

Calcolo per il progetto SuperB

Luca Tomassetti
University of Ferrara & INFN

SuperB Distributed Computing Group



Sommario

- Il progetto SuperB
 - Descrizione generale
 - Requisiti di Calcolo
 - A regime
 - Attualmente (simulazioni e preparazione TDR)
- Attività legate al calcolo per SuperB
 - Simulazioni Monte Carlo (Full & Fast Sim)
 - Tool di Produzione
 - Programma di R&D
- Stato del progetto e conclusioni

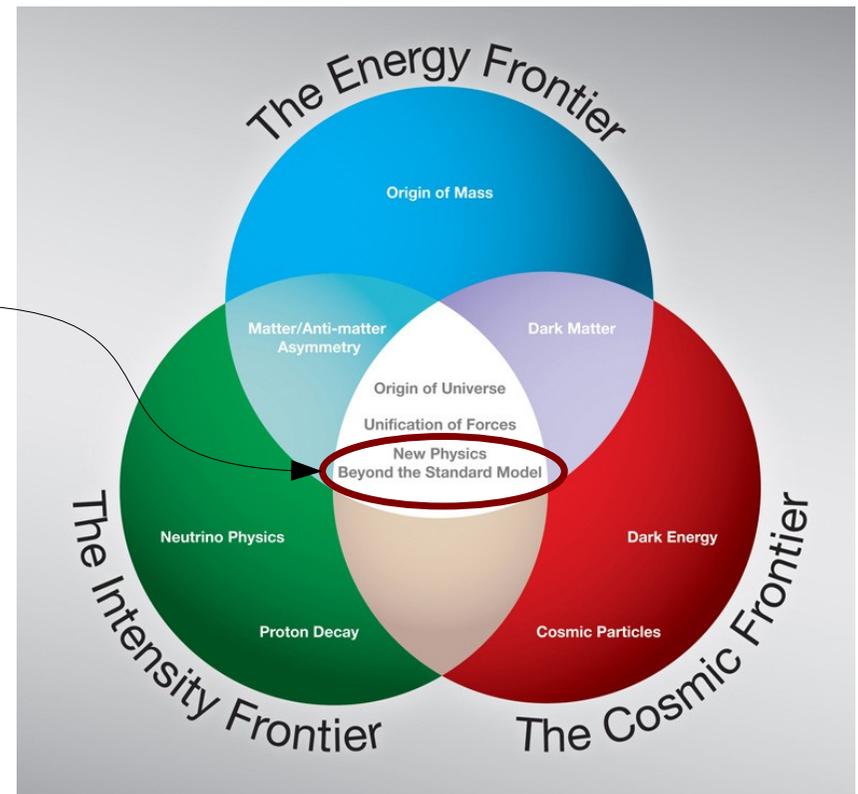
Il progetto SuperB

- Una flavor factory asimmetrica con un miglioramento di due ordini di grandezza in prestazioni:
 - Luminosità molto elevata ($L_{\text{ist}} = 10^{36} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $L_{\text{int}} = 75 \text{ ab}^{-1}$)
 - Scelta dei parametri flessibile
 - Alta affidabilità
 - Fascio polarizzato longitudinalmente (e-) nell'IP (>80%)
 - Possibilità di collisioni alla soglia del charm ($\Psi(3770)$, $E_{\text{cms}}=4.0 \text{ GeV}$)

SuperB: obiettivi

- Exploration of CKM parameters at 1% precision.
- New physics:
 - in search for CP violation in D decays,
 - in search LFV in tau decays,
 - in search CP violation in tau decays.
- Sensitivity to NP phenomena
 - up to energies ~ 30 Tev (beyond LHC energies)

SuperB



NP(Λ) found at LHC

- * determine the NP FV and CPV couplings
- * look for heavier states
- * **study the flavour structure of NP**

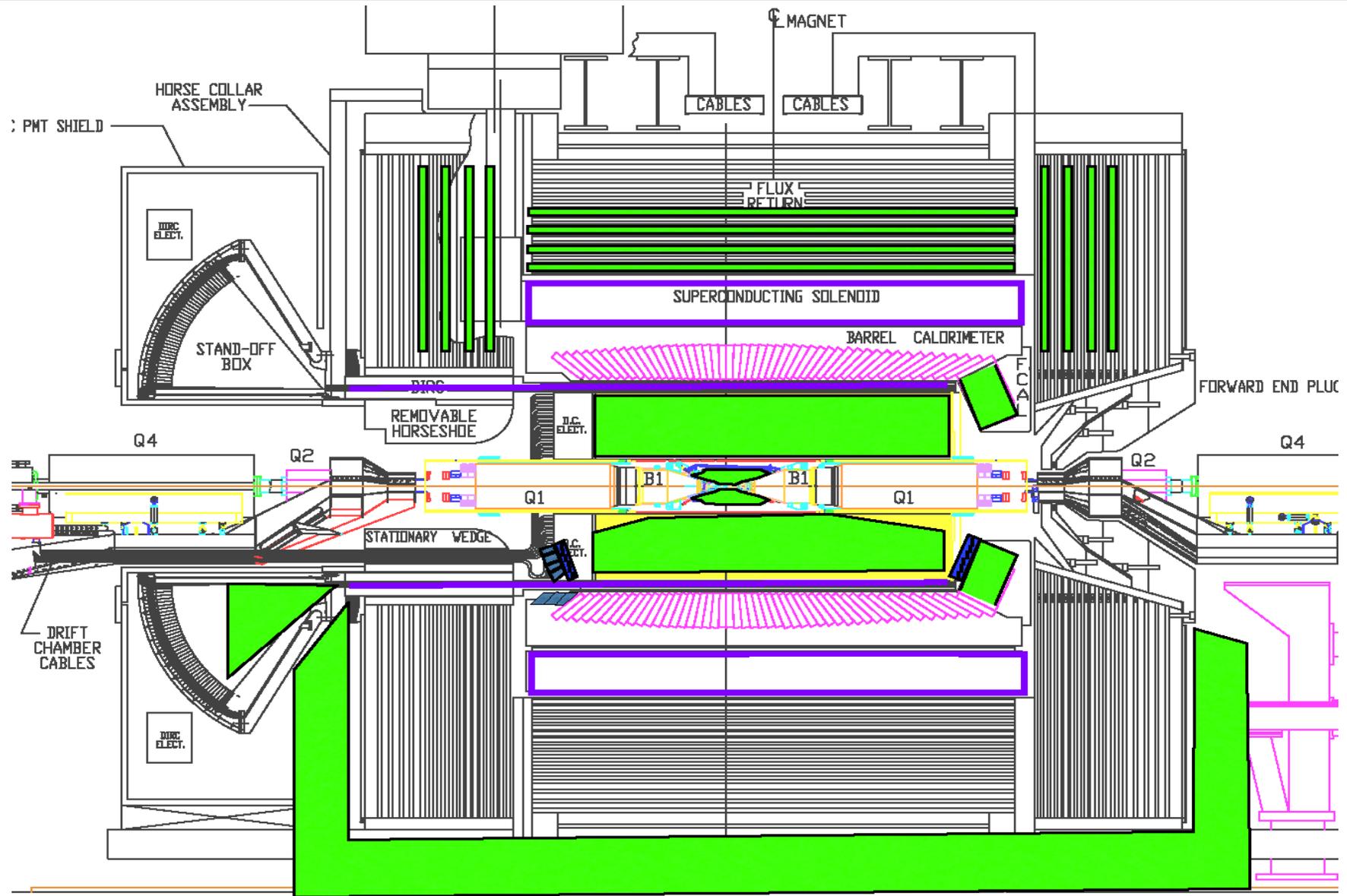
NP(Λ) not found at LHC

- * look for indirect NP signals
- * understand where they come from
- * exclude regions in the parameter space



