵ , usando tutti i dati da esso raccolti dal 1997 in poi.

Il risultato finale $\epsilon'/\epsilon = (14.7 \pm 2.2) \cdot 10^{-4}$, presentato il 25 giugno 2002 e pubblicato il 19 settembre, stabilisce inequivocabilmente l'esistenza della violazione diretta di CP nei decadimenti dei K neutri in due pioni. Questo è un grosso successo per la Fisica italiana e per l'INFN in particolare, in quanto, come unanimemente riconosciuto, esso è stato raggiunto grazie all'essenziale contributo scientifico della componente italiana ed all'impegno finanziario dell'Ente. Sempre nel 2002 sono state portate a compimento diverse misure su decadimenti rari dei K^0 e degli iperoni, basate su campioni di dati raccolti in concomitanza con quelli relativi alla misura di ϵ'/ϵ . In particolare per il decadimento $K_L \rightarrow \pi^0 \gamma\gamma$ si è ottenuta una misura precisa del branching ratio, $(1.36 \pm 0.05) \times 10^{-6}$, e del parametro a_V , $(-0.46 \pm 0.05) \times 10^{-6}$, usato per caratterizzare i contributi di $O(p^6)$ nello sviluppo della teoria perturbativa chirale.

Altra misura interessante pubblicata è quella del branching ratio del canale $K_S \rightarrow \gamma\gamma$, $(2.78 \pm 0.07) \times 10^{-6}$, indicata come test significativo della teoria perturbativa chirale, nella quale è stata messa in evidenza una discrepanza dell'ordine del 30% con le previsioni teoriche.

Un altro "sottoprodotto" dei dati di NA48 che vale la pena segnalare è una misura di precisione della massa dell' η , $m = (547.843 \pm 0.051) \text{ MeV}/c^2$. Tale misura, che ha migliorato di un fattore 2.4 l'errore della media mondiale precedente, spostandola inoltre di 4 deviazioni standard, è forse la migliore testimonianza dei livelli di precisione statistica e sistematica resi possibile dall'apparato di NA48 e particolarmente dal calorimetro a krypton liquido alla cui costruzione l'INFN ha contribuito in maniera determinante.

Quanto alla presa dati, durante il 2002, essa si è focalizzata sullo studio dei decadimenti rari del K_S (es. $K_S \rightarrow \pi^0 e^+ e^-$) e di alcuni decadimenti interessanti degli iperoni.

Per questo motivo è stato modificato il fascio in modo da permettere di illuminare il rivelatore con un'intensità di K_S circa 500 volte maggiore che nella precedente misura di ϵ'/ϵ e, per poter usare al meglio questa intensità, è stato completamente ricostruito il Read-out delle camere a deriva dello spettrometro da parte del gruppo di Ferrara. La presa dati è stata felicemente completata il 18 settembre scorso e le analisi di questi dati sono attualmente in corso.

È stato studiato anche un sistema on line di monitoring bidimensionale della densità dei fasci, per consentire, nel prossimo run, una rapida verifica delle condizioni ottimali di presa dati.

Deep inelastic scattering e collider elettrone-protone**ZEUS** (Gruppi INFN: Bologna, Cosenza, Firenze, Padova, Roma, Torino)

Nell'anno 2002 HERA ha ricominciato a fornire fasci in interazione, dopo il lungo shutdown per l'upgrade. Nonostante si sia dimostrato di potere ottenere la luminosità specifica di progetto ($1.7 \times 10^{30} \text{mA}^{-2}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$), non è stato possibile utilizzare i fasci per la fisica a causa di elevati fondi negli esperimenti. Gran parte del periodo è stata utilizzata, con correnti limitate, per lo studio e la soluzione di questi problemi, e per acquisire dati adatti a verificare il funzionamento di HERA-II e dei nuovi rivelatori. È previsto uno shutdown di 18 settimane dalla primavera 2003 per risolvere definitivamente il problema dei fondi.

