

Attività sui magneti superconduttori per acceleratori

P: Fabbricatore e S.Farinon

INFN Sezione di Genova

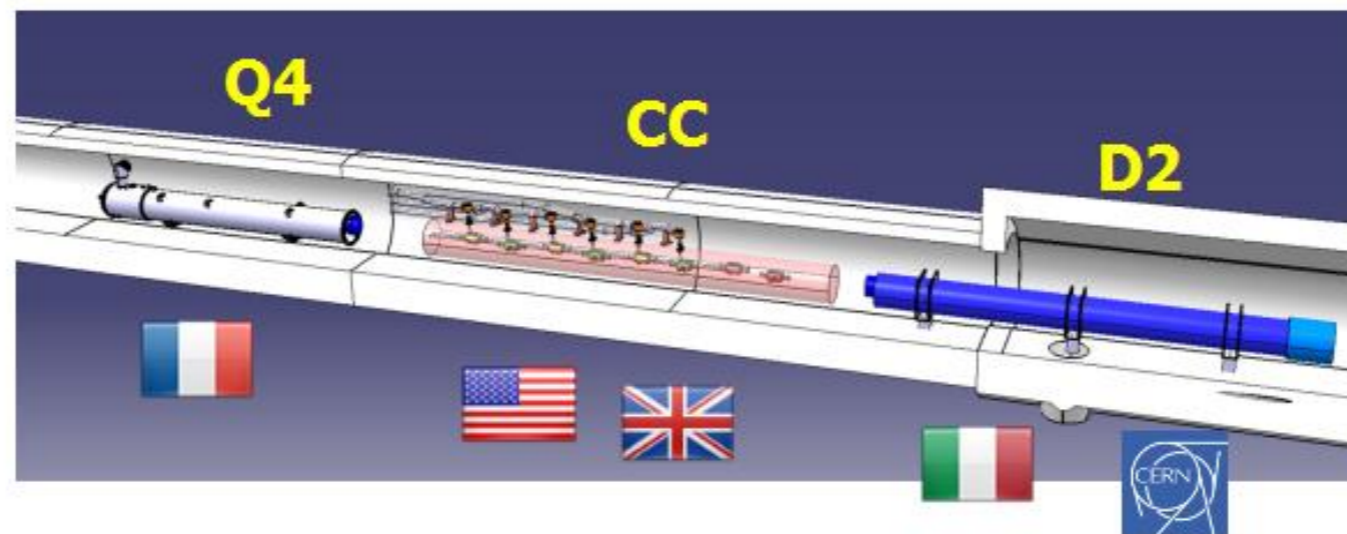
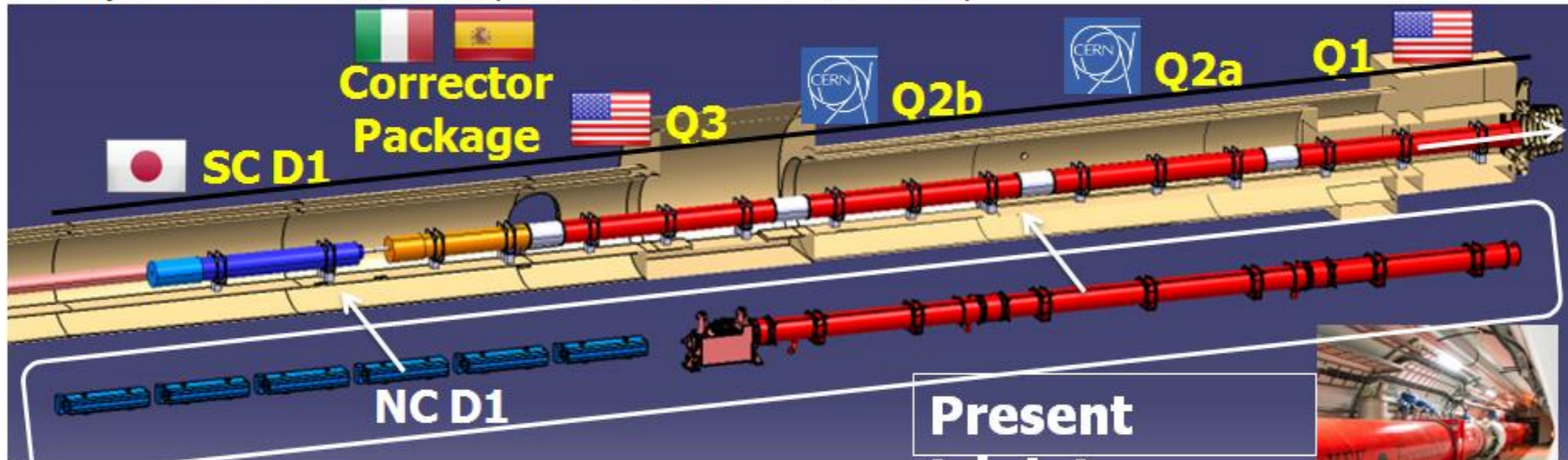


INTRODUZIONE

- Le attività sui magneti superconduttori per acceleratori previste per il 2019 sono:
 - ProMoD2 in CSN5
 - EuroCirCol/Falcon (entrambe senza supporto in CSN INFN)

ProMoD2

Lower β value in the interaction points : larger apertures needed in the triplet of the machine (from 70 mm to 150 mm)



ProMoD2

- Prototipo e Modello per i dipoli, detti D2, per la Separazione/Ricombinazione dei fasci di HL-LHC
- Le attività di sviluppo dei nuovi dipoli di ricombinazione e separazione di LHC sono in corso già da 4 anni
- Si inseriscono in un “FRAMEWORK COLLABORATION AGREEMENT” finalizzato alla “*Collaboration in design and prototyping of the superconducting D2 magnets prior to series construction in the framework of the High Luminosity upgrade for the LHC at CERN*”
- Attualmente il modello corto è in costruzione presso ASG-Superconductors mentre la gara per il prototipo è in fase di preparazione (deve includere anche l’opzione per la serie)

ProMoD2

- I magneti da sviluppare sono:
 - il modello corto, ossia un magnete con la cross-section real ma lungo 1.6 m, utile a verificare le fattibilità del nostro progetto magnetico e meccanico e le tecniche fabbricative
 - un prototipo, ossia il primo esemplare vero e proprio di D2, utile per confermare quanto assodato col modello corto anche sulla lunghezza finale (8 m)
 - la serie, costituita in totale da 6 magneti

ProMoD2

- Situazione attuale del modello corto:
 - La gara di costruzione è partita il 31 Marzo 2016 e si è conclusa con il contratto ad ASG Superconductors il 28 Nov. 2016 (1.175 M€)
 - La consegna, inizialmente prevista per fine febbraio 2018 e poi slittata a maggio 2018, è attualmente prevista per Ottobre 2018
 - Il follow-up delle attività ASG e la necessità di supportare la progettazione esecutiva ha costituito e costituirà ancora un grosso impegno