Il progetto SuperB

Acceleratore, sito LNF

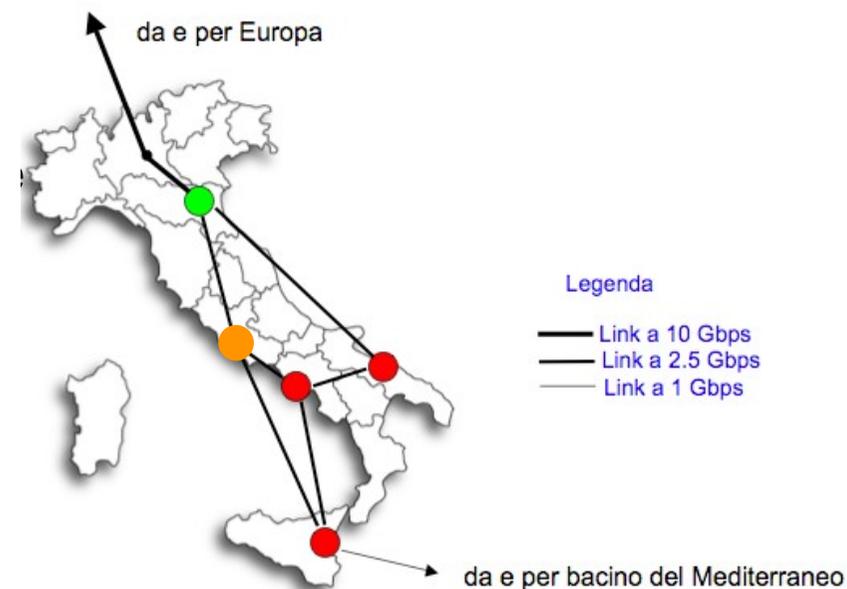


Il progetto SuperB

SuperB CDR Detector

Il progetto SuperB

- Risorse di Calcolo (offline e online)
- approccio distribuito:
 - paradigma GRID
 - servizi e risorse nel sito sperimentale
 - servizi e risorse in siti remoti
- centri di calcolo INFN
 - partecipazione dei siti italiani
 - il modello di calcolo
- partecipazione di siti stranieri

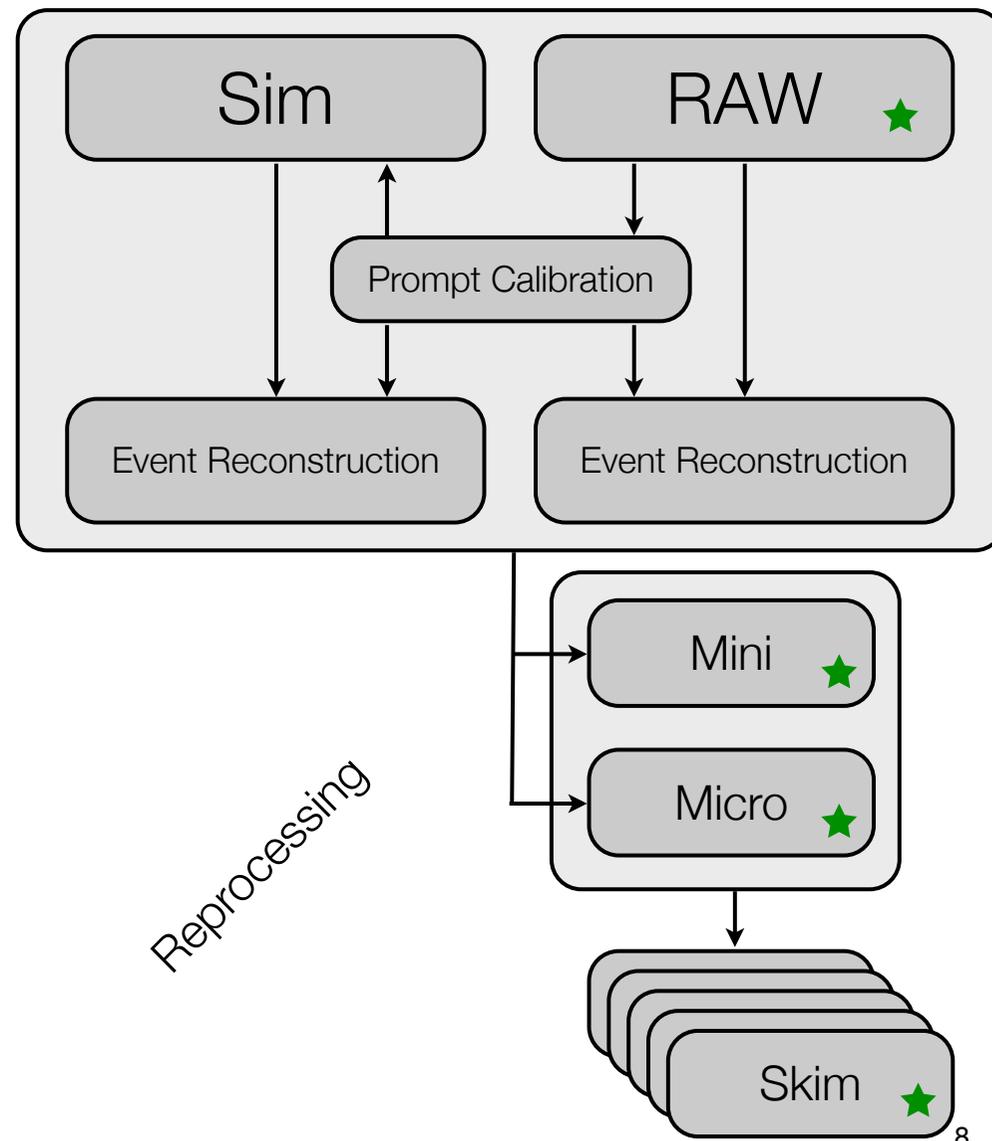


- Futuri centri di calcolo e nodi GRID per SuperB
- Centro di calcolo INFN per LHC
- Centro di calcolo nel sito sperimentale

