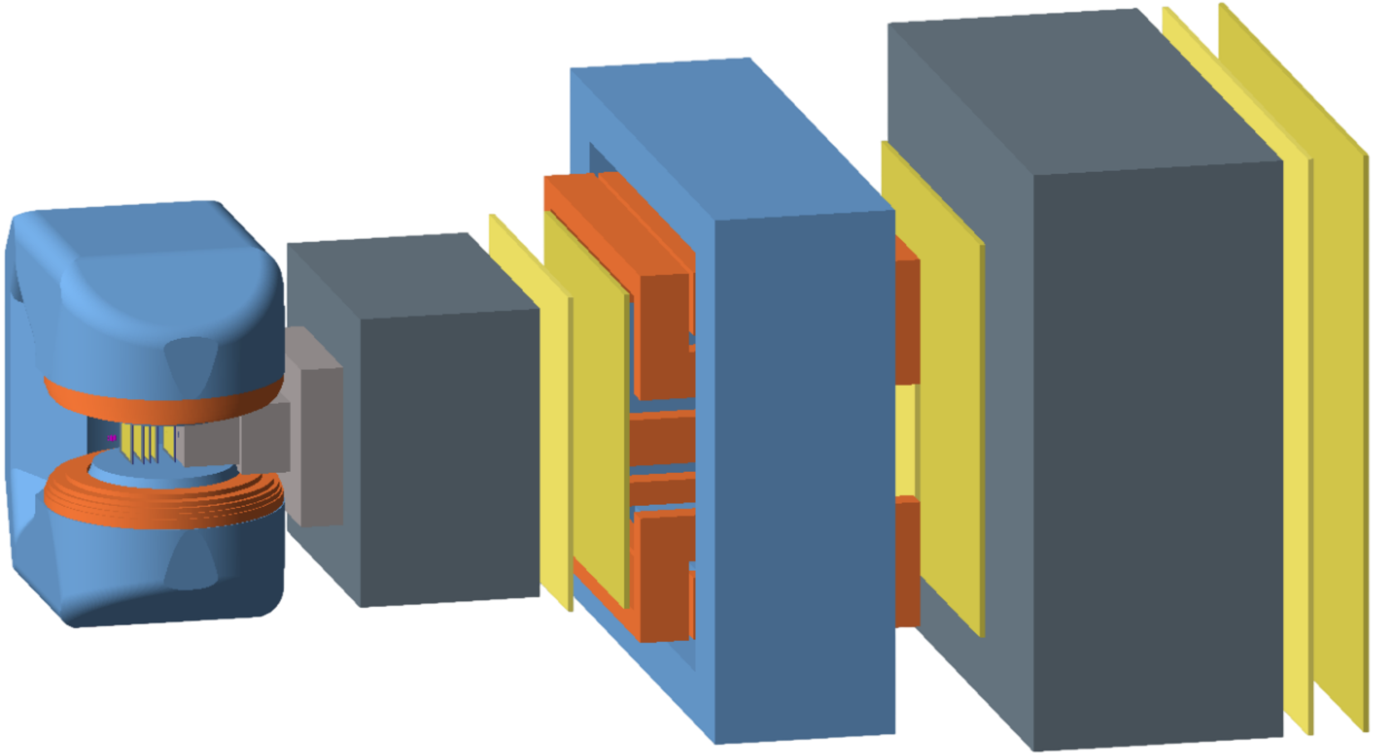
NA60+/DiCE: Study of Rare Probes of the Quark-Gluon Plasma at SPS Energies



Berkeley Lab

RICE

Stony Brook University

筑波大学
University of Tsukuba

UTokyo

1958
University of Science and Technology of China

Weizmann Institute of Science

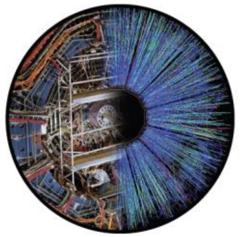
INFN
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

CERN

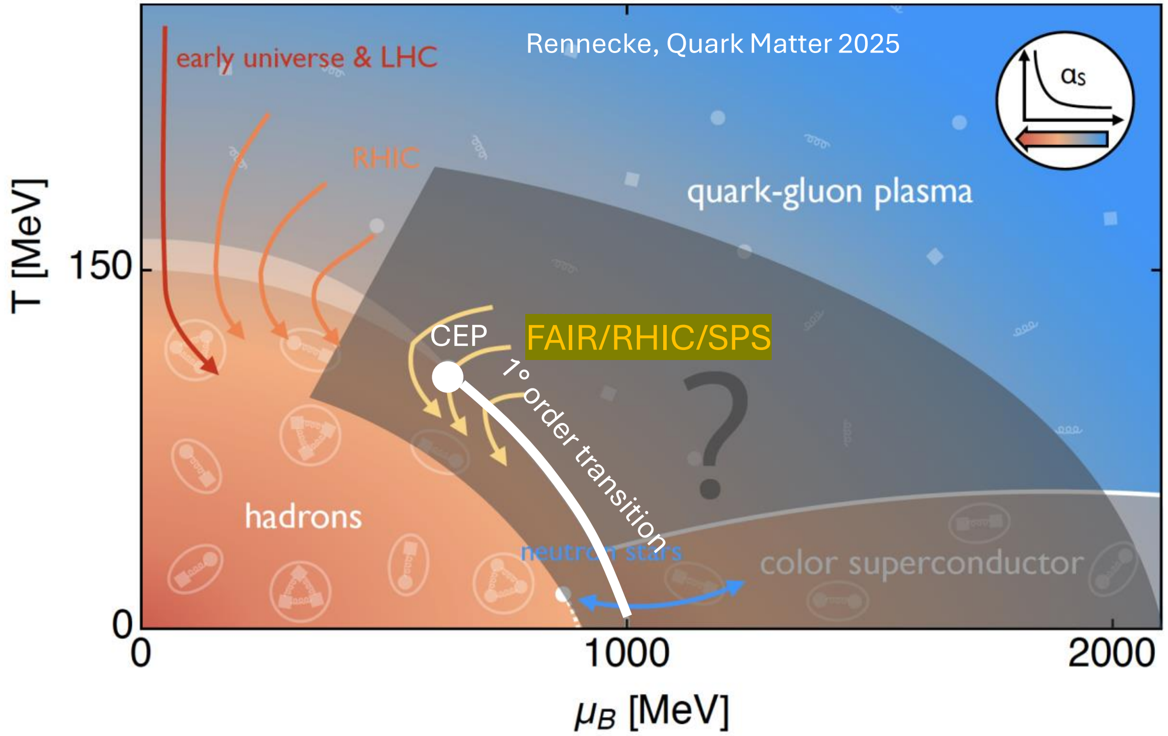
iP2i
Les 2 Infinis
Lyon

Heavy Ions at the SPS: a Bridge Between Early Universe and Neutron Stars

heavy-ion collisions



- High-energy Heavy ion collisions:
  - Tools for investigating QCD phase diagram varying collision energy

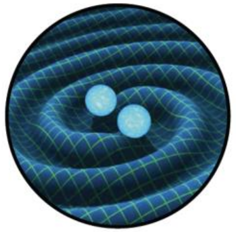


- QCD phase diagram at low μ_B :
  - Early Universe conditions
  - Cross-over phase transition

- QCD phase diagram at high μ_B :
  - Largely unexplored
  - Existence of Critical End Point and 1st order transition:
    - predicted in SPS/FAIR μ_B range