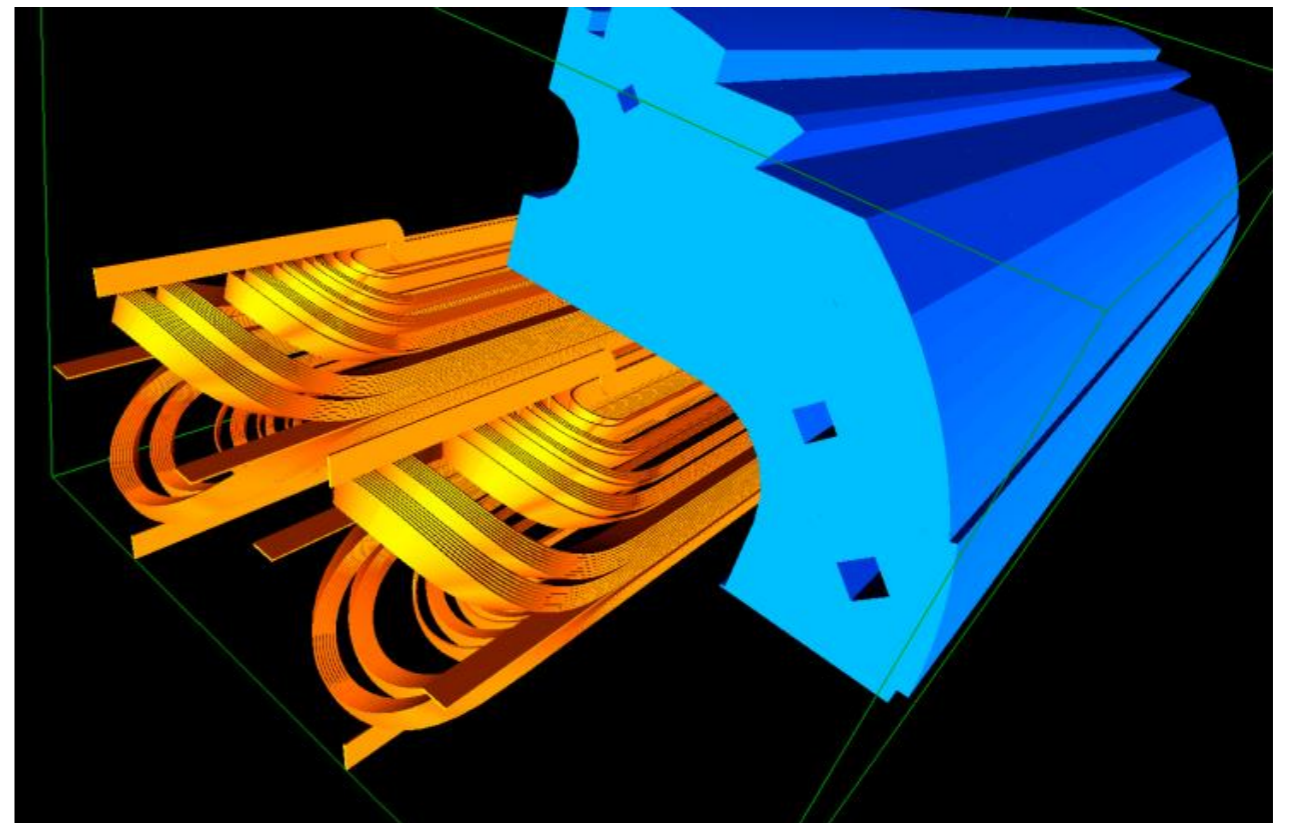
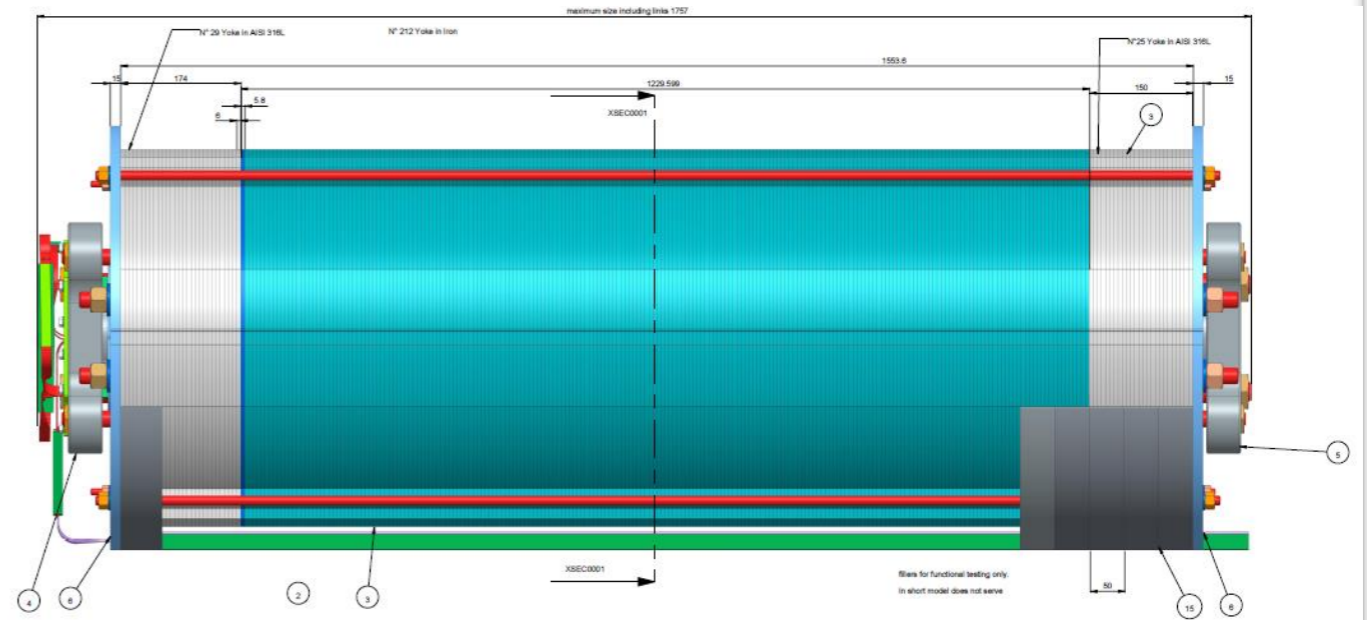
ProMoD2

- Situazione attuale del prototipo:
 - la progettazione del prototipo è stata completata con piccole modifiche rispetto al modello
 - purtroppo il ritardo sul modello corto non ci ha permesso di confermare alcuni degli aspetti innovativi del progetto, che quindi resteranno aperti anche in fase di gara
 - la gara, preparata e sottomessa in Aprile 2018, è stata bloccata in quanto non conteneva la richiesta di quotazione della serie
 - in questo momento è in fase di rielaborazione e ci aspettiamo di recuperare il tempo perso evitando di fare la gara per la serie