da talk di M. Morandin

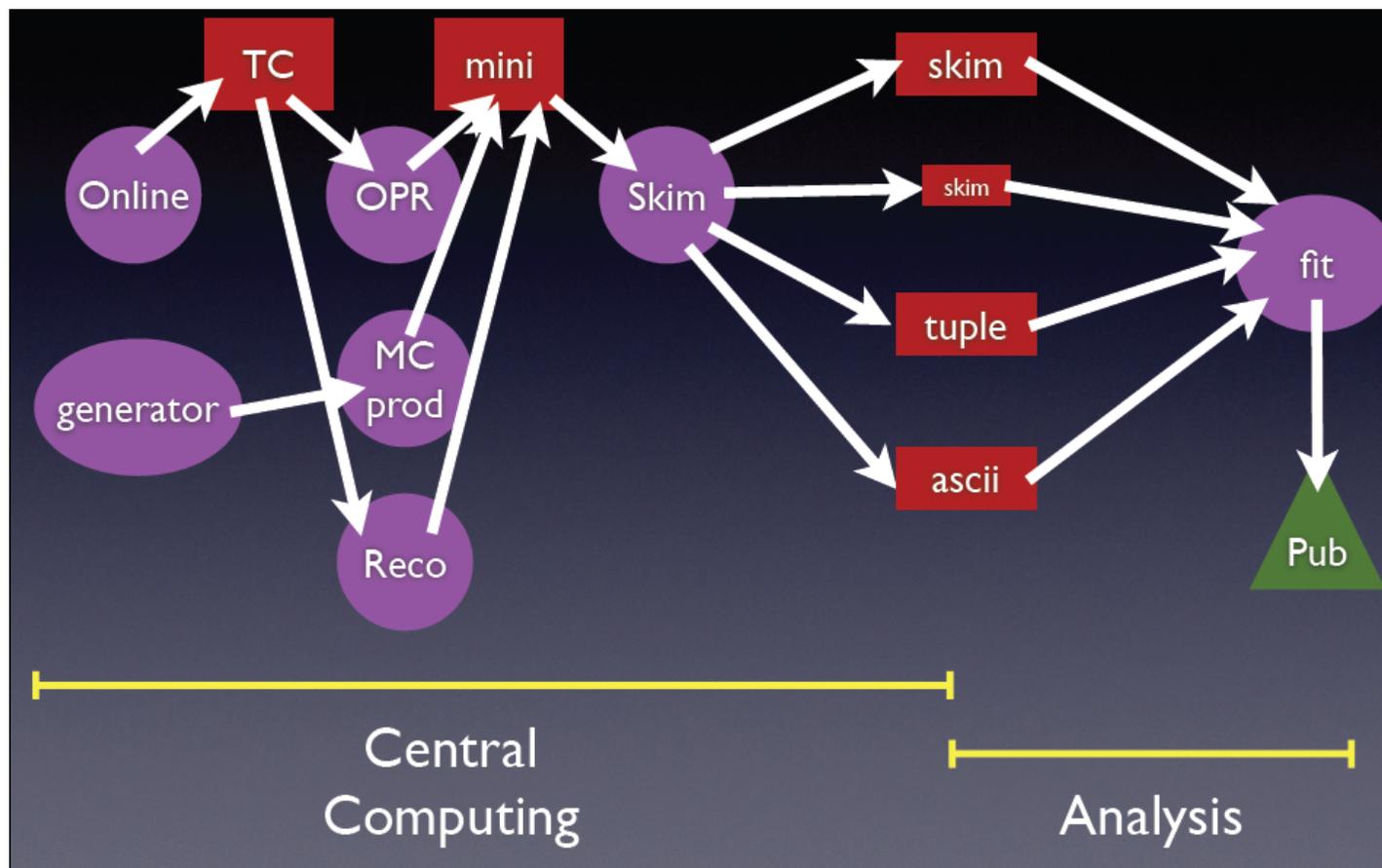
Requisiti di Calcolo

- Processamento e storage dei dati
Base di partenza modello usato nelle B-factories
- Dati RAW (inclusi bkg mediante random trigger), dati simulati, eventi ricostruiti (formati Mini e Micro) e skim memorizzati per run
- Eventuali riprocessamenti
⇒ Sim, Mini, Micro, Skim
- Requisiti stringenti su
Data Storage, CPU



Requisiti di Calcolo

- Processamento e storage dei dati, da online a pubblicazione
- La parte di analisi è tipicamente a 'discrezione' dell'utente (fisico)



da talk di D. Brown

Requisiti di Calcolo

- Design Luminosity: $10^{36} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- Integrated luminosity: $\sim 15 \text{ ab}^{-1}/\text{year}$
- HLT accepted cross section: 25 nb
- Accepted event rate: 25 KHz
- Raw Data event size: 75 KB
- Raw Data logging rate: $\sim 2 \text{ GB/s}$
- Raw Data size: 875 TB/ ab^{-1}
- Micro Data size: 42 TB/ ab^{-1}
- Mini Data size: 80 TB/ ab^{-1}
- Micro MC size: 100 TB/ ab^{-1}
- Mini MC size: 150 TB/ ab^{-1}
- Skim expansion factor: 2
(was 3-4 in BaBar, indexing vs deep copies)
- User analysis data: 200 TB/ ab^{-1}

stime

da talk di F. Bianchi

Requisiti di Calcolo



- I requisiti di calcolo del progetto SuperB possono essere ricavati dai ‘numeri’ dell’esperimento BaBar, applicando un fattore di scala 100x (luminosità)
- Rate dell’esperimento scalati linearmente in luminosità;
 - considerando una migliore gestione dei dati: -40% per storage dati skimmed
 - assumendo ottimizzazioni nel codice: -50% per CPU (analisi)
 - riprocessamento e rigenerazione ogni 2 anni (invece che ogni anno)

50 ab⁻¹ a fine anno

Parametro	anno
Luminosità integrata (ab ⁻¹)	15
Storage (PB)	
Tape	113
Disk	52
CPU (KHEP-Spec06)	
Ricostruzione eventi	210
Skimming	250
Sim. Monte Carlo	670
Analisi di fisica	570
Totale	1700

Requisiti di Calcolo

- I requisiti di calcolo per il Progetto SuperB risultano essere dello stesso ordine di grandezza di quelli stimati a inizio 2010 per gli esperimenti Atlas e CMS per i run del 2011, con una maggiore esigenza di CPU
- CMS: ~44 PB disk, ~74 PB tape, ~580 kHS06 CPU
Atlas: ~69 PB disk, ~42 PB tape, ~580 kHS06 CPU
- Approccio SuperB:
 - Uso delle risorse di calcolo distribuito disponibili (come esperimenti LHC)
 - Sfruttare positivamente l'evoluzione del calcolo nei prossimi 10 anni (e.g. multi/many cores CPUs)

Programma R&D

Attività di Calcolo

- Sviluppo dei software di simulazione e dell'infrastruttura di produzione per il design del detector e la valutazione delle performance (Detector TDR)
 - Full Simulation (basata su Geant4)
 - Fast Simulation (parametrica, che sfrutta analisi di fisica di BaBar)
 - Tool di Produzione (esecuzione delle simulazioni su Grid – EU e US)
- Design del Computing Model – anche grazie al programma R&D (da metà 2010)
- Completamento del Computing TDR (fine 2011)

Full Simulation

$f \sim 5 \times 10^{-3} \text{ Hz}$

- Riscrittura del nucleo di simulazione rendendolo indipendente dal codice di BaBar e utilizzando l'esperienza degli esperimenti LHC
 - Basata su Geant4/C++
 - Descrizione dettagliata GDML dei detector (attualmente)
 - Struttura modulare (stop, multipass re-run)
- ➔ Stima dei fondi nei sub-detector in funzione del design dell'acceleratore;
- ➔ Simulazione dettagliata delle risposte dei detector, possibilità di valutare diverse configurazioni, ottimizzazione dei sub-detector, design finale;
- ➔ Generazione di background frames dalla IR, per un successivo stadio di simulazione mediante la FastSim