È stato comunque verificato il buon funzionamento dei rivelatori di competenza italiana. In particolare il nuovo rivelatore di vertice è stato integrato nell'acquisizione ed è un componente stabile. Si sta procedendo all'allineamento interno e rispetto alle camere a deriva.

Sono proseguiti le analisi dei dati acquisiti fino al 2000, con un numero di pubblicazioni aumentato rispetto agli anni precedenti e con numerose presentazioni a conferenze internazionali. Numerosi importanti risultati sono stati ottenuti utilizzando i rivelatori di esclusiva competenza italiana (analisi di produzione di beauty con i rivelatori di muoni ed analisi diffrattive con il leading proton spectrometer).

COMPASS (Gruppi INFN: Torino, Trieste)

L'anno 2002 è stato il primo anno di presa dati di fisica per l'esperimento COMPASS. Durante il run (27 maggio - 18 settembre) sono stati raccolti 260 TB di dati con fascio di muoni e bersaglio polarizzato sia longitudinalmente che trasversalmente. I rivelatori previsti sono stati installati in tempo ed hanno funzionato tutti in modo soddisfacente. Lo stesso si può dire per il sistema di trigger, DAQ e CDR.

La prima produzione di DST è iniziata solo verso la fine del run, dando segnali estremamente incoraggianti. Primi risultati di fisica sono stati ottenuti entro la fine dell'anno (produzione di Φ , trasversità).

Per quanto riguarda i progetti sui quali sono coinvolti i gruppi italiani, lo stato generale è soddisfacente; il RICH1 è un sistema molto complesso e grazie a una gran mole di lavoro è stato messo in condizioni di funzionare, inserito nell'acquisizione durante il run. Dai primi dati

analizzati, si sono ottenuti buoni risultati per quanto riguarda l'efficienza dei rivelatori funzionanti e la ricostruzione degli anelli.

HERA-B (Gruppo INFN: Bologna)

HERA-B è un esperimento a targhetta fissa installato presso il laboratorio DESY di Amburgo. La schedula originale dell'acceleratore HERA prevedeva una presa dati continua per tutto l'anno 2002. Tuttavia non è stato possibile realizzare questo programma a causa degli alti fondi presenti nei due esperimenti a collider (H1 e Zeus). Per questa ragione quasi tutto il 2002 è stato dedicato a studi di macchina voltati a migliorare le prestazioni dell'acceleratore. L'esperimento HERA-B ha potuto prendere dati saltuariamente nella prima parte del 2002 portando comunque a termine la fase di preparazione ed ottimizzazione del rivelatore e del trigger. A partire dal novembre 2002 l'esperimento è entrato in presa dati acquisendo $\sim 75 \times 10^6$ eventi con trigger di-leptonico e $\sim 200 \times 10^6$ eventi Minimum Bias. La presa dati continuerà anche nei primi due mesi del 2003 dopodiché ci sarà un nuovo shut-down di circa 5 mesi per effettuare interventi su HERA e sugli esperimenti H1 e Zeus. Nel corso del 2002 le attività della collaborazione si sono principalmente concentrate sull'ottimizzazione delle prestazioni del rivelatore e del trigger e sul completamento dell'analisi dei dati acquisiti nel corso del 2000, per verificare a fondo il comportamento del rivelatore e per ottenere i primi risultati di fisica dell'esperimento. Per quanto riguarda il primo punto, ed in particolare il calorimetro elettromagnetico (ECAL), su cui è centrata la responsabilità italiana in HERA-B, è stata verificata l'efficacia delle modifiche apportate, e la completa soluzione del problema del noise elettronico coerente. Il calorimetro ha così raggiunto le prestazioni di design ed è stato calibrato con successo al livello del percento. Una volta ottimizzato il rivelatore la collaborazione ha affrontato il debugging e l'ottimizzazione del trigger di I e II livello; dopo questi sono stati così raggiunti i rate di J/Ψ previsti prima dello shut-down di circa 1000-1500 J/Ψ registrate su nastro per ora.