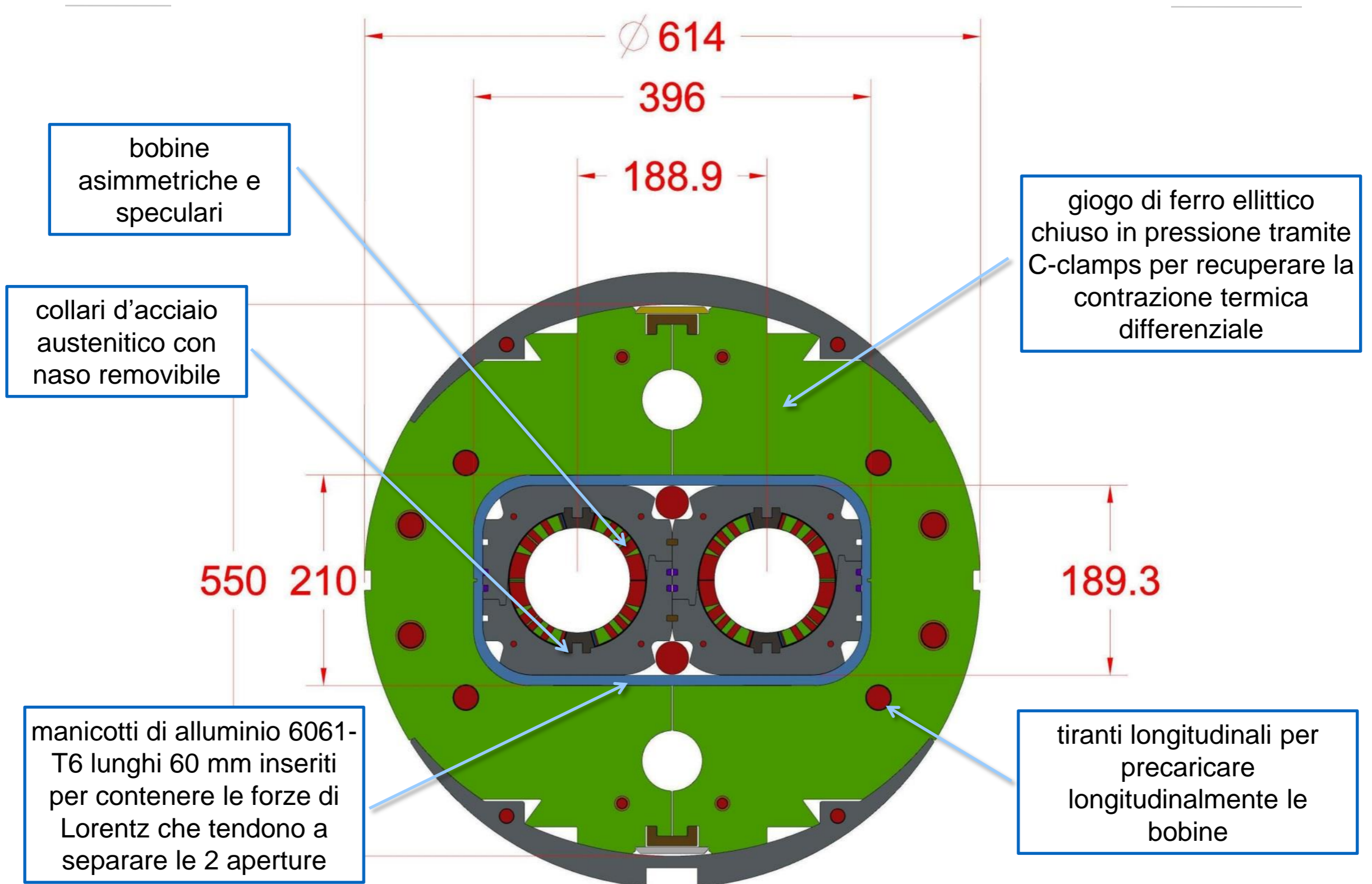
ProMoD2

principali caratteristiche

Parameter	Unit	Value
Bore field	T	4.5
Peak field	T	5.25
Current	kA	12.250
Temperature	K	1.9
Load line margin	(%)	35
Overall current density	A/mm ²	443
Stored energy per unit length	MJ	0.28
Differential inductance per unit length	mH	3.5
Magnetic length magnet/short model	m	7.78/1.39
Superconductor		Nb-Ti
Strand diameter	mm	0.825
Cu/No Cu		1.95
RRR		>150
Superconductor current density at 10 T, 1.9 K	A/mm ²	2100
Number of strands per cable		36
Cable bare width	mm	15.1
Cable bare mid thickness	mm	1.480
Keystone angle	degrees	0.90
Insulation thickness per side radial	mm	0.160
Insulation thickness per side azimuthal	mm	0.145
Multipole variation due to iron saturation	Units in 10 ⁻⁴	<10