Fast Simulation

$$f \sim 5 \times 10^{-1} - 1 \text{ Hz}$$

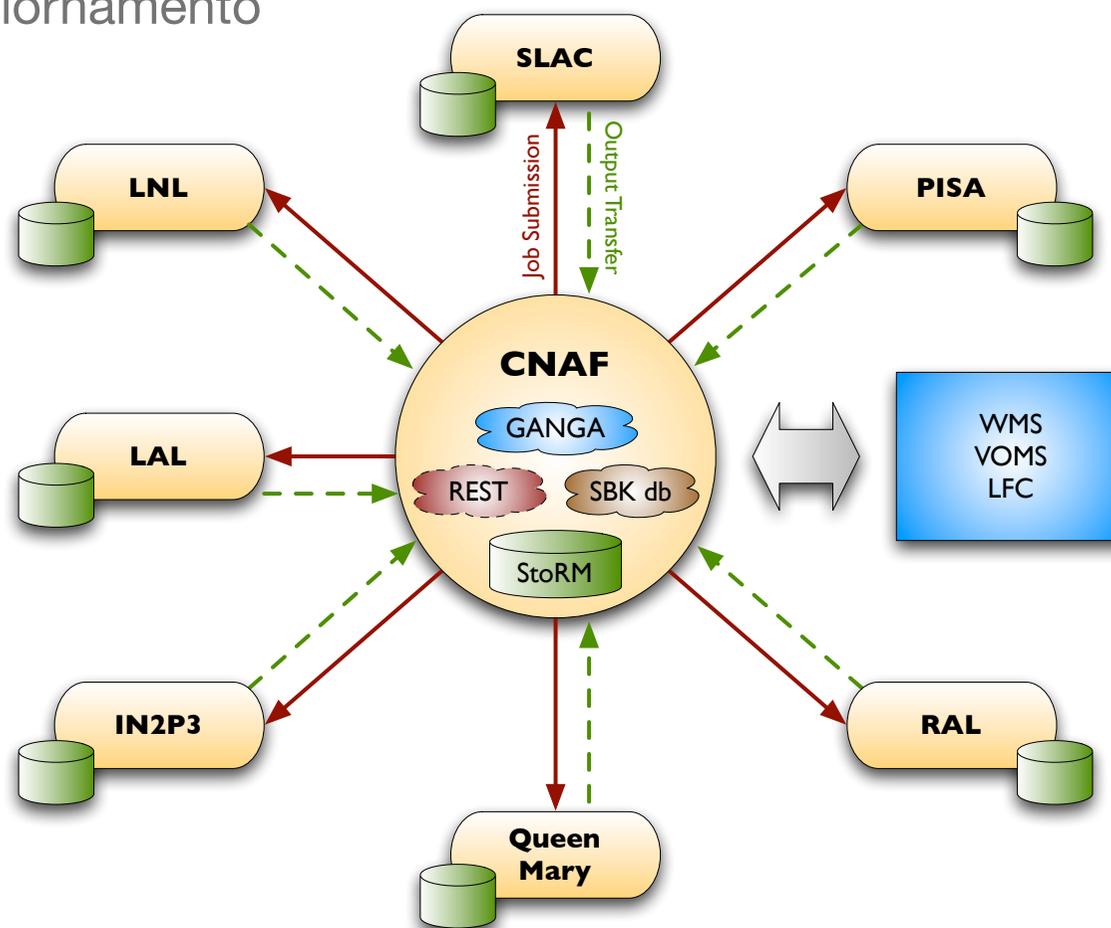
- Basata su un modello semplificato della geometria del detector, dei materiali, della risposta dei rivelatori, e della ricostruzione
- Rate di generazione di diversi ordini di grandezza superiore rispetto a FullSim
- Sovrapposizione di segnali di fondo (da Fast e da FullSim)
- Compatibilità con il framework di analisi di BaBar
- Possibilità di eseguire più analisi in parallelo in uno stesso job di simulazione
- Requisiti in termini di CPU molto elevati:
necessità di valutare l'impatto dei canali 'generici', con la sovrapposizione del fondo macchina, nelle misure di eventi molto rari;
 $\sigma \sim \text{nb}$, $L = \text{ab}^{-1} \rightarrow 10^9$ eventi, $f \sim \text{Hz}$, \Rightarrow migliaia di core

Infrastruttura e Tool di Produzione

- Per ottimizzare l'esecuzione delle simulazioni Monte Carlo dedicate agli studi del detector e del background è stata realizzata un'infrastruttura di produzione distribuita e sviluppati dei tool di sottomissione
- Attivata la SuperBVO.org, abilitata in ~15 siti (EU e US)
Utilizzo 'parassita' delle risorse Grid dei siti aderenti al progetto e/o che abilitano la VO
- Configurazione dei siti e sviluppo dei metodi di sottomissione
- Il CNAF ha attualmente il ruolo di repository centrale dei dati, gestisce il sistema di sottomissione, il database di bookkeeping e l'accesso ai dati per le analisi