Exploration at CERN SPS crucial

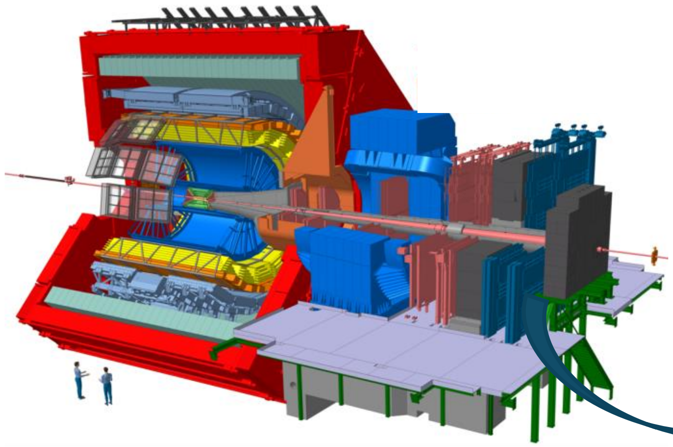
multi-messenger astronomy



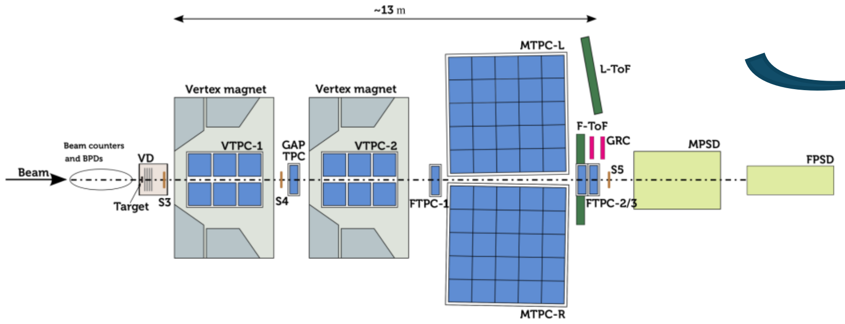
- Equation of state of quark matter:
  - Large interest also in astrophysics
    - e.g. neutron stars

CERN's Unique Capabilities for Phase Diagram Exploration and the NA60+/DiCE Experiment (DiMuon and Charm Experiment)

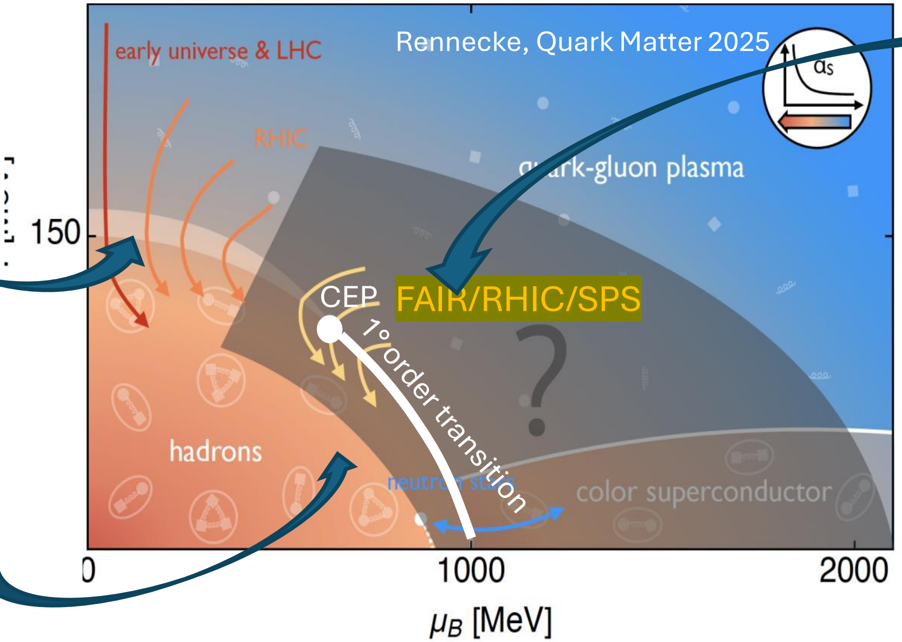
- CERN provides unparalleled coverage of the QCD phase diagram across baryochemical potential

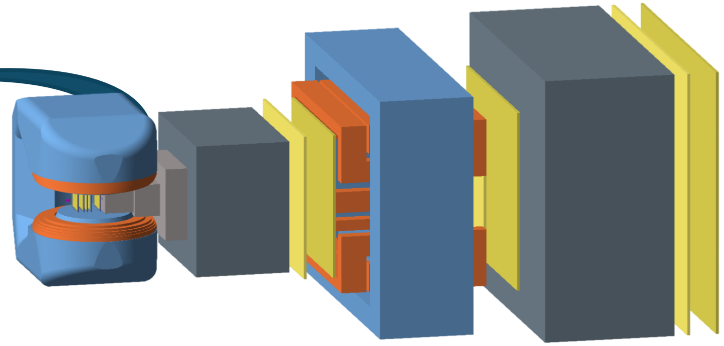


- ALICE: general purpose HI detector at LHC: study high T, zero μ_B region(+ ATLAS, CMS, LHCb)



- NA61/SHINE: (only) hadron detector at SPS:study intermediate T, finite μ_B region



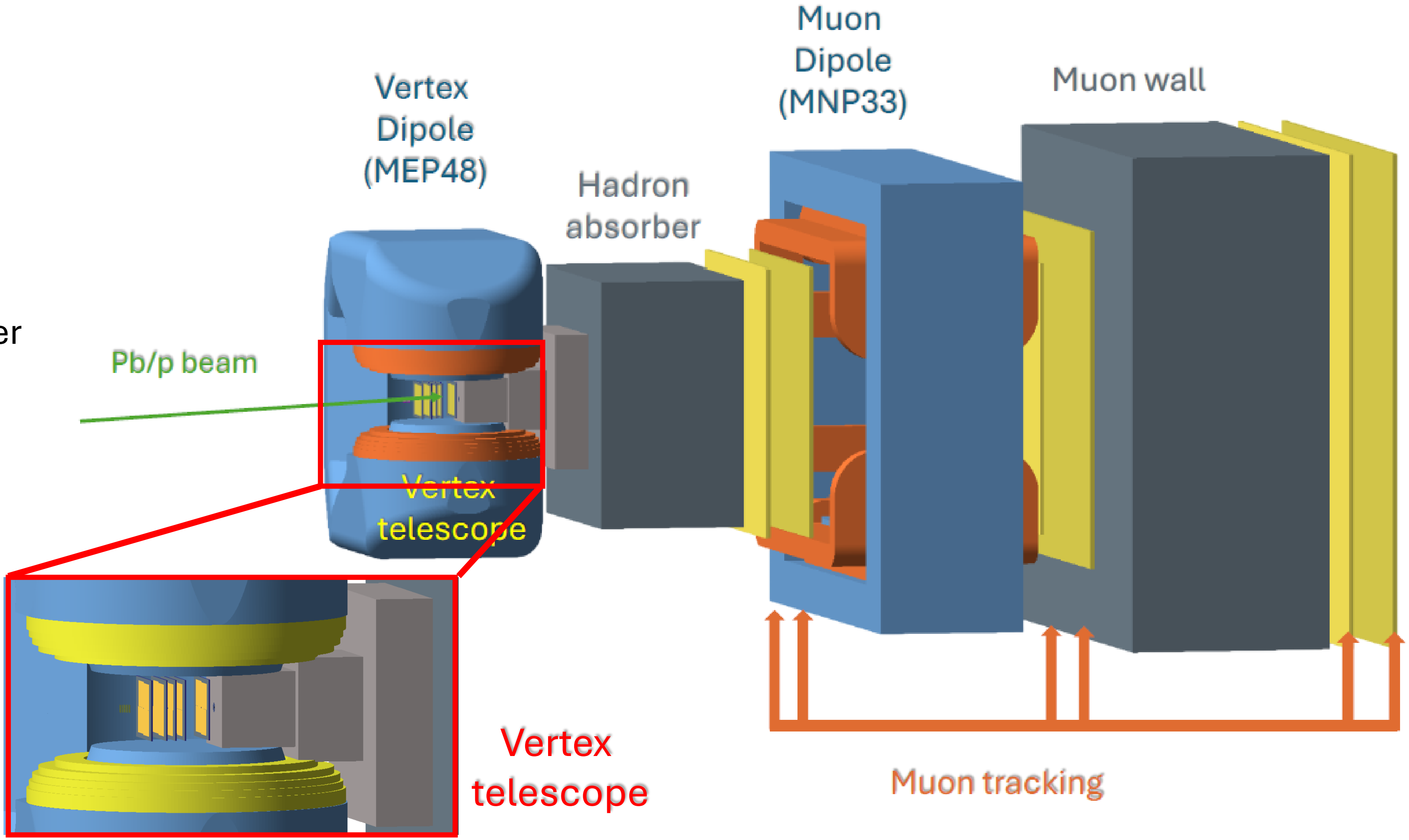


- NA60+Dice: hard and electromagnetic probes of the Quark-Gluon Plasma at SPS energies