Dopo la fase di ottimizzazione l'esperimento ha preso dati in modo continuo dal 1 novembre al 20 dicembre del 2002, anche se l'efficienza di funzionamento dell'acceleratore era ridotta, acquisendo le statistiche citate che permetteranno di effettuare numerose misure sulla produzione di quark pesanti in urti protone-nucleo ad alte energie e di verificare le più recenti previsioni della Cromodinamica Quantistica (QCD) in questo settore.

La presa dati continuerà nei primi mesi del 2003 con l'obiettivo primario di incrementare la statistica di eventi con trigger di-leptonico.

Per quanto concerne il secondo punto è stata portata a termine l'analisi di tutti i dati acquisiti durante la breve presa dati di fisica effettuata nell'estate del 2000, concentrando gli sforzi sulla misura della sezione d'urto di produzione bb sulla misura della produzione di stati di charmonio, con particolare attenzione allo studio della produzione di J/ Ψ dal decadimento radiativo della particella χ_c ($\chi_c \rightarrow J/\Psi \gamma$), e sulla misura della sezione d'urto di produzione di K_s e Λ_0 .

Interazioni e decadimenti rari a FNAL

CDF (Gruppi INFN: Bologna, LNF, Padova, Pisa, Roma, Trieste, Udine)

L'esperimento CDF studia le interazioni protone-antiproton alla energia di 1,8 e 1.96 TeV al Tevatron Collider di Fermilab. Esso è iniziato nel 1980 e si prevede che possa proseguire per tutta la prima decade del 2000.

L'esperimento ha terminato alla fine del 1995 una prima campagna di presa dati (Run1) che ha portato alla scoperta del quark top e molti altri risultati importanti. Da quel momento fino alla primavera del 2001, quando è iniziata la seconda campagna (Run2), sia l'esperimento che il Collider sono stati fermi per modifiche e migliorie. CDF ha completato, nel febbraio del 2001, l'installazione di un detector notevolmente diverso e migliorato rispetto a quello del run 1. Dopo una fase di "commissioning" sia del rivelatore che dell'esperimento che si è protratta fino all'inizio del 2002, CDF ha cominciato a raccogliere dati di buona qualità utilizzando tutti i sottosistemi che compongono il rivelatore. I primi risultati a bassa statistica sono stati presentati alle conferenze estive del 2002. La quantità di dati utilizzabili per analisi alla fine del 2002 è stata aumentata di un fattore 4 – 5 rispetto a quella disponibili nel luglio 2002. Questo rappresenta un campione complessivo di dimensioni simili a quello raccolto nel corso del run 1 che permetterà di fare un aggiornamento significativo per le conferenze invernali del 2003.

In parallelo continua il lavoro di sviluppo delle modifiche necessarie per migliorare ulteriormente l'apparato sperimentale in vista di un nuovo "salto" di luminosità, il cosiddetto Run IIB. Tale lavoro vede il gruppo italiano impegnato su tre fronti: il nuovo tracciatore a silicio, il nuovo pre-radiatore e l'estensione della misura temporale ai calorimetri elettromagnetici. Il DOE ha dato, nel dicembre 2002, l'autorizzazione a spendere il budget previsto per la produzione di tali rivelatori nell'anno fiscale 2003. L'approvazione definitiva sarà basata, com'è ovvio, su una valutazione successiva della capacità del Tevatron di fornire la luminosità prevista per il run IIB.

FOCUS (Gruppi: LNF, Milano, Pavia)

L'esperimento **FOCUS-E831** studia la fotoproduzione ed i decadimenti dei mesoni e barioni *charmati* al Fermilab. In FOCUS, un *forward multi-particle spectrometer* è usato per misurare le interazioni di fotoni di alta energia su una targhetta segmentata di BeO. Il rivelatore FOCUS è uno spettrometro *fixed-target* a grande accettanza con elevate prestazioni per quanto concerne la ricostruzione dei vertici l'identificazione di particelle e la ricostruzione di fotoni e π^0 .