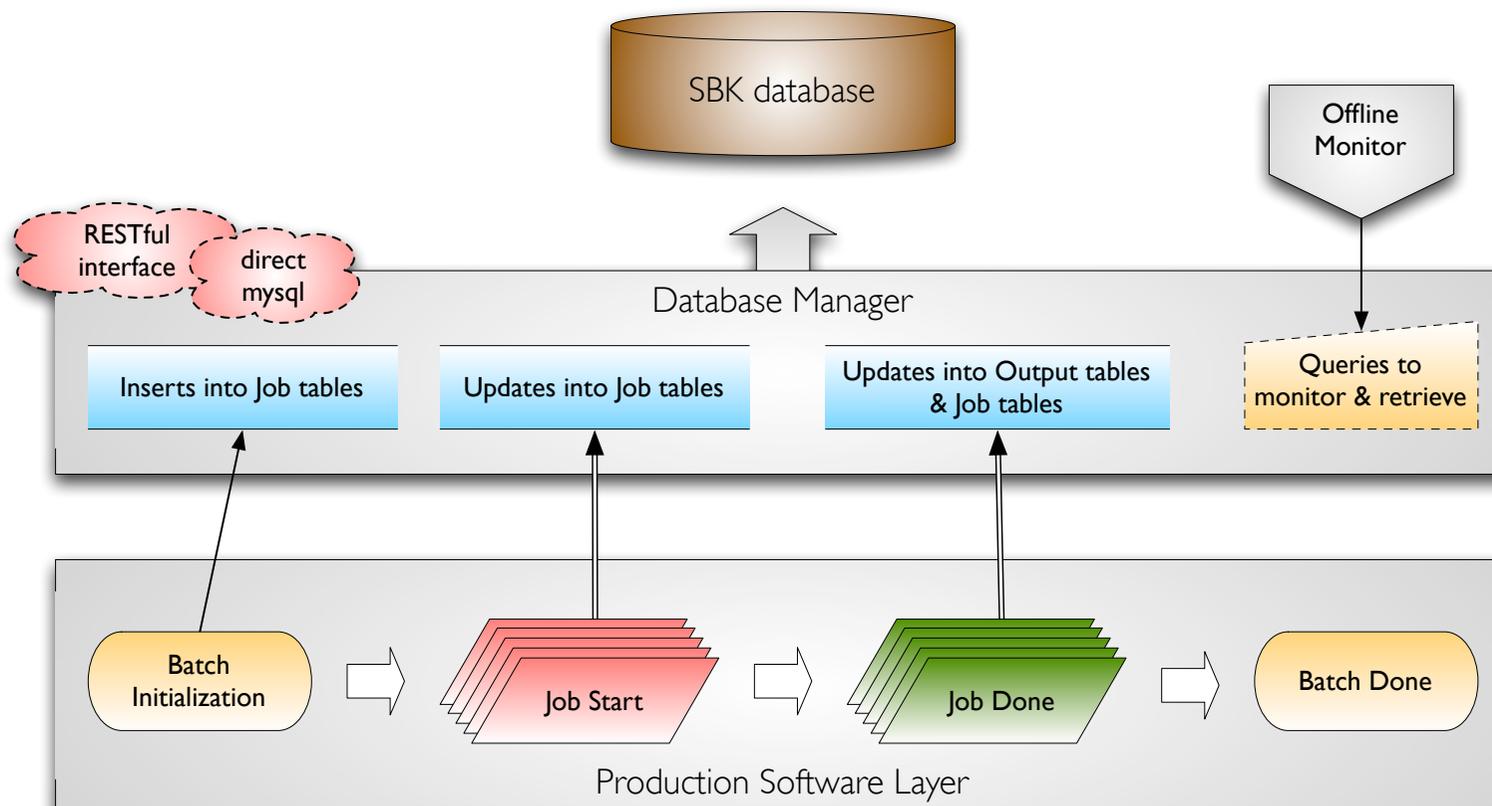
Infrastruttura di Produzione

- Nuovi siti partecipanti in continuo aggiornamento



Tool di Produzione

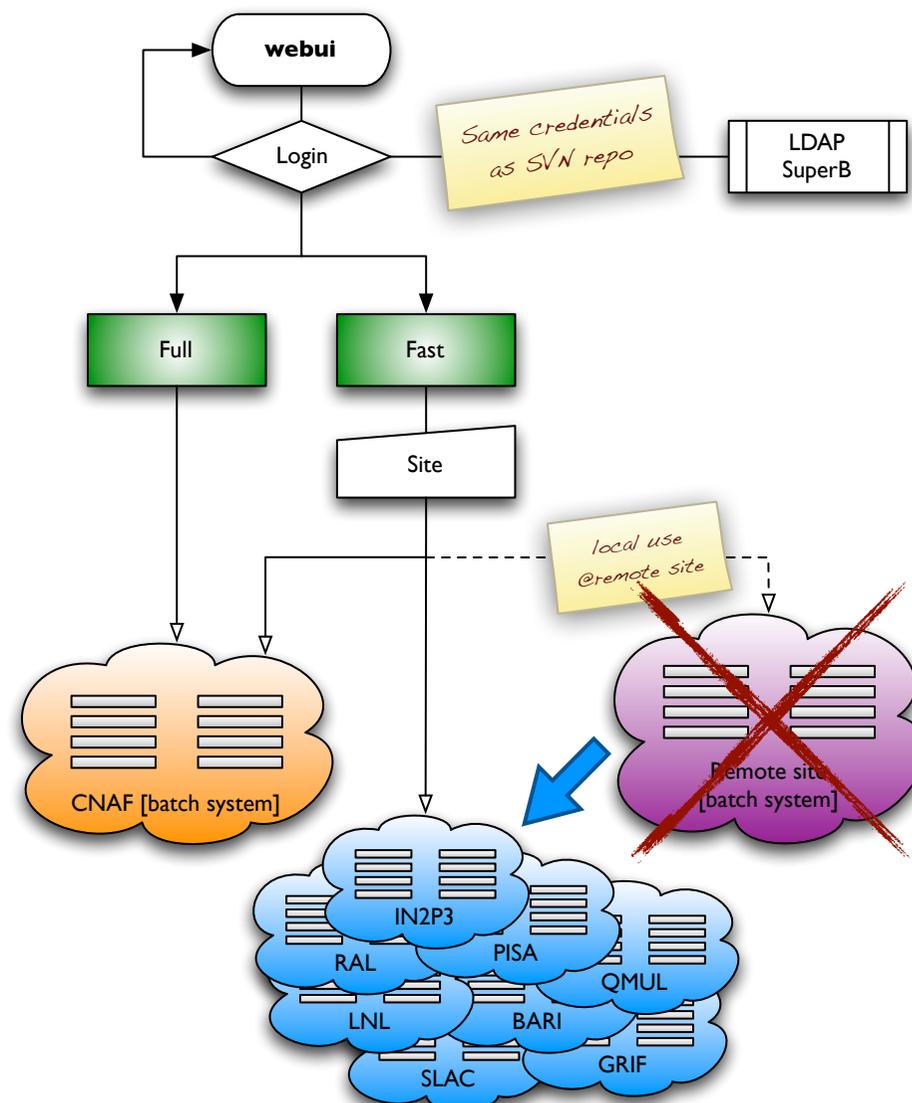
- **Interfaccia utente basata su Web**
- PHP, javascript, JQuery framework per AJAX
- Database di Bookkeeping con interfacce diretta (WebUI) e RESTful (Job)