- Complete access to QGP-related observables:
  - μ_B range ~220 - 500 MeV
    →Beam energy scan $\sqrt{s_{NN}} \sim 6$ - 17 GeV

The NA60+ Apparatus – Precision Engineered for Rare Probes

- ❑ Inspired by the former NA60 detector (2002-2004)
- ❑ Two key components:
  - ○ Muon Spectrometer
  - ○ Silicon vertex Spectrometer
    → Track matching
- ❑ Beam energy scan:
  - ○ vary z-position of the muon spectrometer and thickness of hadron absorber
- ❑ Rare processes:
  - ○ 10^6 Pb ions/s
  - ○ 5×10^7 protons/s

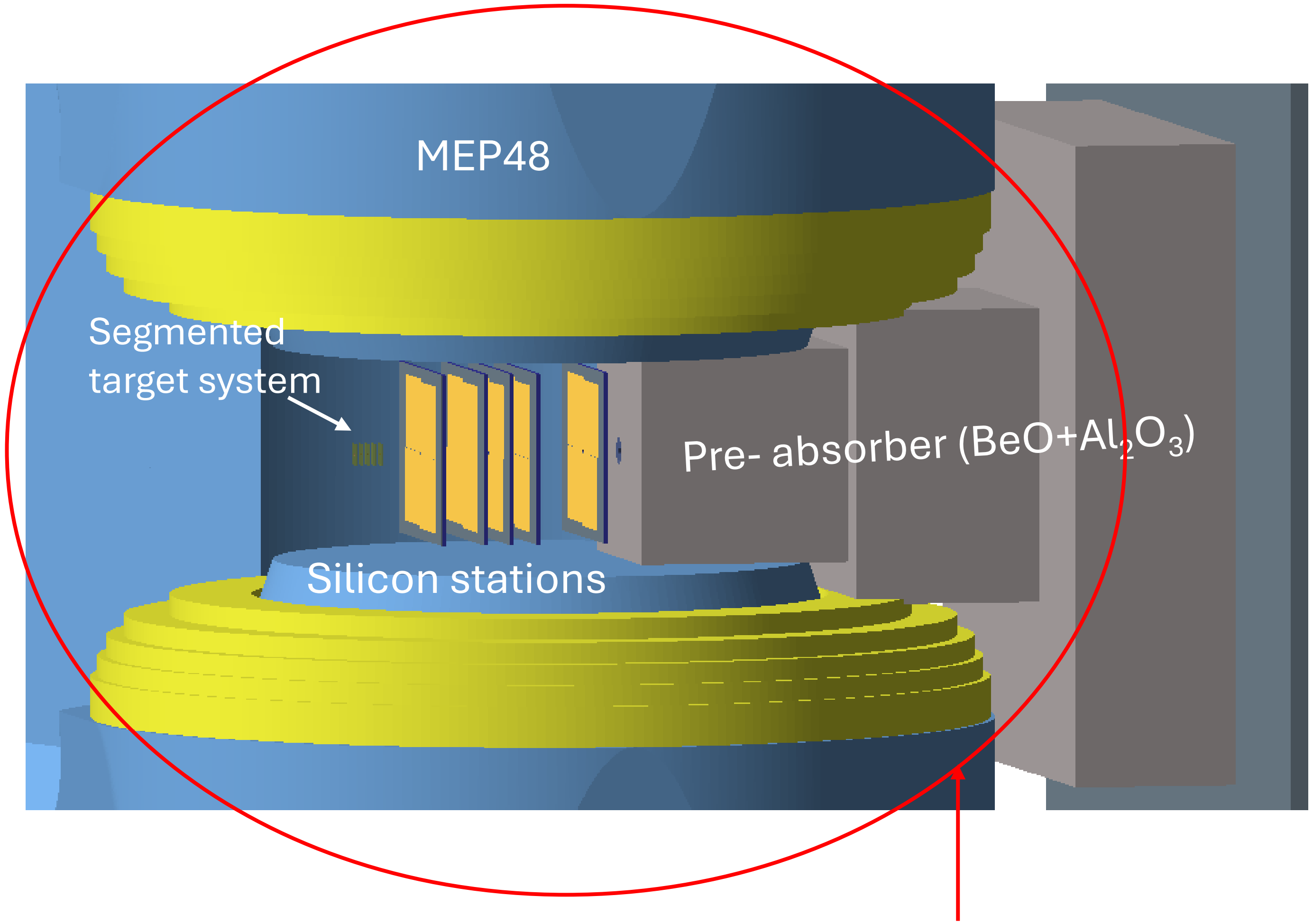


Significant **evolution of the design** of the LoI (2023)

The Vertex Spectrometer's Pixel Detector – Precision at the Edge

- Primary function of the vertex spectrometer (VS):
  - Measure the kinematic of muons and hadrons before the hadron absorber
  - Five identical silicon pixel stations positioned at $7 < z < 38$ cm

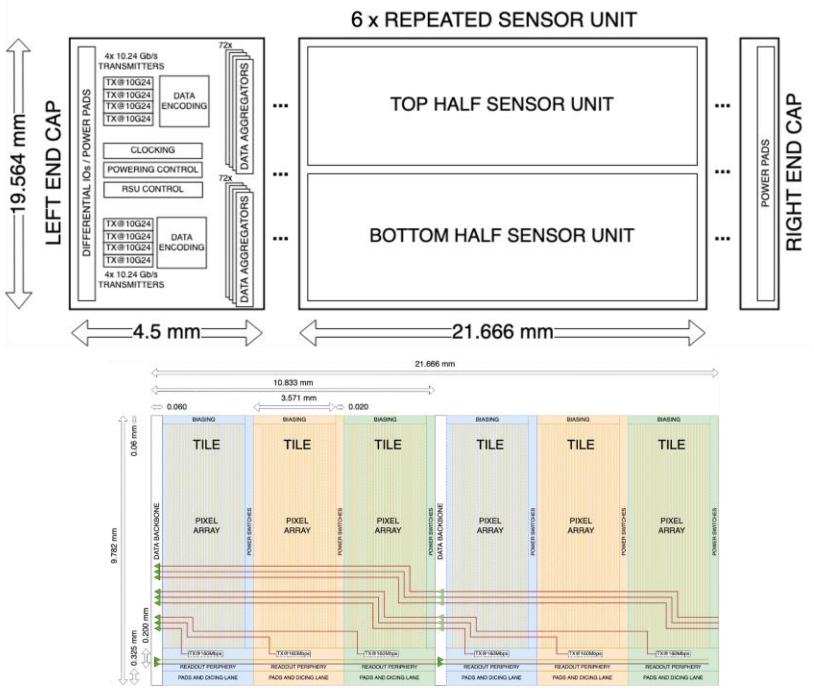
- Requirements for silicon sensors:
  - Maximize pixel coverage across angular acceptance
  - Spatial resolution 5 μm
  - Only Si material budget <0.1% in 2 planes closest to targets
  - Operation at 150 kHz interaction rate
  - Max radiation hardness: 10^{14} 1 MeV n_{eq}/cm^2 over a decade of operation (first plane, region close to beam)