FOCUS è un notevole *upgrade* di un precedente esperimento, E687, e durante il periodo di presa dati di *fixed-target* al Fermilab 1996-1997 ha ampiamente superato l'obiettivo che si era prefisso, di raccogliere un campione di decadimenti di particelle charmate completamente ricostruite 10 volte superiore alla statistica raccolta da E687. La Collaborazione ha ottenuto un campione di più di un 1 milione di particelle *charmate* completamente ricostruite nei 3 modi di decadimento principali: $D^0 \rightarrow K\pi^+$, $D^0 \rightarrow K\pi^+\pi^+$ e $D^+ \rightarrow K\pi^+\pi^+$. I gruppi Italiani di FOCUS (Frascati, Milano e Pavia) hanno la piena responsabilità del calorimetro EM esterno, del rivelatore di vertice e del sistema di tagging dell'elettrone primario, e del calorimetro adronico. Inoltre coordinano la metà dei progetti di software.

Durante il 2002 i gruppi italiani si sono dedicati alle analisi fisiche. Inoltre hanno completato l'ottimizzazione del programma di simulazione Monte Carlo ed in particolare hanno inserito nella simulazione effetti di meccanica quantistica, come l'interferenza, così come osservato nei dati. Gli sforzi nell'analisi si sono concentrati principalmente sullo studio della spettroscopia degli stati eccitati dei mesoni *charmati* e dei *light quarks*, sullo studio dei decadimenti adronici e delle vite medie dei mesoni *charmati* e sullo studio dei decadimenti adronici e delle vite medie dei barioni *charmati*.

Esperimenti all'LHC**ATLAS** (Gruppi INFN: Cosenza, Genova, Lecce, LNF, Milano, Napoli, Pavia, Pisa, Roma1, Roma2, Roma3, Udine)

Le attività di progettazione e costruzione hardware che sono portate avanti dai gruppi italiani che partecipano alla collaborazione **ATLAS** riguardano:

- Rivelatori a pixel del tracciatore interno (Pixel)
- Calorimetria elettromagnetica con Liquid Argon (LAr Calo)

- Calorimetria adronica con scintillatori (Tile Calo)
- Tracciamento di precisione di muoni con Monitored Drift Chambers (MDT)
- Rivelatori di trigger per muoni della regione barrel (RPC)
- Trigger di primo e secondo livello e data acquisition

A queste si aggiunge un'ampia attività di sviluppo del software, di simulazione dei processi fisici di interesse a LHC e di implementazione del sistema di computing da utilizzare per l'analisi dei dati che saranno raccolti.

L'INFN, con il gruppo del laboratorio LASA di Milano, dopo aver partecipato alla progettazione ed alla realizzazione del prototipo di bobina superconduttrice (B0) del magnete toroidale di ATLAS, è responsabile della fornitura del 25% del cavo superconduttore, delle otto bobine e degli schermi termici del Barrel Toroid e del sistema di *run down* dei magneti.

Nel 2002 l'attività della collaborazione Pixel (Genova, Milano e Udine) si è articolata secondo le seguenti linee:

Elettronica (MCC-I, Power Supply): è stato sviluppato il chip di controllo dei moduli Pixel (MCC-I1) in tecnologia Deep Sub Micron (DSM) CMOS a 0.25 µm. L'MCC-I1 è stato caratterizzato in laboratorio e nei moduli realizzati con lo stesso. Tre wafer con 336 chip sono stati testati dalla Delta (DK) e hanno dato una resa superiore al 90%. Sette chip sono stati irradiati fino a 70 Mrad e risultati funzionare; misure di single event upset (SEU) hanno indicato alcuni punti critici che verranno irrobustiti con la versione finale (MCC-I2) attualmente in fase di disegno. L'utilizzo dell'elettronica DSM ha richiesto un ridisegno del sistema dei power supply con l'utilizzo di regolatori radiation hard nelle vicinanze del rivelatore (10 m). Una scheda prototipo con i regolatori della ST (LHC4913) è stata disegnata utilizzando un PCB a 4 strati con substrato in Allutron.

Sensori: i sensori della CiS sono in fase di produzione e la collaborazione italiana sta testando e qualificando 1/4 dei sensori in fase di produzione.