Tool di Produzione

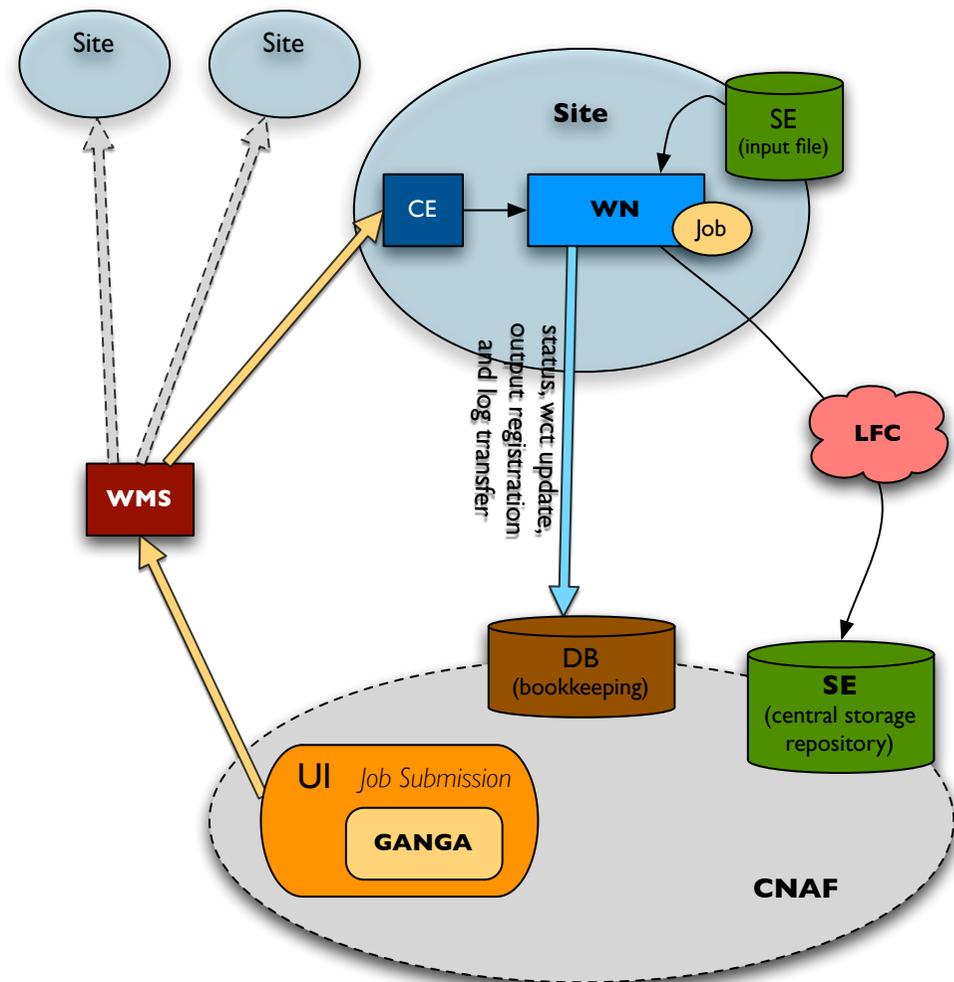
WebUI

- **Production Submission Workflow**
- basic authentication and authorization basata sulla directory LDAP del progetto
- Differenziazione FullSim / FastSim
- Batch System / Distributed (Grid) submission



Tool di Produzione

- **FastSim Distributed**
input files and test release trasferite via LCG-Utills agli SE dei siti remoti
- Sottomissione eseguita via GANGA
- WMS invia i job al sito remoto
- Il job viene messo in coda dal CE remoto sui propri WN



February Production

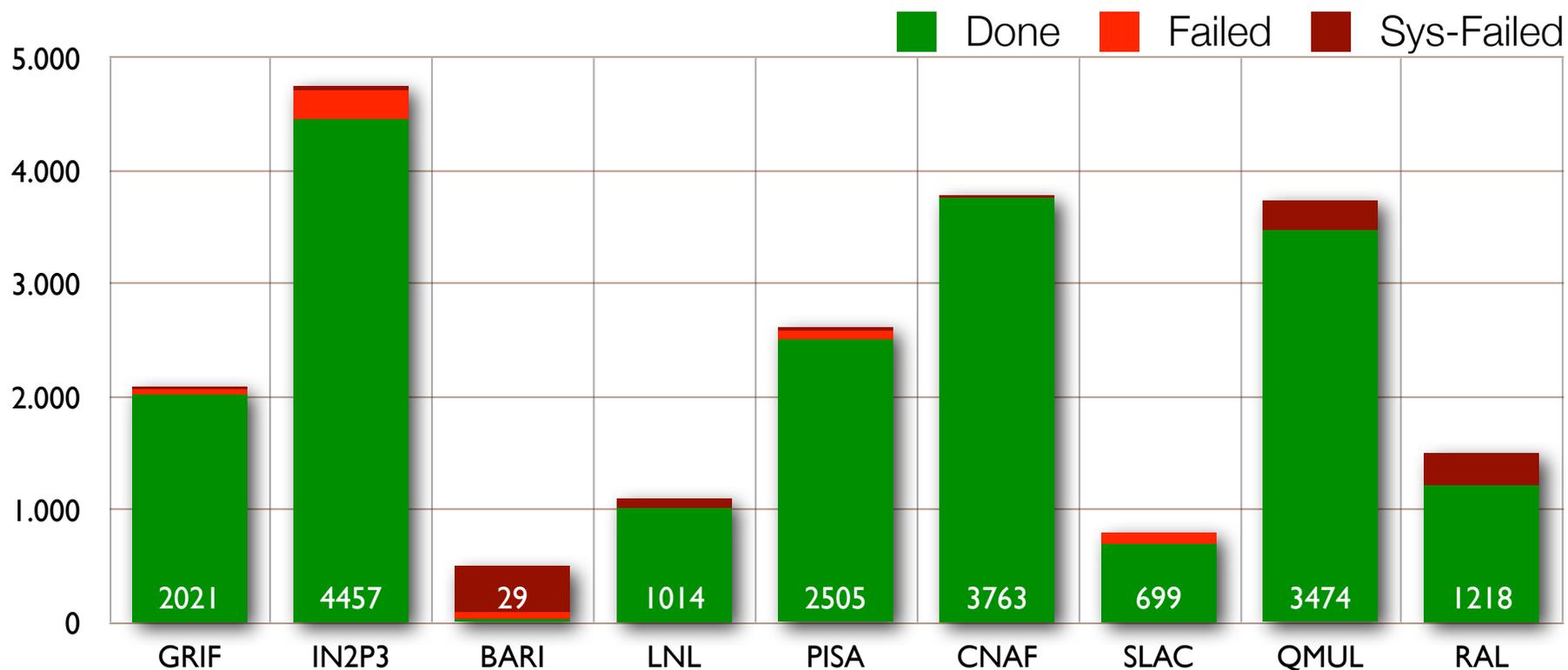
Remote Sites

- 2010_February_Generics

integrated wct = 591541996s (18.8yr)

20876 submitted jobs: 19180 done 544 failed 1152 sys-failed

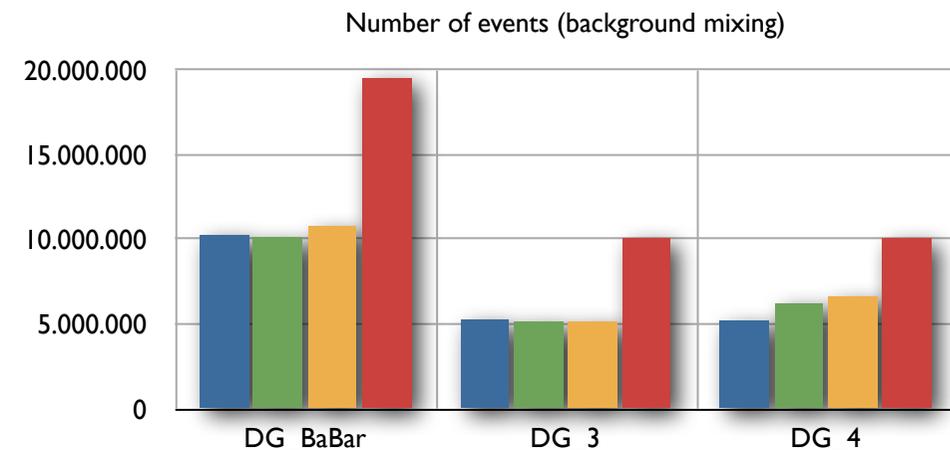
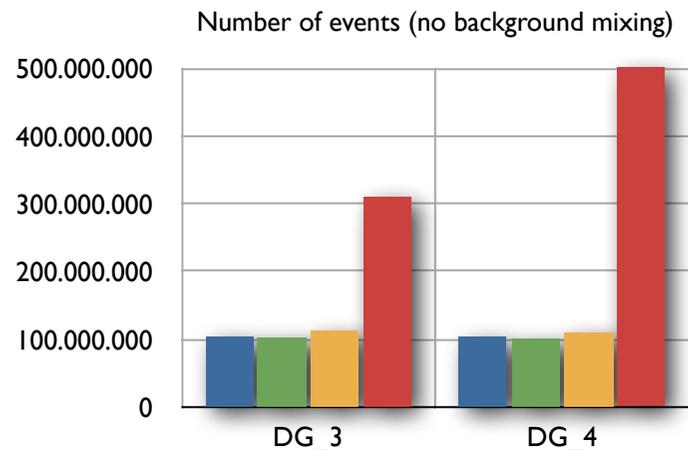
⇒ 92% success rate (failures are mostly due to tests, site overload, config)