Main responsibility of Italian groups

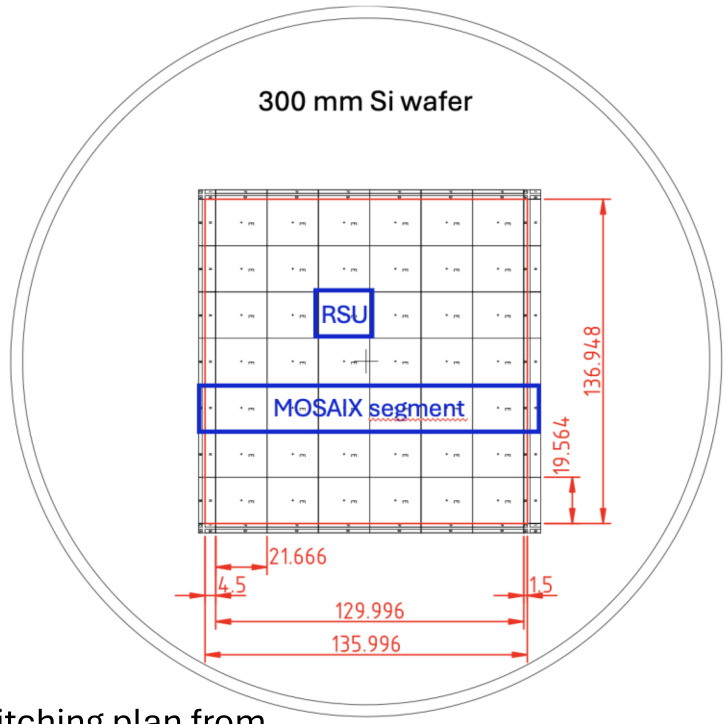
Silicon Pixel Technology – Breaking Area Boundaries

- Synergy with ALICE ITS3 project
- Basic units designed in reticle:
  - RSU: 21.67x19.56 mm^2 pixel matrix
    - Pixel pitch 20.5 μm
  - Digital periphery with 8 10.24 Gb/s serializers



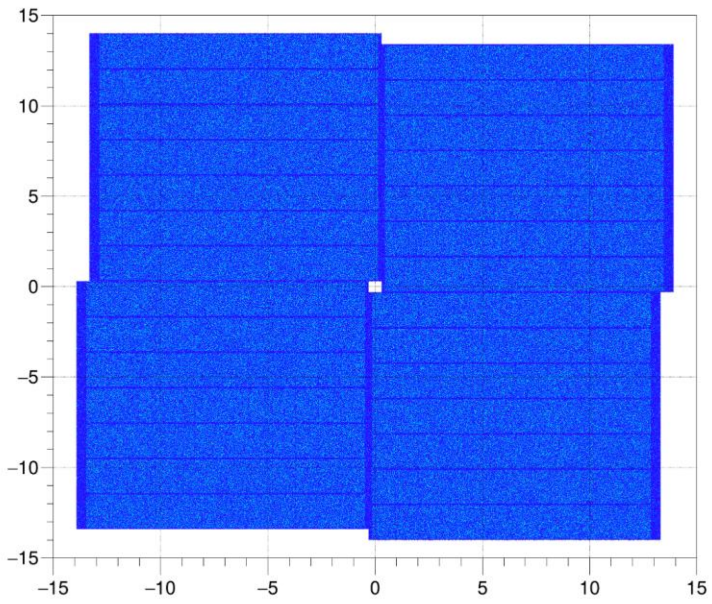
Top half-unit (bottom is mirrored)

- NA60+/DiCE sensor :
  - MOSAIX segment with 6 RSU
  - 7 MOSAIX segments replicated vertically



Stitching plan from G. Aglieri - CERN

- Largest silicon station inside MEP48:
  - 4 stitched 13.6x13.6 cm^2 sensors

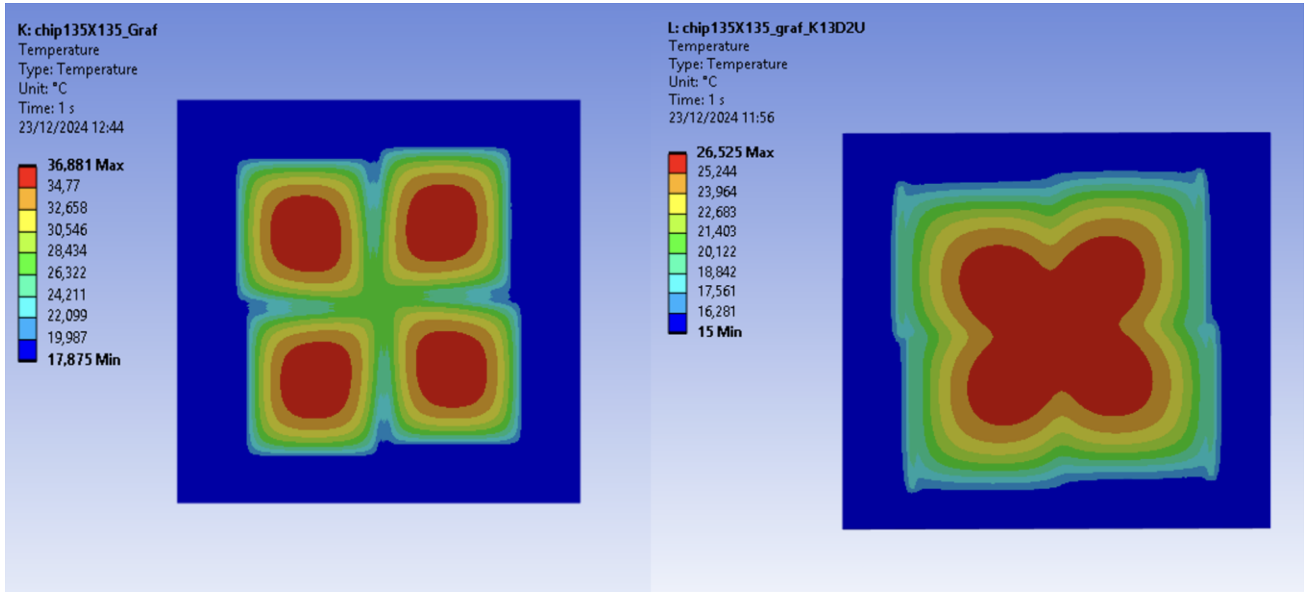


- Sensors with variable number of segments :
  - Advantage: increase sensor yield/wafer

Cooling&Mechanics – Low Material Budget under Power

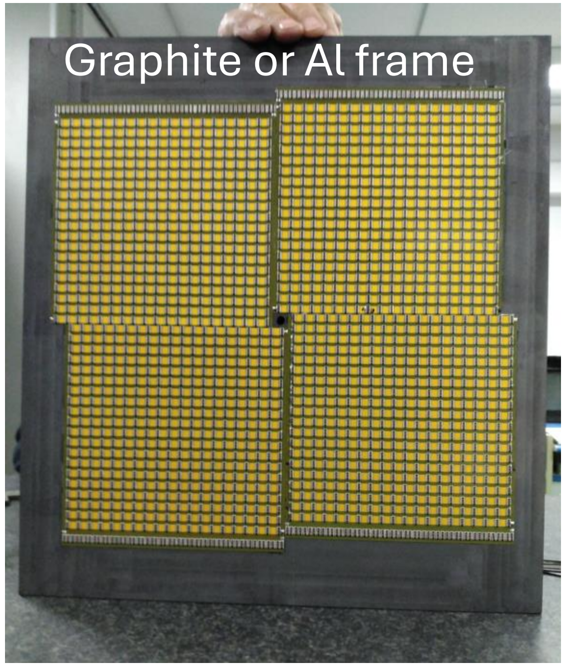
- Cooling imposes constraints to the mechanical system:
  - 40 mW/cm^2 power dissipation in pixel matrix (+ 790 mW/cm^2 in periphery)
  - Goal 25 °C over sensor surface