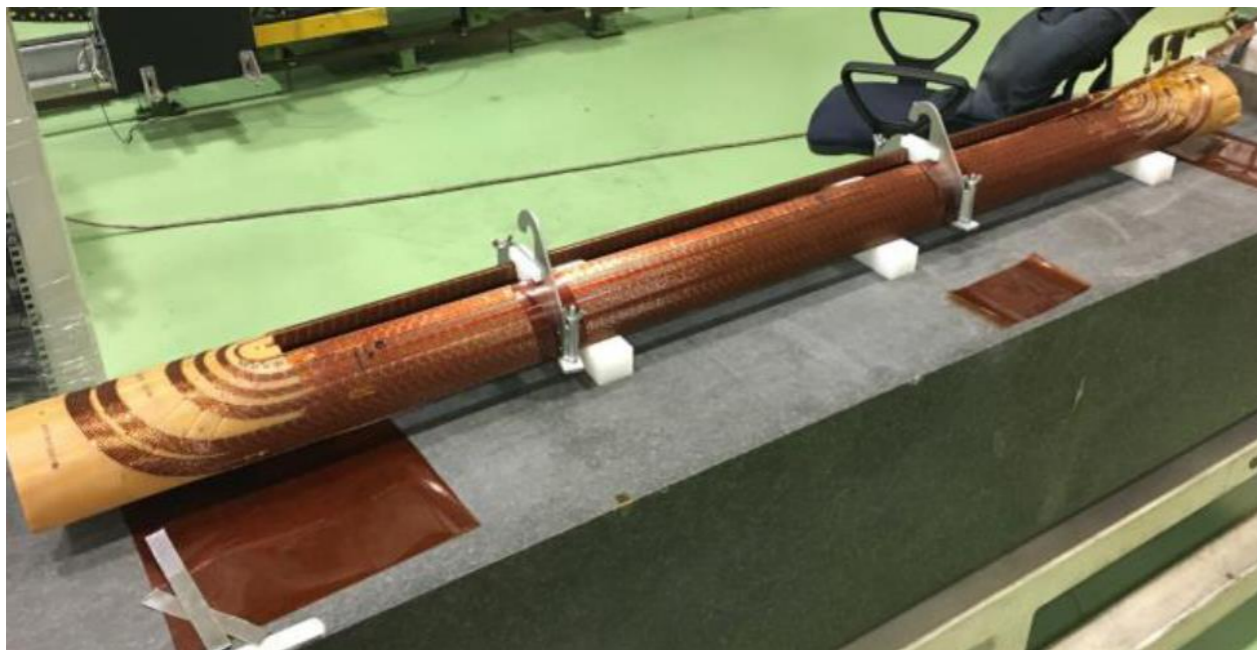
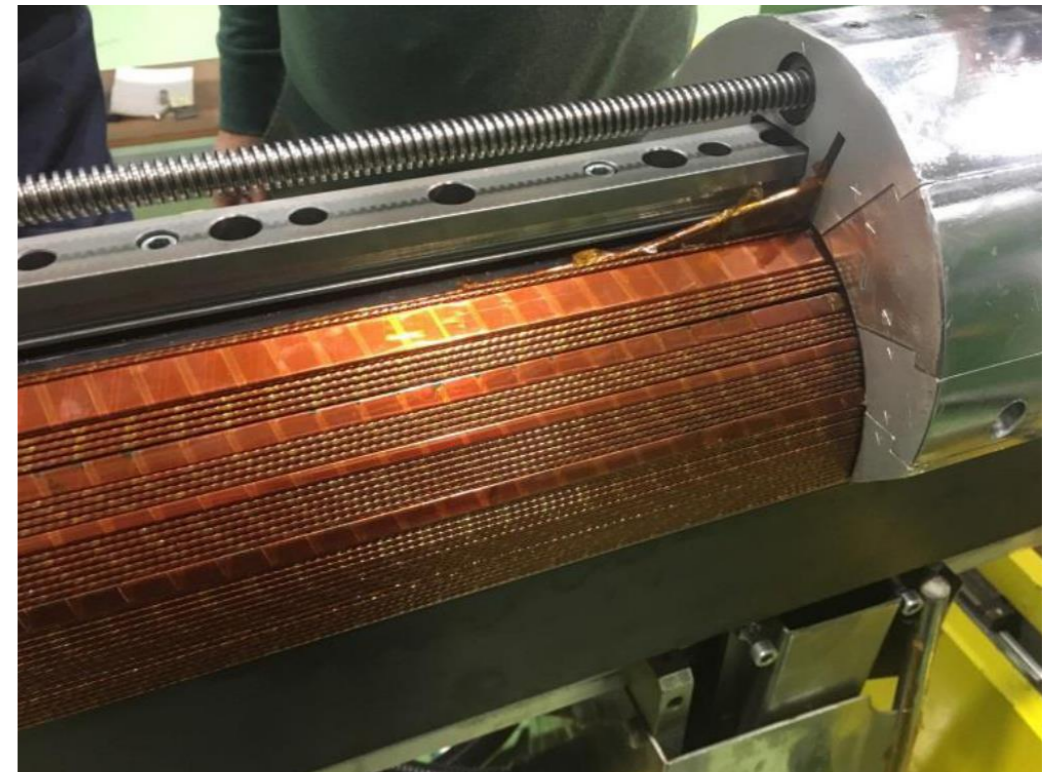


ProMoD2



ProMoD2

- ASG ha completato tutte e 4 le bobine che compongono la doppia apertura del modello corto
- sono stati eseguiti test elettrici (R e L come previsto entro l'errore di misura) e meccanici (bobine tra 0 e 0.4 mm più grandi @ 70 MPa)

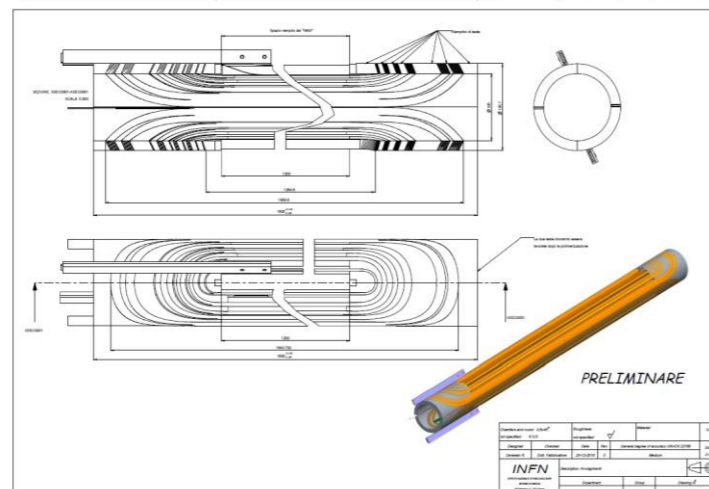
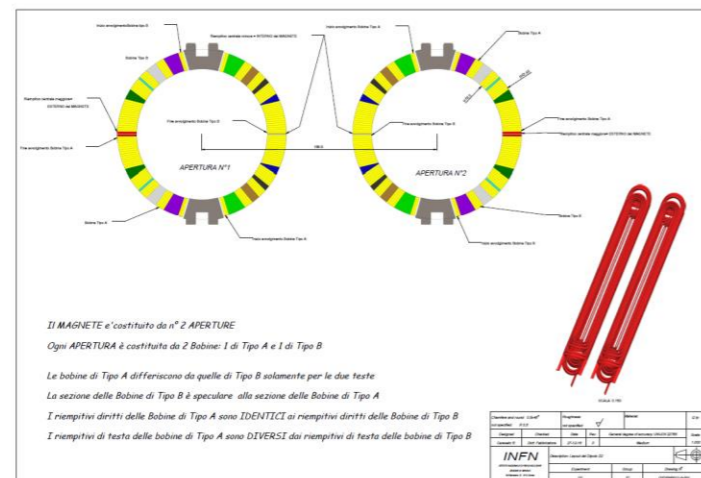


ProMoD2

○ Attività 2018 in sezione:

○ **disegno:**

sono stati completati tutti i disegni del modello corto e del prototipo



○ **officina meccanica:**

sono state eseguite lavorazioni di pezzi esistenti e sono stati realizzati pezzi nuovi



ProMoD2

○ Attività 2018/2019

- Follow-up del contratto industriale per la costruzione del modello corto (conclusione ottobre 2018)
- completamento della gara per il contratto di costruzione industriale del prototipo (Inizio contratto presumibilmente Gennaio 2019)
- Follow-up del contratto industriale per la costruzione del prototipo in stretta collaborazione con il CERN e compatibilmente con piano QA di HL-LHC (2019-2020)
- in prospettiva, preparazione per il follow-up della serie la cui costruzione durerà più di 2 anni (fine intorno a metà 2023)

ProMoD2

Anagrafica per il 2019

P.Fabbricatore (Dir. Tecnologo)	0.5
S.Farinon (I Tecnologo)	0.3
R. Cereseto (CTER IV livello)	0.4
Andrea Bersani (Tecnologo TD)	0.8
Barbara Caiffi (Tecnologo TD)	0.8
Alessandro M- Ricci (phD)	0.4