Ibridizzazione e Moduli: sono stati prodotti e caratterizzati 17 prototipi di moduli di rivelatore con elettronica DSM (FE-I1 / MCC-I1). 8 moduli sono stati bump-bondati dall'IZM e 9 dalla AMS (Alenia Marconi System). In particolare 6 dei moduli AMS sono stati realizzati con chip assottigliati a 200 µm (invece dei 700 µm originari). Le caratteristiche di funzionamento di questi moduli sono un rumore di ~300 elettroni ed una soglia intorno 3200÷3500 elettroni. È in fase di preparazione la gara per aggiudicare la lavorazione di bump-bonding e flip-chipping tra sensore e FE-I chip.

Meccanica: la meccanica dei supporti locali (stave) è in fase di completamento. Genova sta terminando il robot che permetterà il posizionamento ed incollaggio di precisione dei 13 moduli che andranno su ogni stave. Milano ha progettato e sta realizzando i tool (ITT - Integration & Testing Tool) necessari all'assemblaggio del B-layer insieme ai layers più esterni e ai dischi.

Test Beam e DAQ (Genova, Milano e Udine): nel corso del 2002 sono stati misurati sul beam H8 del CERN sia singoli assiemi (sensore + un FE-I1) sia moduli completi. Alcuni singoli assiemi sono stati irraggiati fino a 60 Mrad prima di rimisurarli sul test beam. L'efficienza in tempo nella rivelazione del segnale è maggiore del 97% dopo l'irraggiamento ($> 99\%$ prima). Al test beam sono stati pure caratterizzati il comportamento di moduli completi, misurando crosstalk, rumore e prestazioni globali. I moduli sono stati letti con il nuovo software (DAQ-1) che è l'embrione del software che verrà usato nell'esperimento con i ROD (readout driver).

L'attività collegata alla calorimetria elettromagnetica è finalizzata alla realizzazione del calorimetro elettromagnetico a "fisarmonica" ad Argon Liquido.

Il 2002 è stato un anno di soddisfazioni in cui i lunghi anni di R&D e costruzione hanno cominciato a dare i loro frutti. La prima delle due ruote che costituiscono il calorimetro Barrel è stata assemblata alla fine di ottobre ed è in corso il suo inserimento nel criostato. La costruzione dei rimanenti moduli è molto avanzata e l'assemblaggio della seconda ruota avverrà prima dell'estate. Seguirà l'inserimento nel criostato ed il suo raffreddamento. Si è completata la costruzione e la caratterizzazione degli ibridi costituenti gli amplificatori di front end, la costruzione degli elettrodi di lettura presso la Cicorel, l'equipaggiamento e la caratterizzazione degli elettrodi di tipo B in sede in Italia. Gli impegni "core" dell'INFN sono completati.

Nel 2002 si sono esposti due moduli del Barrel e uno degli End Cap ad un fascio di elettroni tra 10 e 250 GEV. Il termine costante tipico con il fascio a centro cella, prescindendo da problemi correlati al set-up del Test Beam, è 0.5%. Il termine stocastico è del 9%. Studi più particolari sono in progresso.

Il gruppo di Pisa in ATLAS partecipa alla costruzione del calorimetro adronico Tile. Il gruppo è responsabile della costruzione meccanica del 25% dei moduli del barrel di Tilecal (309 moduli). La costruzione, iniziata nel dicembre 1999 si è conclusa ad aprile del 2002. A luglio 2002 sono terminate le qualificazioni e la caratterizzazione di 1500 fotomoltiplicatori. La milestone del termine di questa operazione è stata rispettata. Anche in questo caso sono in corso le ultime analisi dei risultati e la preparazione delle banche dati.

L'attività relativa alle camere MDT (Monitored Drift Tubes) per il tracciamento di precisione nello spettrometro per muoni, che vede impegnati ha riguardato nel periodo gennaio 2002 – dicembre 2002 la continuazione della produzione in serie dei rivelatori, il completamento degli studi per il progetto di equipaggiamento della camera (sistema gas, gabbia di Faraday), lo sviluppo e la realizzazione delle schede di FE di segnale e di HV.