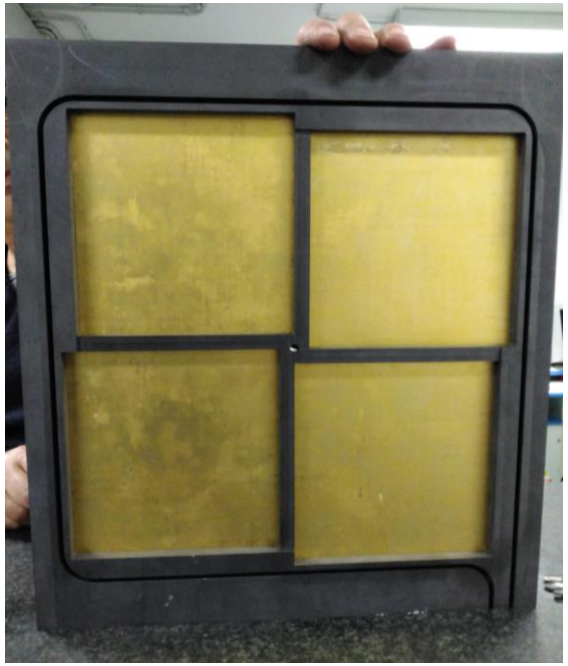
S. Coli



- COMSOL/ANSYS simulations:
  - Mixed water (18-20 °C)+ air cooling (1-2 m/s)
  - 0.4 mm carbon fiber substrate to improve heat dissipation in larger planes

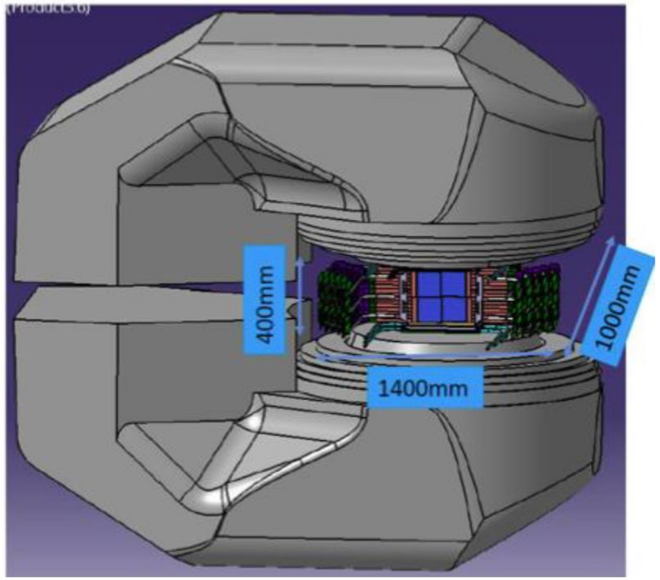
- Carbon fiber substrate glued on periphery frame (graphite or aluminum):
  - Machined groove to accommodate a stainless steel pipe for water cooling



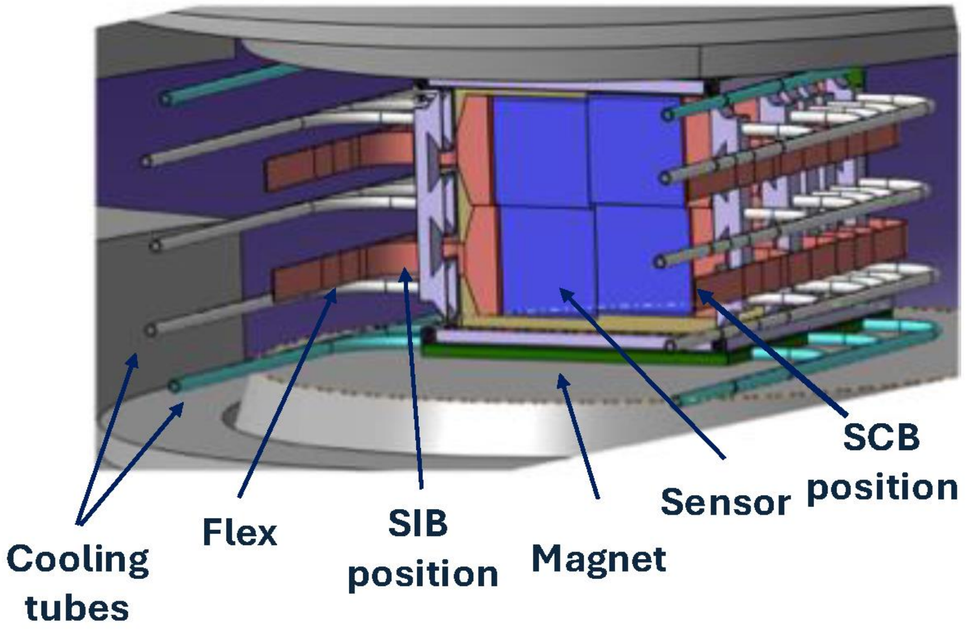


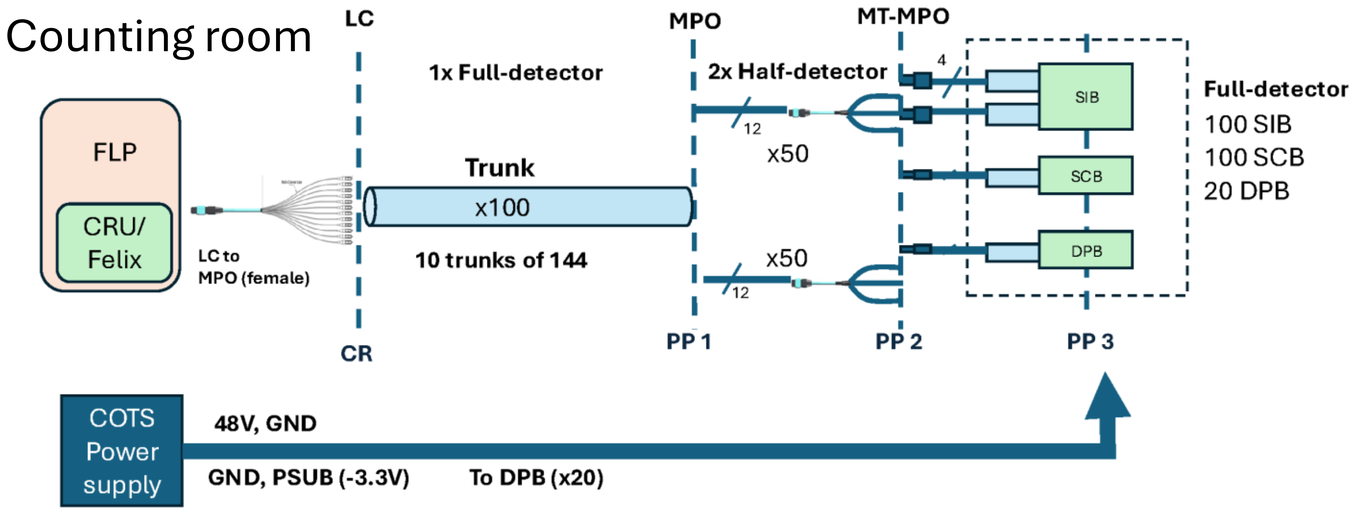
- Simulations calibrated on a test set-up:
  - PCBs with resistor arrays mounted on graphite frame to mimic power dissipation