Servizi-

L'officina verrà coinvolta per la costruzione/modifica
di componenti particolari

3 m.u

Servizio di progettazione meccanica
(Stampante 3D, Misure meccaniche)

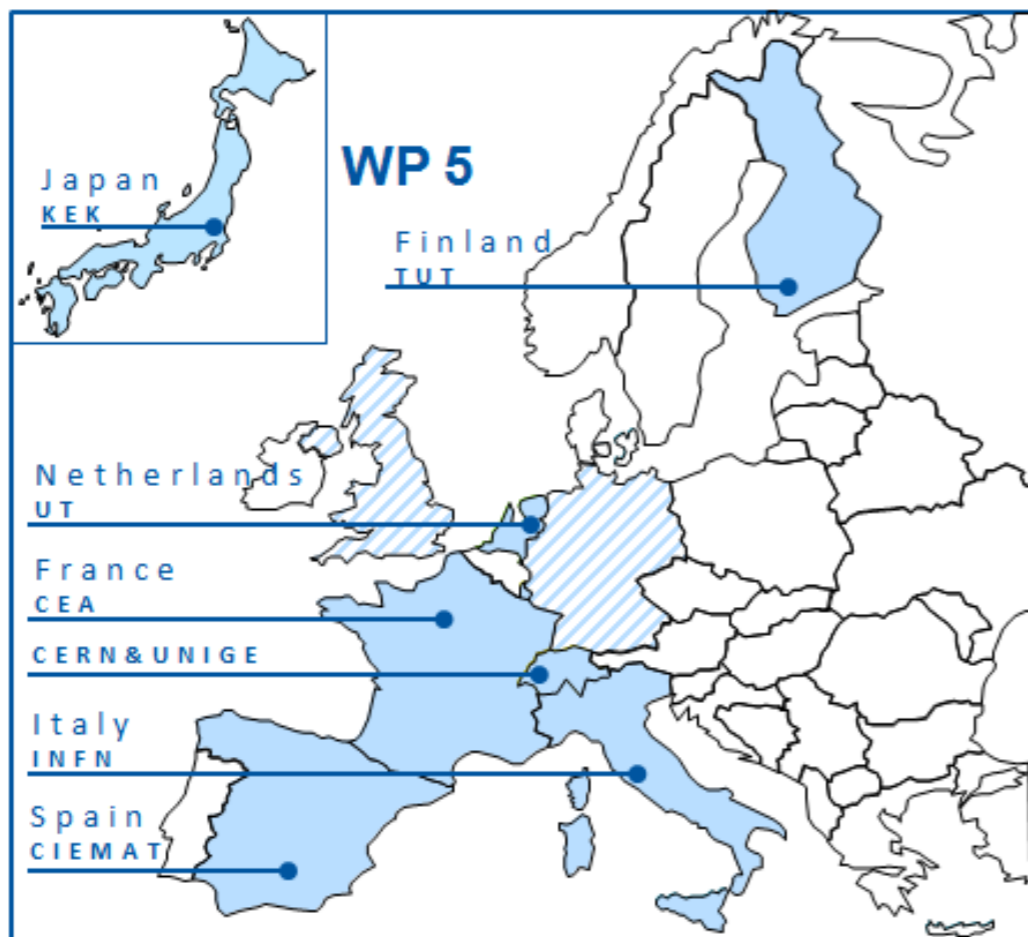
2 m.u.

EuroCirCol/Falcon

EuroCirCol WP5

Deliverables of WP5 described in H2020-INFRADEV-1-2014-1

- 1) Explore design options for an accelerator dipole magnet producing 16 T
- 2) Identify the preferred dipole design options and perform a cost estimate
- 3) Develop a cost model (optimistic, likely and conservative)
- 4) Produce the engineering design of the selected configuration



Tasks:

- 1 Coordination
- 2 Design Options
- 3 Cost model
- 4 Magnet Conceptual Design
- 5 Conductor Studies
- 6 Quench Protection
- 7 Magnet engineering design

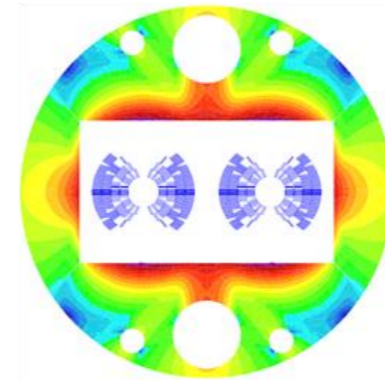
Intense activity: 10 video meetings since June 2015, in addition to special events
A Technical Review Committee is in place:
1st review on 11-12-13 May 2016

A model magnet will be built within the FCC Technology Program

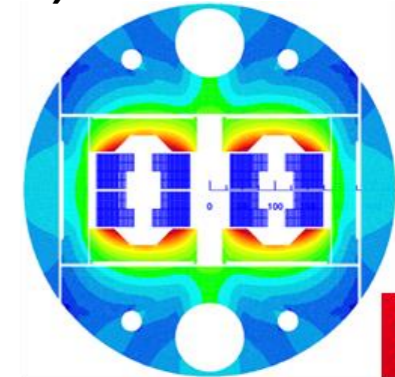
EuroCirCol/Falcon

○ Esistono 3 configurazioni possibili (più una quarta, il “canted solenoid” sviluppata al PSI al di fuori di EuroCirCol):

○ per tutte sta per essere siglato un accordo bilaterale con il CERN per la realizzazione di un modello

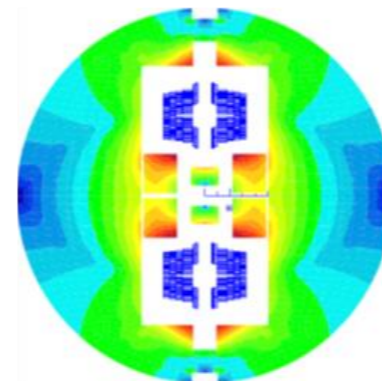


Agreement to build a model magnet at INFN under finalization

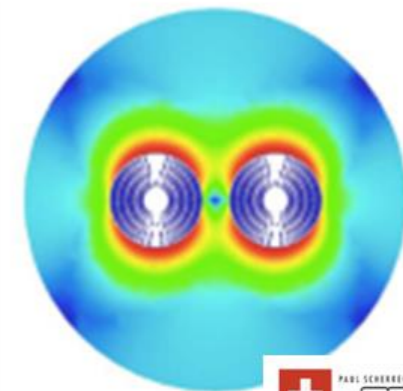


Agreement to build a model magnet at CEA signed

○ nel nostro caso l'accordo è stato redatto e manca solo le firme finali (Gianotti/Ferroni)