February Production

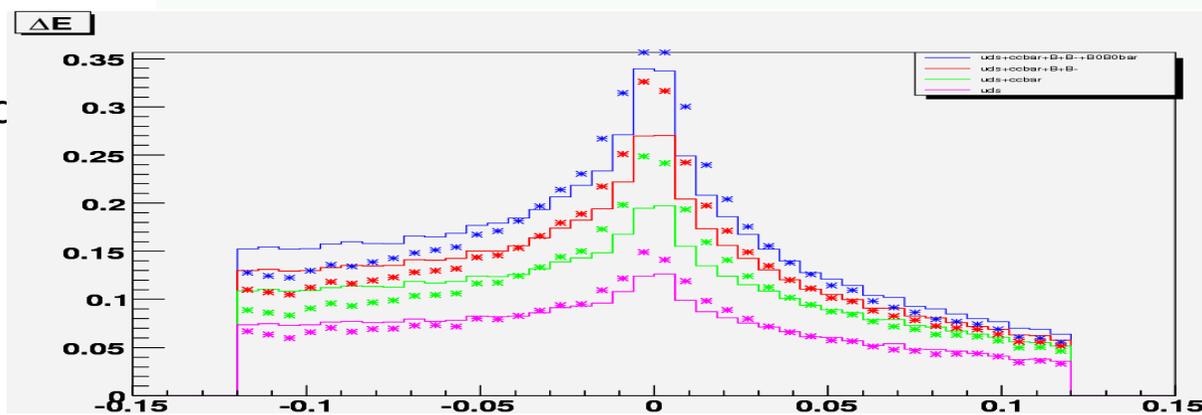
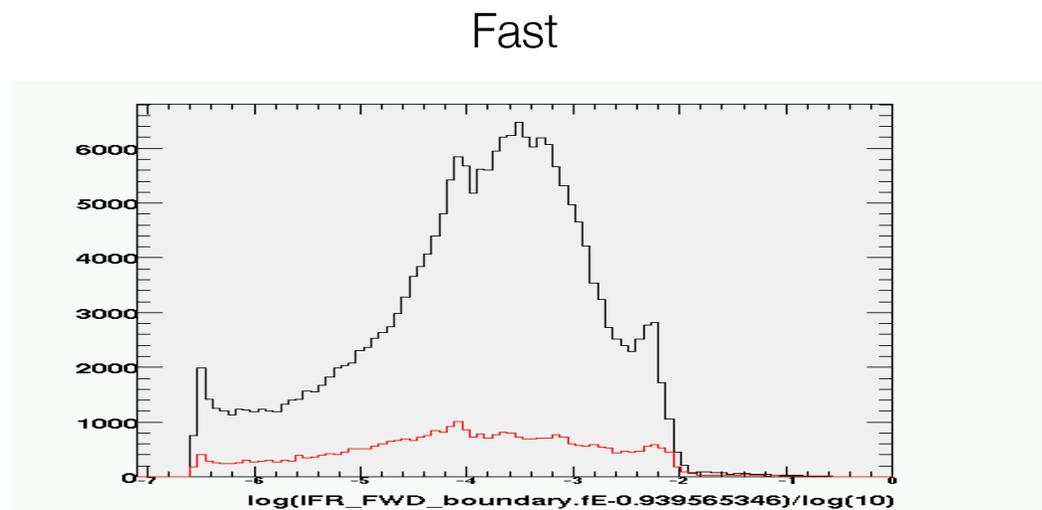
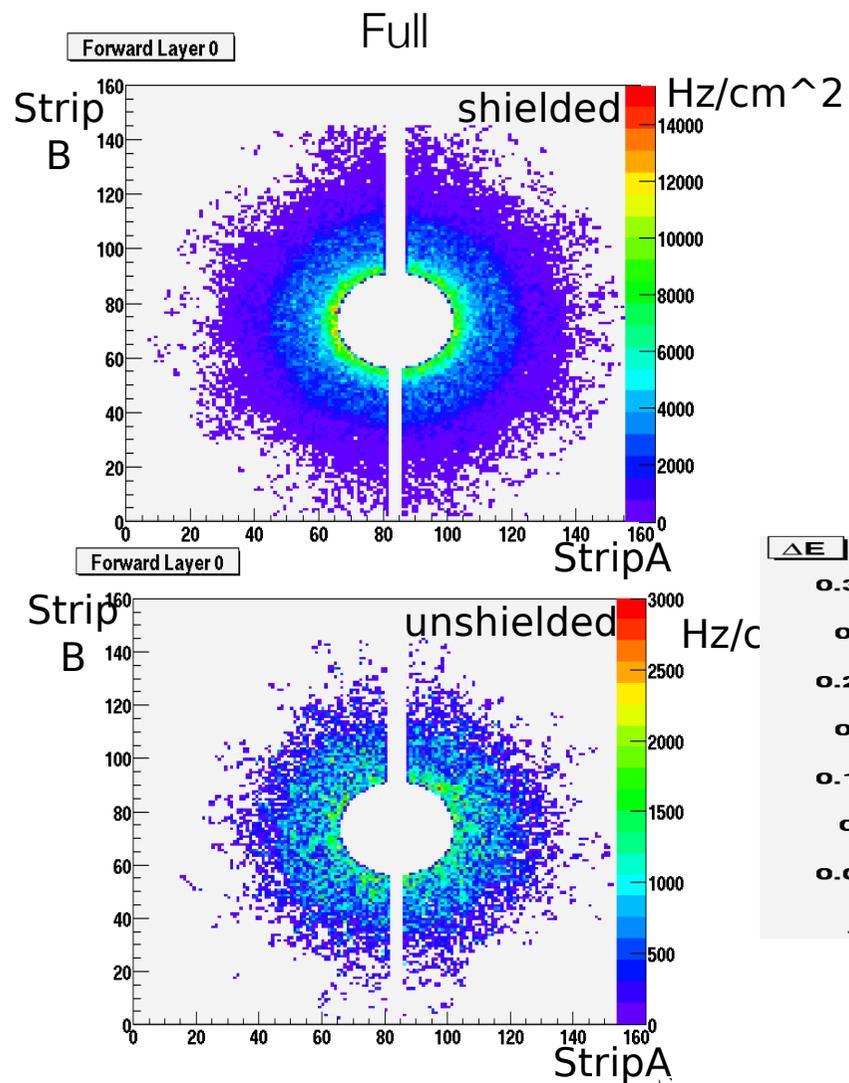
$\sim 0.2 \text{ ab}^{-1}$