Vertex Spectrometer: Compact integration



S. Coli



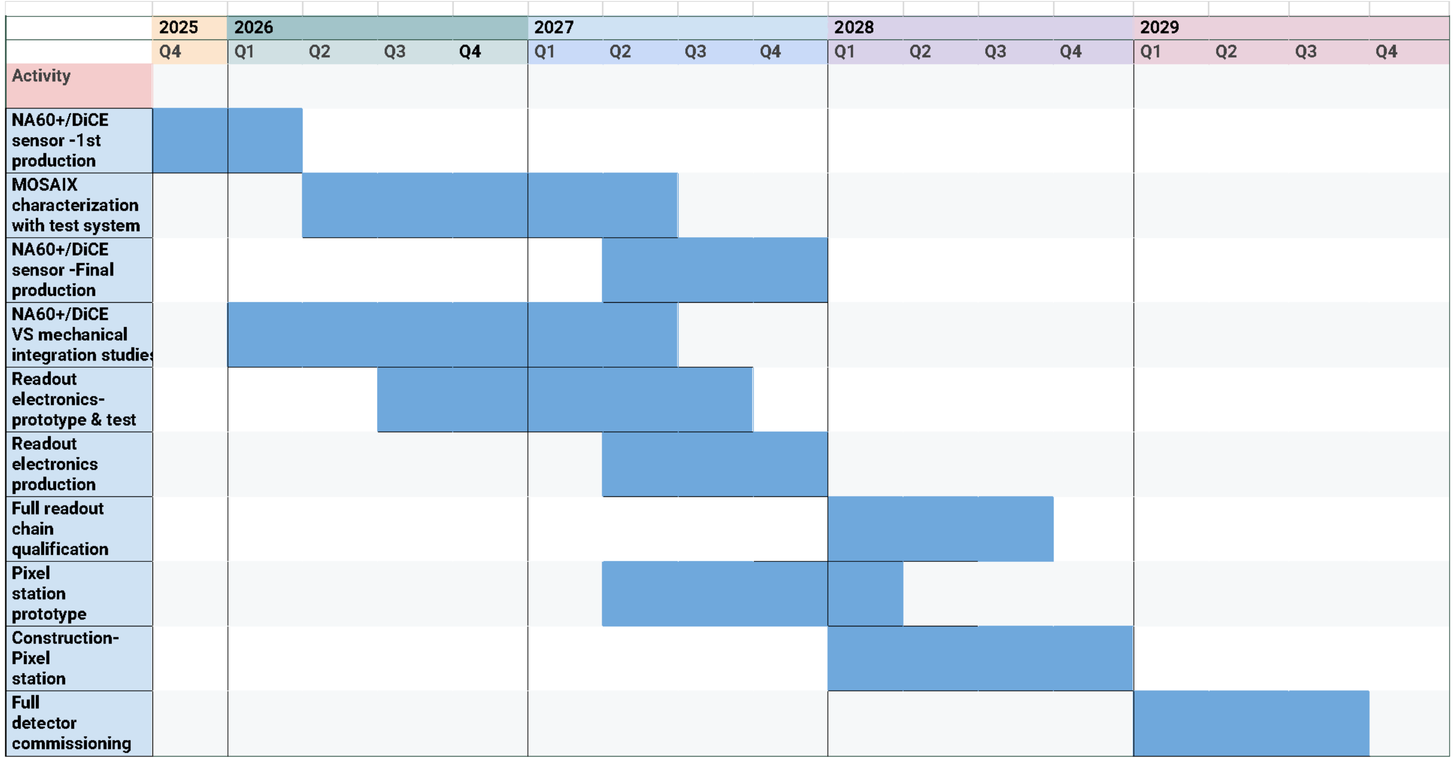


- ❑ Versatile Link+ system for readout and DCS:
  - Bidirectional high-speed 10 Gb/s optical communication system
  - minimal on-detector footprint (only Electric to Optical conversion and low-voltage power boards)
  - Optical fibers connect directly to counting room
- ❑ Counting room:
  - 35 CRU/FELIX hosted in First Level Processors (FLPs)
  - Powering with CAEN mainframe SY4527 with OPC server and gigabit Ethernet hosting
- ❑ System of pipes for air and water cooling:
  - Air compressed and chillers included in integration study

Vertex Spectrometer: Construction Timeline

- ❑ Pixel stations constructed and tested at Cagliari/Torino INFN Labs (Berkeley and Lyon/Grenoble participation under discussion):
  - Facilities with probe-stations, wire-bonding machines in both labs
- ❑ Long-standing record of constructing/characterization of silicon MAPS (ALICE ALPIDE, MOSS, MOSAIX)
- ❑ Synergy with ALICE ITS3

- ❑ Approximately 50 wafer will be produced (preliminary):
  - Contingency to take into account yield fraction and replacements for malfunctions and radiation damages
- ❑ Timeline:
  - Prototyping: 2026
  - Productions and construction: 2027-28
  - Commissioning: 2029



Prototyping the mechanics

- ❑ Current design (proposal) foresees 4 large sensors in each station, identically replicated 5 times
- ❑ Two potential problems
  - ❑ Presence of dead regions in the central part of the sensors → acceptance reduction

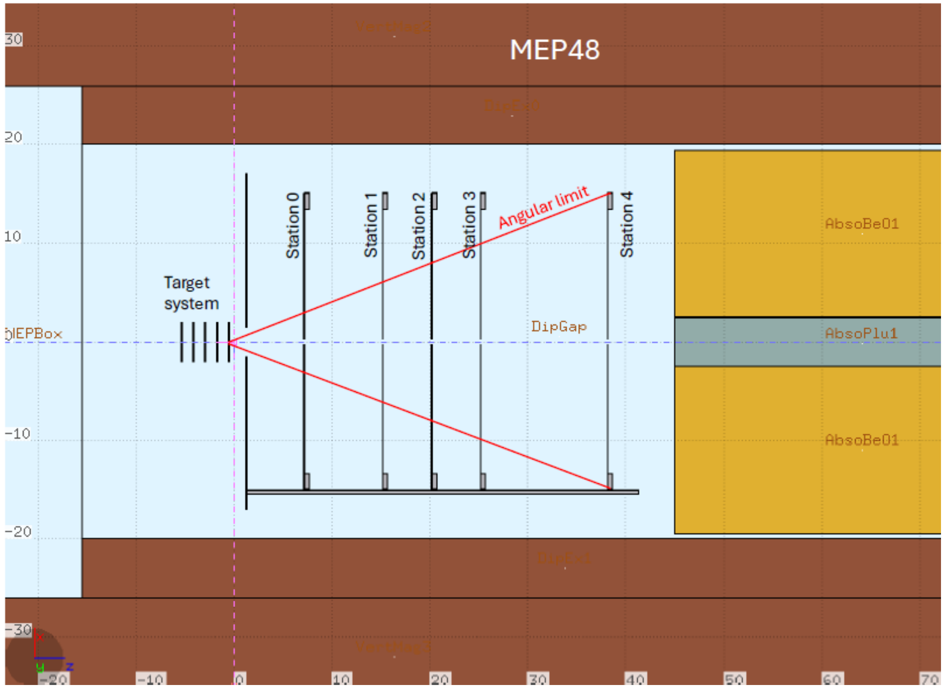
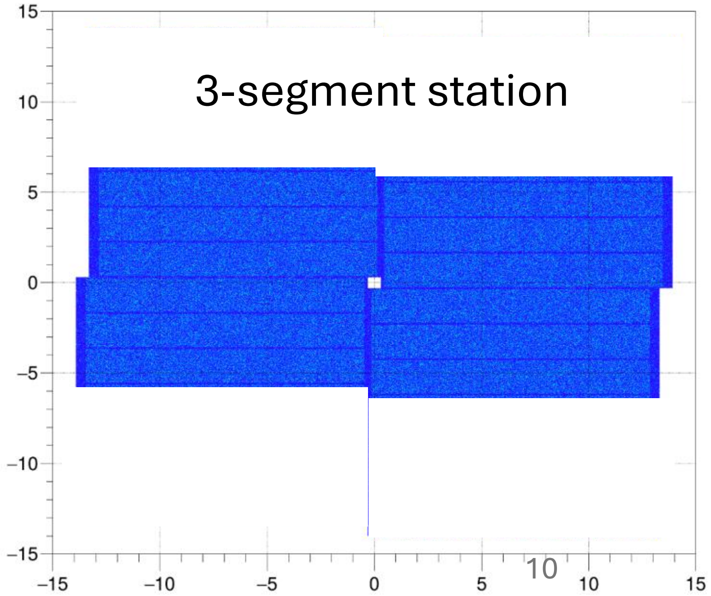