Sono state assemblate 15 camere a Pavia, 25 a Roma e 53 a Frascati. In base ai risultati del QA/QC sui tubi nei vari centri di produzione è possibile affermare che le caratteristiche dei tubi sono in eccellente accordo con le specifiche e che la percentuale di scarto nella produzione ha praticamente raggiunto limiti fisiologici. Ugualmente, in base ai risultati delle camere MDT costruite e verificate, per quanto riguarda la precisione meccanica, con tomografia a raggi X, è stato possibile certificare l'adeguatezza delle attrezzature e delle procedure usate nell'assemblaggio delle camere.

In tutte le sedi (Frascati, Pavia e Roma3), dove ne era prevista la realizzazione, sono attualmente in funzione i sistemi di test delle camere con raggi cosmici. La statistica di eventi che si possono raccogliere in pochi giorni è tale da permettere non solo un accurato controllo del corretto funzionamento di tutti i tubi, ma è attualmente anche allo studio la possibilità di ottenere, mediante tracciamento, informazioni sulla precisione meccanica dell'assemblaggio.

Un grande impegno è poi stato profuso durante l'anno per la installazione e la presa dati al fascio H8.

La produzione dei volumi di gas degli RPC alla General Tecnica, già iniziata nel 2001, è andata gradualmente a regime nel corso del 2002 in accordo con il piano approvato dalla CSN1. Un problema di qualità nell'incollaggio dei distanziatori, relativo alle superfici estremamente lucide delle lastre di bakelite di ultima produzione, ha richiesto un ulteriore miglioramento del processo di produzione che ha introdotto un ritardo di qualche mese portando il livello di produzione a fine anno all'80% del valore pianificato all'inizio. Va notato tuttavia che la velocità di produzione raggiunta a fine anno è del tutto soddisfacente per le necessità dell'esperimento. C'è da sottolineare, comunque, che l'introduzione di più severi controlli di qualità sull'intero processo di produzione dei volumi di gas, si riflette in un aumentato livello di scarti.

La produzione degli elettrodi di lettura, in particolare nella prima parte dell'anno, ha accumulato un ritardo significativo, dovuto sia a ritardi nella consegna delle schede di elettronica di Front End sia ad insufficiente manodopera disponibile, e ciò ha impedito di assemblare il numero di unità di rivelatore previsto dalle milestones. La maggior parte delle unità prodotte sono state testate con raggi cosmici con risultati del tutto soddisfacenti.

L'attività di Trigger/DAQ del 2002 ha riguardato la continuazione dello sviluppo del trigger di primo livello (LVL1) nel sistema di rivelazione dei muoni del barrel e la prosecuzione del lavoro hardware e software necessario alla preparazione del Technical Design Report (TDR) di HLT, DAQ e DCS. I risultati più rilevanti da citare per il LVL1 sono la realizzazione delle schede finali di Splitter e PAD, lo studio finale dell'ASIC matrice di coincidenza le cui prestazioni sono risultate secondo le specifiche di progetto, lo sviluppo di un nuovo link ottico e infine la realizzazione del sistema di controllo e inizializzazione del trigger stesso.

Per quanto riguarda i trigger di alto livello (HLT), il lavoro principale ha riguardato lo sviluppo del nuovo "framework" software nel quale inserire gli algoritmi di trigger che si basano sui rivelatori Pixel, calorimetro Tile e spettrometro per Muoni. Nell'ambito delle attività PESA (Physics and Event Selection Architecture) sono continuati gli sviluppi della simulazione dettagliata del trigger di muoni di primo livello e lo sviluppo e studio delle prestazioni di algoritmi di trigger di secondo livello per la ricostruzione di tracce nel rivelatore a Pixel e nel Silicon Tracker, la ricostruzione di muoni nel barrel dello spettrometro utilizzando RPC e MDT e l'identificazione di muoni di basso impulso trasverso utilizzando la piena granularità del rivelatore a Tile.