- FullSim background frames: $1 \cdot 10^6$ events
background studies: $8 \cdot 10^5$ events
- FastSim generics: $\sim 1.5 \cdot 10^9$ events + 10^8 events ($\geq 20\%$ of requests)
signal mode: $\sim 8 \cdot 10^7$ events (100% of requests)



■ B+B-_generic ■ B0B0bar_generic ■ ccbar ■ uds

February Production



Contributions by E. Manoni and M. Munerato

February Production

- Risultati di rilievo:
 - grande beneficio derivante dall'utilizzo dell'infrastruttura GRID
 - collaborazione ed entusiasmo da parte dei siti partecipanti, italiani e non
 - ottima efficienza di produzione
- tools da migliorare ulteriormente per rendere le sottomissione e il monitoring dei job più automatizzati

Estate 2010 $1ab^{-1}$

- L'utilizzo di core nella produzione primaverile è stato consistente con le attese (*10 gg con ~1800 cores*)
- **Un numero maggiore di siti sarà coinvolto nella produzione estiva**
- Possibilità di guadagnare un fattore 2 in termini di core disponibili e un fattore 3 estendendo il periodo di run

	min	max	Next Prod	Feb Prod
	$2(\min+\max)/3$			
✓ CNAF	200	700	367	367
✓ Pisa	200	400	267	267
✓ Legnaro	100	300	167	167
⇒ Napoli	200	400	267	
⇒ Padova	0	200	67	
⇒ Bari	100	200	133	
⇒ Ferrara	50	50	50	
⇒ Catania	100	300	167	
⇒ Perugia	100	100	100	
⇒ Torino	100	300	167	
⇒ Cagliari	100	300	167	
✓ QMUL	100	500	400	217
✓ RAL T2	50	100	67	67
⇒ RAL T1	300	600	400	
Manchester				
Edimburgh				
✓ IN2P3	300	600	400	400
✓ GRIF	100	200	133	133
✓ SLAC	200	1000	467	100
⇒ Caltech	100	300	167	
⇒ McGill	60	60	60	
⇒ UVIC	100	300	167	
Totals	2560	6910	4180	1717

Programma R&D

- Attività iniziata durante il SuperB R&D Computing Workshop tenutosi a Ferrara (9-12 marzo 2010)
- Partecipazione addirittura maggiore delle attese
 - 50 partecipanti da varie nazioni;
 - non solo 'gente' di SuperB;
 - esperti dal CERN, SLAC, DESY, ...
- Il workshop ha avuto un grande successo in termini di interesse suscitato nei/dai partecipanti e per il raggiungimento degli obiettivi iniziali

Programma R&D

- Scopo primario è stato quello di identificare gli argomenti principali su cui lavorare nella fase R&D:
 - gli “aspetti noti”: come affrontare i problemi principali di cui siamo già a conoscenza (i.e. BaBar code legacy)?
 - gli “aspetti (già) ignoti”: quali sono i problemi chiave su cui indagare? quali sono quelli che potrebbero avere l’impatto maggiore nella progettazione del modello di calcolo?
- ➔ quali sono le attività di R&D che potranno essere portate a termine in una scala dei tempi di 9–15 mesi

Programma R&D

- Aree individuate e discusse:
 - Impact of new CPU architecture, software architecture and framework
 - Code development: languages, tools, standards and QA
 - Persistence, data handling models and Databases
 - User tools and interfaces
 - Distributed computing, GRID
 - Performance and efficiency of large storage systems
- Sono stati formati gruppi di lavoro che dovranno studiare gli aspetti chiave di ogni area emersi dal workshop, confrontare le soluzioni attualmente in uso, ricercare nuove soluzioni, stabilire le priorità

Programma R&D – CPU arch.

- Il codice HEP attualmente non sfrutta appieno la potenza dei processori attuali: una sola istruzione per ciclo, poco o nullo utilizzo della vettorizzazione (SIMD), località del codice, etc...
- Eseguire un job per core è sì efficiente, ma: utilizzo inefficiente della memoria non sfruttando la condivisione di cache, I/O buffers e risorse di rete; necessità di diminuire il rapporto RAM/core
- *La situazione è delicata già oggi, non potrà che peggiorare con l'avvento delle future architetture multi-core*
- Il paradigma di programmazione dovrà muoversi verso il parallelismo:
 - Gli algoritmi dovranno essere riformulati e la scrittura di codice seguire nuove linee guida
- Oggetto di valutazione dovrà essere l'utilizzo di Multi-thread e MPI in Grid e il grado di sfruttamento di CPU multi-core e GPU in ambiente distribuito nel futuro

Programma R&D – Storage/Data Handling

- Storage dei dati (eventi) e le architetture utilizzate in HEP; offline, accesso da parte dei job, bookkeeping,...
- Accesso ai dati:
File system distribuiti, database, accesso basato su url, XROOTD
- Nuove idee:
Accesso diretto, proxies in WAN/LAN, cooperazione
- Workflow tipico per un utente HEP:
 - decidere quale analisi fare
 - sviluppare il codice per farla (e.g. una macro o un plug-in di un framework software di esperimento)
 - Chiedere a un sistema esterno i file con i dati necessari (db, catalogo)
 - Chiedere a un altro sistema di eseguire l'analisi (Grid/batch/Proof) *Notebook? nei prossimi anni?*
 - Raccogliere i risultati

Programma R&D

- Sarà molto importante la collaborazione con altri esperimenti, come ad esempio quelli LHC, che dovranno affrontare problemi simili in futuro

- 2010 - 2011: Design del Computing Model

- fine 2011: Completamento del Computing TDR

- Al momento, i gruppi di lavoro sono al lavoro!

Stato del progetto SuperB

- Marzo 2007: Conceptual Design Report
- Dicembre 2008: Approvazione INFN per Technical Design Report
- Marzo 2009: confronto con i Direttori dei Laboratori Europei
- Estate 2009: Il progetto SuperB sottoposto al CIPE, supporto del ministero, adesione di partecipanti stranieri (IN2P3, altri in attesa)
- Aprile 2010: Dichiarazione d'intenti Italia-Russia (IGNITOR/SuperB)
- Giugno 2010: In attesa di indicazioni da parte del governo per ufficializzare la partenza del progetto
- Primavera 2011: Detector TDR

Conclusioni

- Esigenze di calcolo del progetto dello stesso ordine di grandezza di quelle degli attuali esperimenti LHC
- Essendo in fase di progettazione, possibilità di utilizzare/contribuire/fare nuovi sviluppi per il miglioramento delle capacità computazionali
- Esigenze di calcolo molto stringenti già nella fase progettuale del rivelatore
- Utilizzo di infrastrutture, servizi, know-how degli esperimenti HEP/LHC
- Contributi significativi del 'reparto calcolo' per la realizzazione del Detector TDR