Agreement to build a model magnet at CIEMAT under finalization



Magnet model under construction at PSI

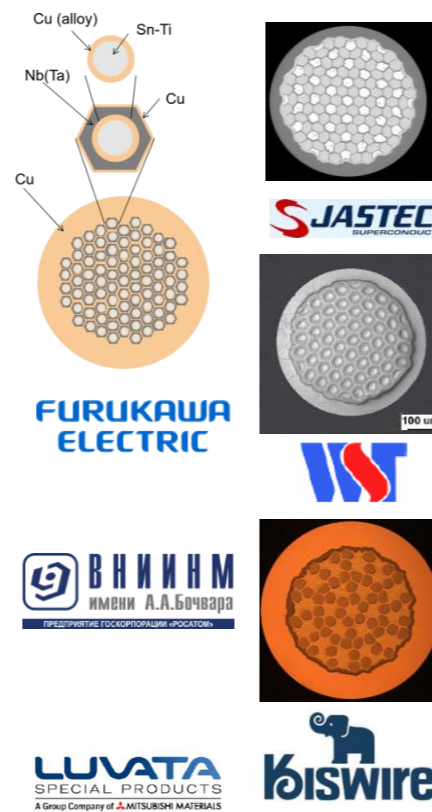
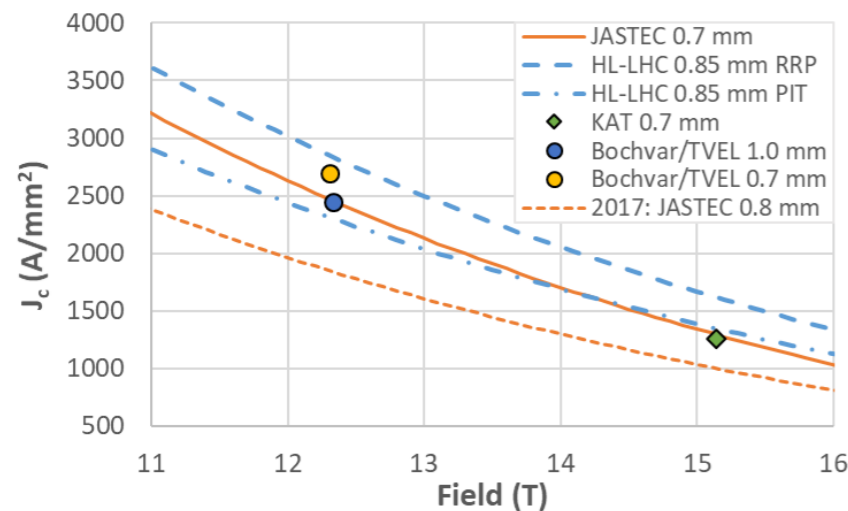
○ l'esperimento si chiamerà FalconD (Future Accelerator post-LHC Costheta Optimised Nb3Sn Dipole)

EuroCirCol/Falcon

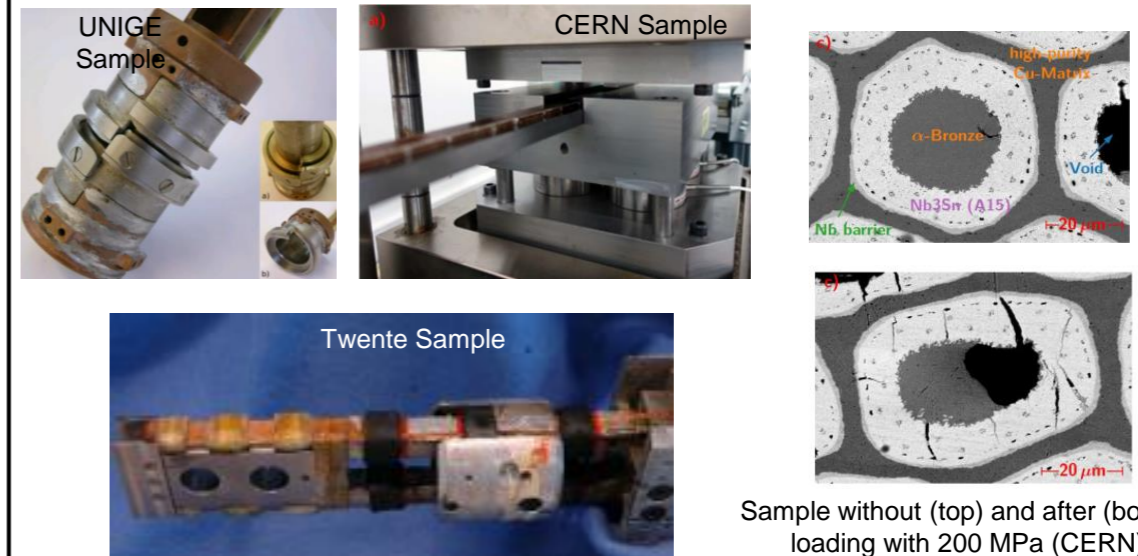
Conductor

Initial effort is to achieve $J_c = 1500 \text{ A/mm}^2$ at 4.2 K, 16 T
Until 2023, the 16 T development program requires up to 1.5 tons/year

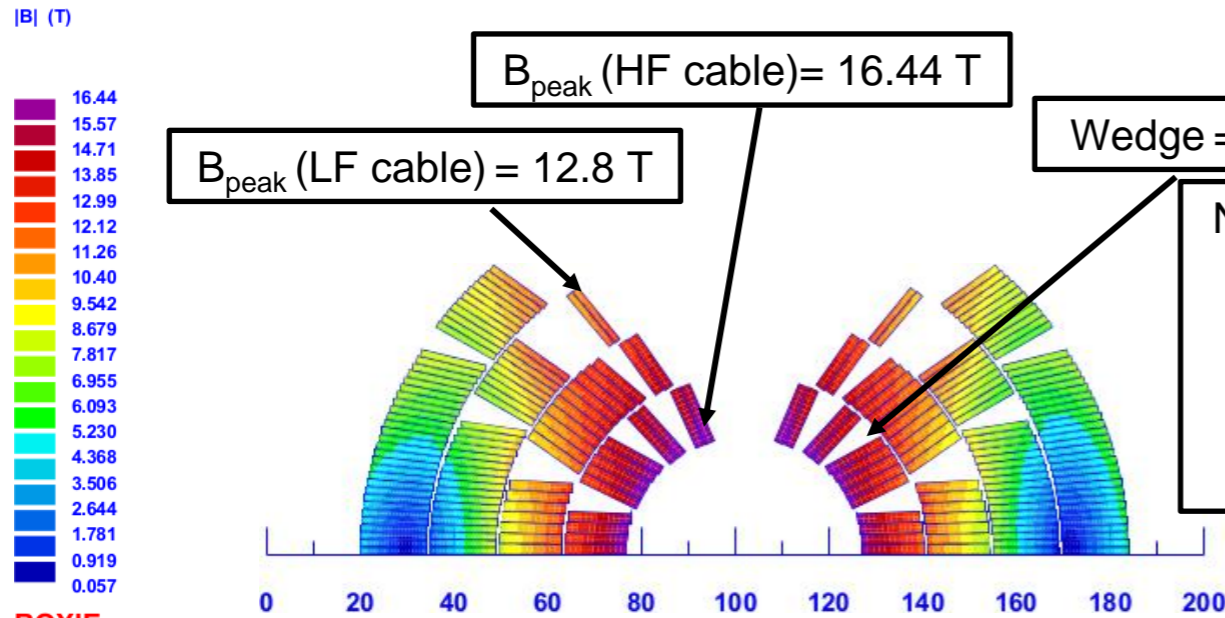
- Interesting results from collaborations
 - Korea, Japan, Russia
- Non-Cu J_c approaching HL-LHC specification at 12 and 16 T



- Intensive studies on-going for the electro-mechanical characterization of the conductor.
- Irreversible degradation starts at around 170 MPa.