Infine l'attività DAQ ha visto la sua più significativa realizzazione nella partecipazione ai test su fascio dei rivelatori Pixel, Tile e MDT, per i quali i gruppi italiani sono stati responsabili del sistema di acquisizione dati. Oltre agli ottimi risultati ottenuti sui singoli testbeam, a metà settembre 2002 i vari gruppi hanno partecipato con successo ad un run combinato dei tre rivelatori citati la cui integrazione è stata possibile grazie al fatto che tutti e tre i sistemi hanno utilizzato lo stesso sistema di acquisizione dati, ossia il prototipo DAQ-1/Event Filter di ATLAS. La produzione delle bobine presso l'Ansaldo è proseguita in accordo ai programmi mantenendo un alto livello qualitativo; alla fine di dicembre sono state completate e verificate, sia dimensionalmente che elettricamente, 14 delle 16 bobine necessarie. Si prevede di completare la costruzione delle bobine entro marzo 2003.

Il disegno di dettaglio dell'unità di run down BT + ECT unità, basata su una soluzione di principio sviluppata al LASA, è stata completata nella seconda metà del 2002. Nel mese di ottobre sono partite le procedure per l'espletamento delle gare necessarie per l'attribuzione delle commesse. Si prevede che tali gare possano essere completate nel corso dei primi mesi del 2003.

CMS (Gruppi INFN: Bari, Bologna, Catania, Firenze, Genova, Milano, Padova, Pavia, Perugia, Pisa, Roma, Torino)

Tutti i sottorivelatori dell'esperimento sono entrati in costruzione nel corso del 2002. La costruzione è più avanzata per i rivelatori per muoni ed il calorimetro elettromagnetico, è entrata a regime per il magnete, è nella sua fase iniziale per il tracciatore. Alcuni problemi tecnici ed organizzativi, che avevano limitato la produzione a regime delle RPC sono in via di soluzione; le difficoltà collegate allo sviluppo dell'ibrido di lettura del tracciatore, che avevano ritardato l'inizio della produzione dei moduli, sono state superate. Gli strumenti hardware e software per il calcolo dell'esperimento sono in sviluppo e sottoposti a test con dimensioni e livelli di dettaglio sempre più realistici.

Magnete

Il risultato più importante è stato la costruzione del modulo prototipo che ha permesso di qualificare sia l'insieme delle attrezzature sviluppate per l'avvolgimento che i test e le procedure. La bobina costruita è fortemente rappresentativa dei moduli finali: il conduttore è avvolto in 4 spire su un diametro di circa 7m per un'altezza di 650mm (contro i 2500mm dei moduli finali). L'avvolgimento del prototipo è cominciato a febbraio ed è stato completato in maggio; la bobina è stata impregnata in ottobre dopo i test e la verifica delle attrezzature ed i risultati complessivi sono molto soddisfacenti. Le complesse attrezzature di avvolgimento e di impregnazione funzionano molto bene e permettono di ottenere uno standard elevato di impacchettamento delle spire all'interno delle tolleranze richieste sia prima che dopo l'impregnazione.

L'avvolgimento della prima bobina finale (CB-2), è iniziato in ottobre 2002; alla fine di dicembre è cominciato l'avvolgimento del terzo strato di conduttore. Si prevede di completare avvolgimento ed impregnazione di CB-2 entro aprile.

A latere di queste attività, presso la Sezione di Genova sono stati caratterizzati 10 conduttori (dei 20 che compongono il magnete) e sono state qualificate le tecniche di saldatura (e gli operatori) delle giunzioni tra i cavi superconduttori che compongono gli strati dei singoli moduli.

Calorimetro Elettromagnetico (ECAL)

Il Centro Regionale per l'assemblaggio e il test di metà della parte barrel del calorimetro è stato completamente attrezzato; la fase di rodaggio è terminata a giugno del 2002 con il primo modulo (400 cristalli) completato e trasportato con successo al CERN. Ad oggi sono stati trasferiti al CERN 6 moduli corrispondenti ai primi 3 supermoduli.