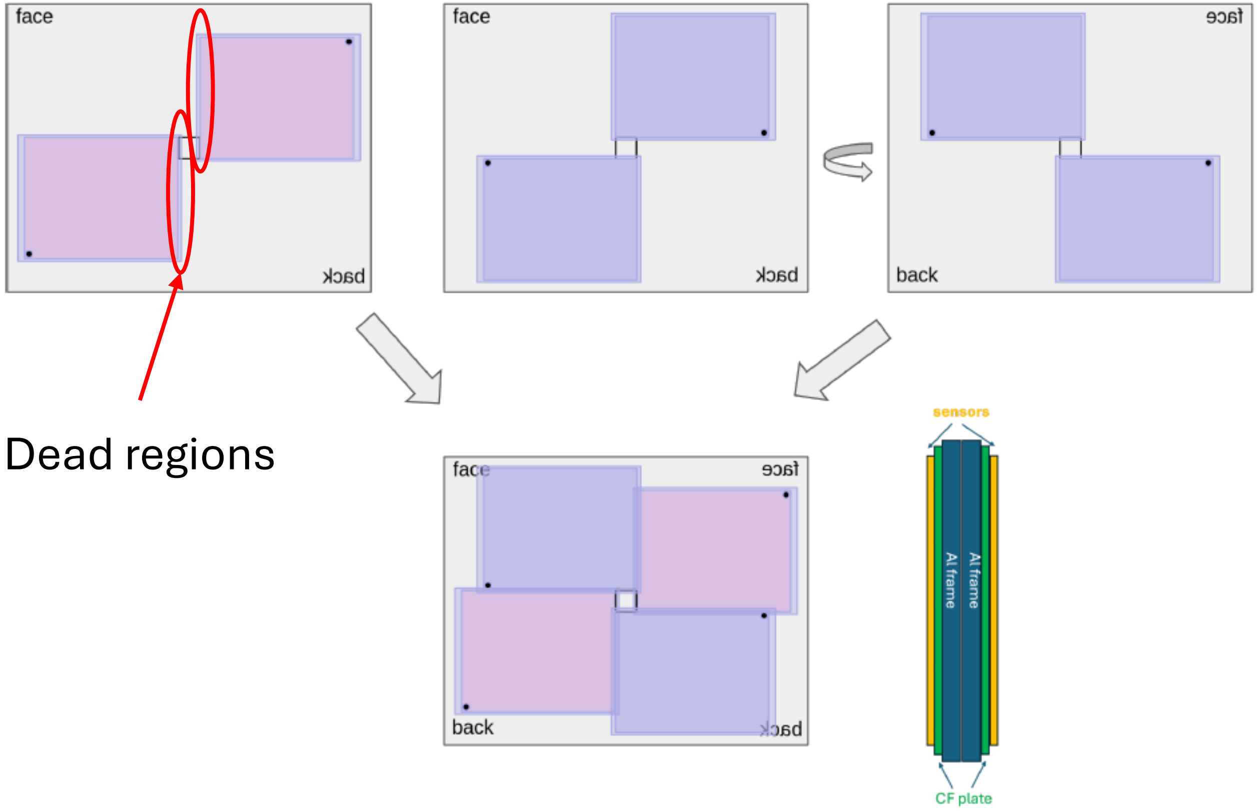
Table 1: MOSAIX readout segments by station.

Station	Instrumented segments/sensor	Instrumented segments/station
0	3	12
1	4	16
2	5	20
3	6	24
4	7	28



Prototyping the mechanics

- ❑ Current design foresees 4 large sensors in each station, identically replicated 5 times
- ❑ Two potential problems
  - ❑ Presence of dead regions in the central part of the sensors → acceptance reduction
  - ❑ Peripheral region of the upstream sensors outside acceptance → can costs be reduced with smaller sensors ?



- ❑ A station could be constructed using two half planes, each one having two sensors

- ❑ In this way sensors can be staggered in such a way to eliminate the dead region in the central part of the station

Requests for 2026

- ❑ In 2026 we need to finalize the production of a prototype of the station
- ❑ CSN3 funded a first production of sensors

- ❑ For the mechanics we need

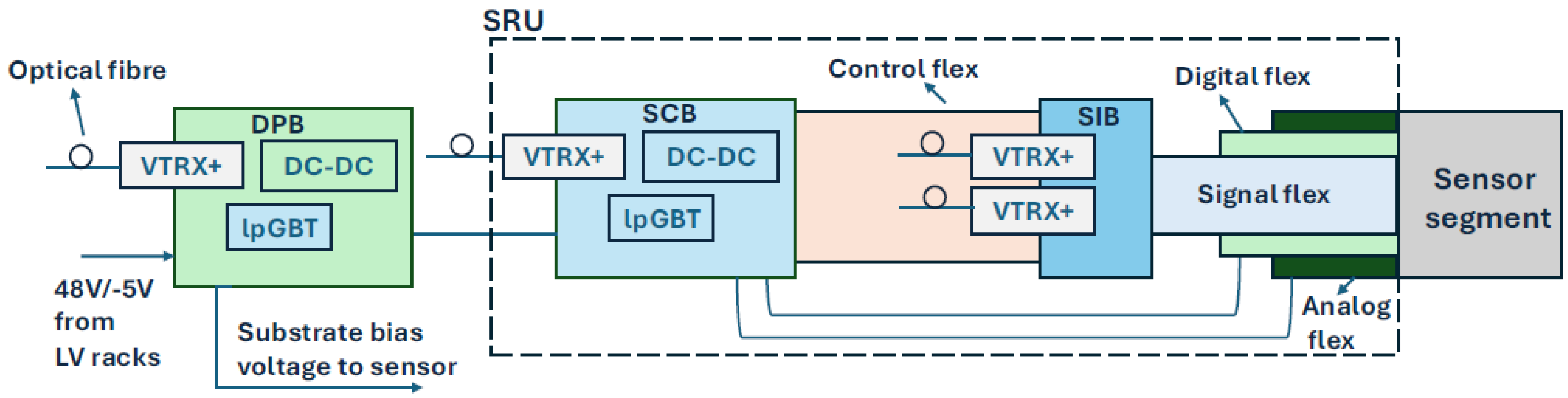
  - ❑ CAD project for the optimization of the geometry
  - ❑ Further simulations with ANSYS/COMSOL to investigate the cooling in the alternative set-ups described in the previous slides

    → Progettazione meccanica , 2 m.u. (Coli)

  - ❑ Production of new frames for sensors
    - ❑ Different materials → graphite, aluminium
    - ❑ Different sizes → to accommodate a different number of segments

  → Officina meccanica, 2 m.u. (Panero)