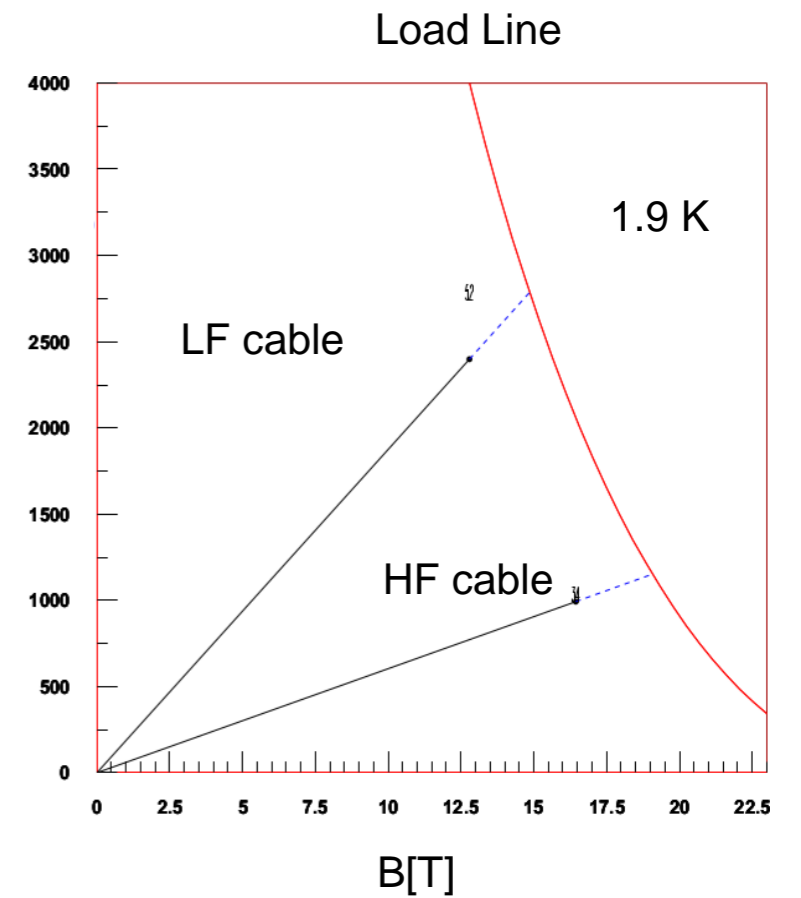
EuroCirCol/Falcon



ROXIE 10.2

	HF Cable (inner)	LF Cable (outer)
Strand number	22	38
Strand diameter	1.1 mm	0.7 mm
Bare width	13.2 mm	14 mm
Bare inner thickness	1.892 mm	1.204 mm
Bare outer thickness	2.007 mm	1.3261 mm
Insulation	0.15 mm	0.15 mm
Keystone angle	0.5°	0.5°
Cu/Ncu	0.82	2.1
Operating current	11390 A	11390 A
Operating point on LL (1.9 K)	86 %	86 %

$J_c [A/mm^2]$

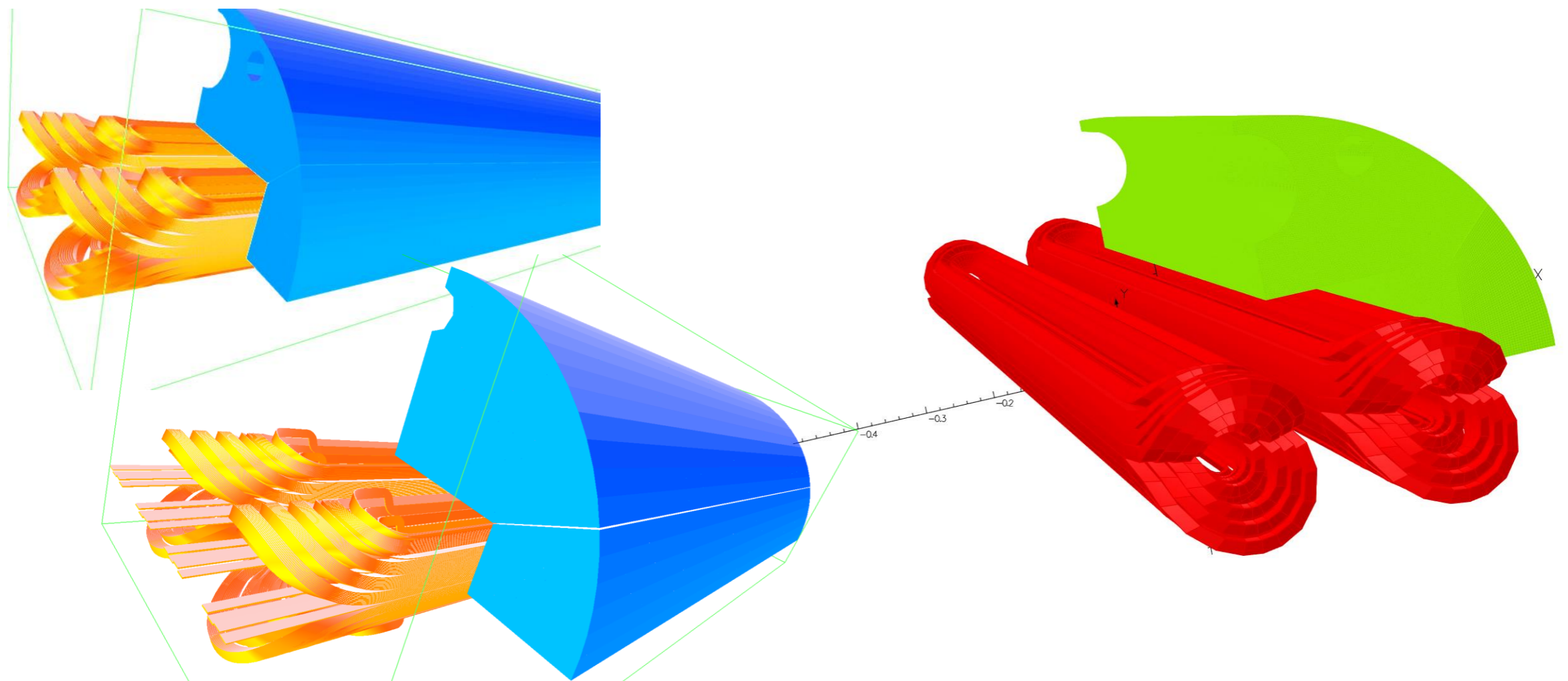


EuroCirCol/Falcon

Roxie

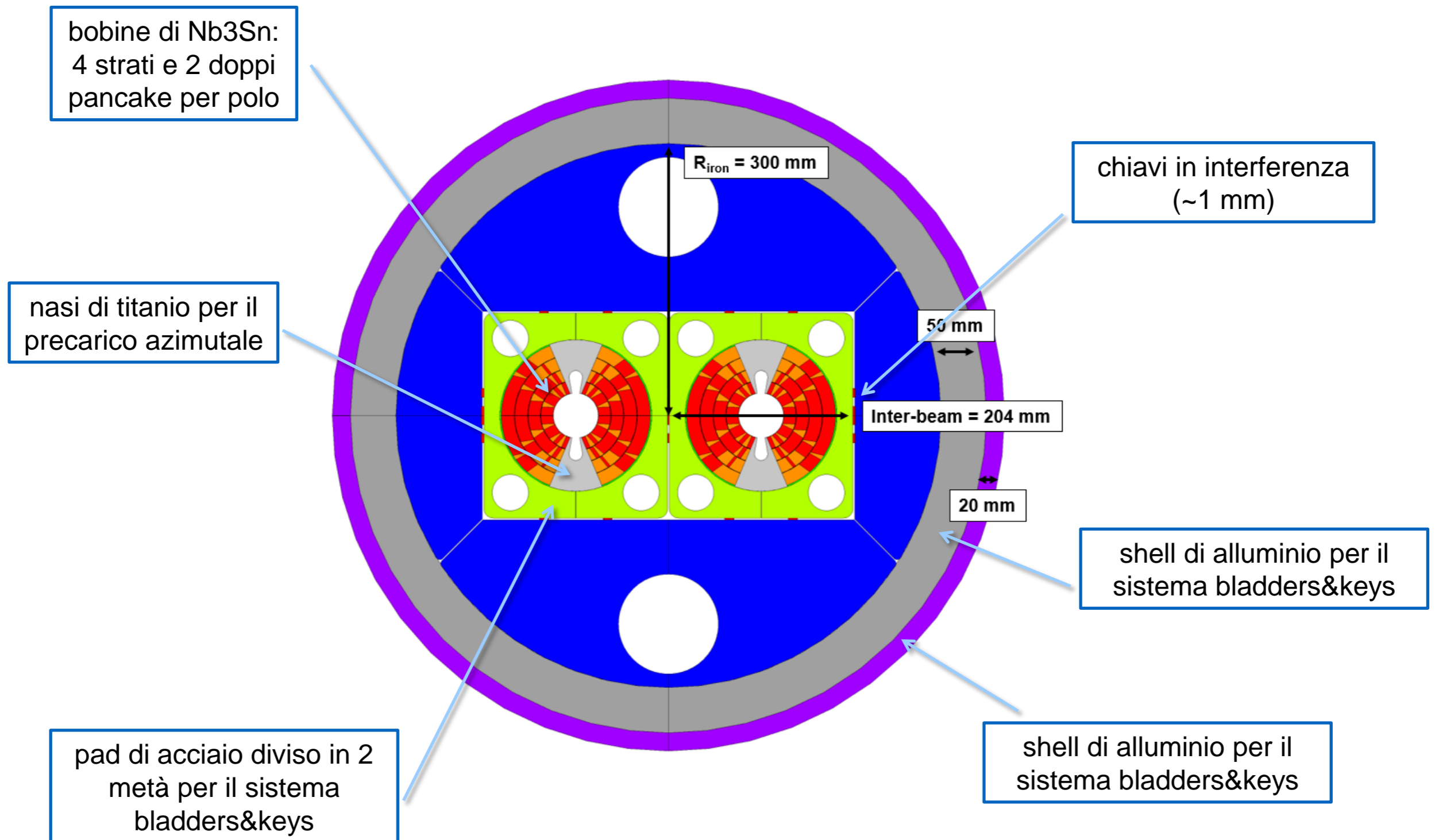
Opera

Connection side



Side opposite to connection

EuroCirCol/Falcon



EuroCirCol/Falcon

○ Situazione attuale di EuroCirCol:

○ «concise, short» CDR volume → completato

3	Collider Technical Systems	55
3.1	Requirements and Design Considerations	55
3.2	Main Magnet System	55
3.2.1	Introduction	55
3.2.2	Superconducting Main Dipole	55
3.2.3	Field Quality	58
3.2.4	Magnet Protection	59
3.2.5	Other Design Options	59
3.2.6	Low Temperature Superconductors	59
3.2.7	Other Magnets in the Arcs	60
3.2.8	Low-beta Triplets	60
3.2.9	Other Magnets	61

○ «comprehensive, long» CDR volume

○ primo draft per la fine di Settembre

○ documento finale per la fine di Novembre

- Introduction (CERN)
- Magnets inventory (CEA)
- Main dipoles
 - Baseline design (INFN)
 - Other design options
 - Block coils (CEA)
 - Common coils (CIEMAT)
 - Canted cosine-theta (PSI)
 - Magnet protection (TUT)
- Low temperature superconductors (CERN)
- Other magnets in the arcs
 - Main quadrupoles (CEA)
 - Sextupoles and octupoles (CERN)
 - Trim and corrector magnets (CERN)
- Insertion magnets
 - Low beta triplets (FNAL)
 - D1 and D2 (KEK + INFN)
- Other magnets (CERN)

EuroCirCol/Falcon

- Situazione attuale di Falcon:
 - abbiamo già ottenuto un finanziamento dal ministero (fondi FISR) per 2520k€, già escluso overhead, divisi tra Genova e Milano-LASA
 - l'accordo attuativo col CERN, di durata quinquennale, prevede un ulteriore finanziamento di 1500 k€, oltre che tutti i componenti del magnete
 - l'industria che costruirà il modello sarà selezionata con una gara in corso di preparazione

EuroCirCol/Falcon

Anagrafica per il 2019

P.Fabbricatore (Dir. Tecnologo)	0.15
S.Farinon (I Tecnologo)	0.2
R.Musenich (I Ricercatore)	0.1
R. Cereseto (CTER IV livello)	0.1
Barbara Caiffi (Tecnologo TD)	0.2
Alessandra Pampaloni (AdR)	1.0
Alessandro M- Ricci (phD)	0.2

Servizi-

L'utilizzo dei servizi è legato alla partenza del contratto industriale che prevedibilmente sarà a inizio 2019

In maniera del tutto orientativa, sulla base dell'esperienza di D2:

officina	3 m.u
progettazione meccanica	2 m.u