Study of readout/connections

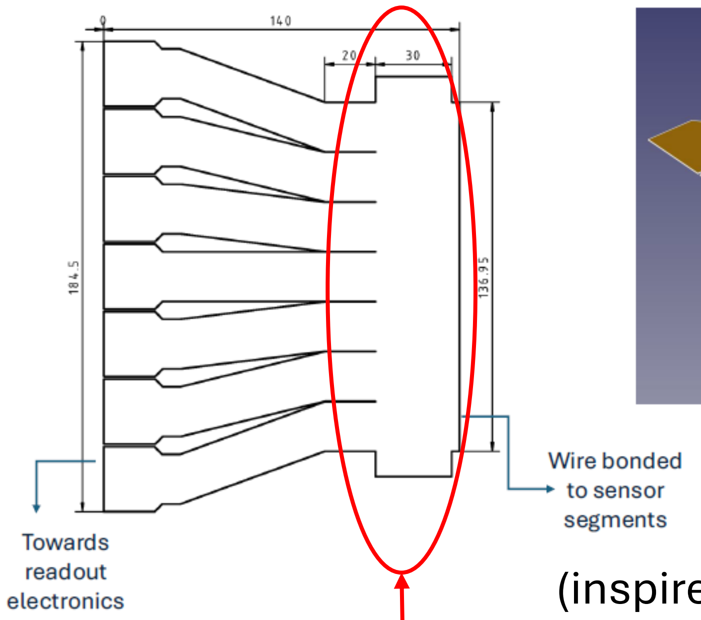


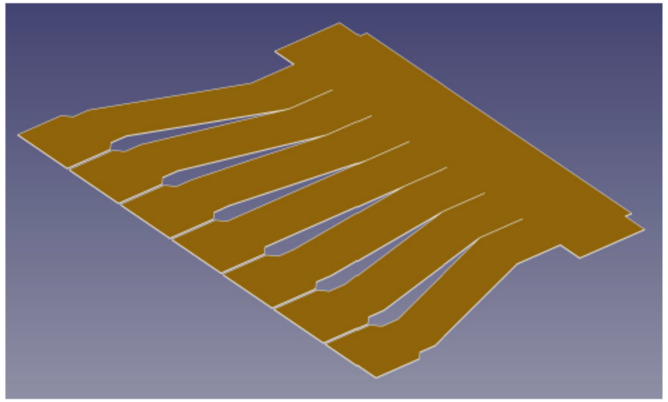
3 to 7 segments for each sensor, depending on the station

Fig. 29: The readout scheme for the vertex spectrometer. It consists of a logical Segment Readout Unit (SRU), which includes a Segment Interface Board (SIB), a Segment Control Board (SCB) and flexible printed circuits. There is a Detector Power Board (DPB) that supplies the SCB and the sensor substrate.

- ❑ 100 segments in total
- ❑ R/O rate (whole spectrometer): 60 GBps

Flex for the vertex spectrometer





(inspired by the ALICE ITS3 design)

Common area for the analog, digital and signal flex, which are wire-bonded to the sensor

– Analog flex
connects the analog power domain of the sensor segment.
– Digital flex
connects the digital power domain of the sensor segment.
– Signal flex
connects the high-speed data lines of the sensor segment.
– Control flex
connects the SCB to the SIB to provide the clock to the VTRX+ hosted on the SIB

Requests for 2026

- In 2026 we need to

- Finalize the design of the flex (part of the activity in common with ALICE ITS3)
  → Laboratorio elettronica, 2 m.u. (Benotto)

- Perform test of wire bonding of large sensors from the first production, foreseen for end 2025
  → Laboratorio elettronica, 2 m.u.

(further remarks at the end of the presentation)

Approval path of the experiment

Proposal submitted (https://cds.cern.ch/record/2932302) and presented to the SPSC on May 27

Informazioni | File

Scientific Committee Paper

Report number	CERN-SPSC-2025-023 ; SPSC-P-373
Title	**NA60+/DiCE: study of rare probes of the Quark-Gluon Plasma at SPS energies**
Project Manager/Technical Coordinator	Scomparin, Enrico; Usai, Gianluca
Author(s)	NA60+/DiCE Collaboration *Visualizza tutti i 74 autori*
Corporate author(s)	CERN. Geneva. SPS and PS Experiments Committee ; SPSC
Series	(Proposal)
Submitted by	enrico.scomparin@cern.ch on 16 May 2025
Subject category	Detectors and Experimental Techniques
Abstract	We propose a new fixed-target experiment, NA60+/DiCE (Dilepton and Charm Experiment), for the study of electromagnetic and hard probes of the Quark-Gluon Plasma (QGP) in heavy-ion collisions at the CERN SPS. The experiment aims at performing measurements of the dimuon spectrum from threshold up to the charmonium region, of hadronic decays of charm hadrons, and of strange hadrons and hypernuclei. It is based on a muon spectrometer, which includes the MNP33 dipole magnet and six planes of tracking detectors, coupled to a vertex spectrometer, equipped with five planes of Si MAPS immersed in the dipole field of the MEP48 magnet. The collision energies range from $\sqrt{s_{\rm NN}} = 6.3$\,GeV ($E_{\rm lab} = 20$ A\,GeV) to the top SPS energy ($\sqrt{s_{\rm NN}} = 16.8$\,GeV, $E_{\rm lab} = 150$ A\,GeV). High luminosity is an essential requirement for the experiment, which needs to collect at each energy up to 10^{12} Pb ions incident on a 15\% interaction probability Pb target. Corresponding data taking periods, at the same energy per nucleon, with a proton beam incident on various nuclear targets and a similar integrated luminosity per nucleon-nucleon collision, are also needed. This document presents the physics program, the experimental set-up including integration and radio-protection studies, the beam requirements and the expected physics performance. An evaluation of the costs, of the sharing of responsibilities among the participating institutes, and of the construction and running timeline are also presented.

Approval path of the experiment

Proposal submitted (https://cds.cern.ch/record/2932302) and presented to the SPSC on May 27
Draft minutes extremely positive
"Standard" questions asked

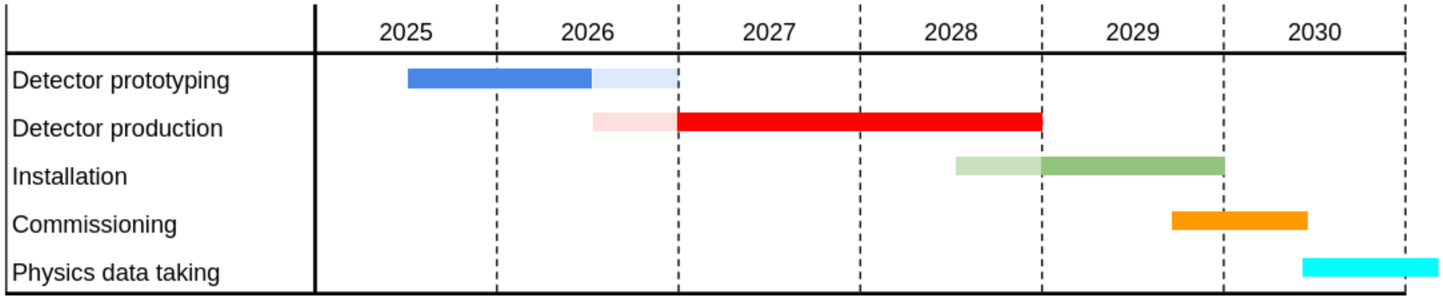
Confidential
Shown at the
meeting

Recommendation of SPSC could be given in September meeting → then endorsement by the CERN RB

Conclusion

Toward the approval of a new experiment at CERN
Non-negligible goal → only 7 new experiments at the SPS in the last 25 years

Technical support of INFN Torino essential for the finalization of the R&D phase (2026) and Construction (2027-2029)



Medium-term plan

- N.B.: feedback from the SPSC arrived only ~1 week ago, planning is just starting

- Italian groups (Torino, Cagliari) have the main coordination role in the experiment and in the project of the vertex spectrometer

- From 2027 the contribution of the electronics lab, mechanics design and workshop will be essential for the success of the experiment

- In particular we need to build in Torino part of the stations
  → Current idea is that one lab produces stations with a given number of segments

- This will imply the availability of facilities and tools to mount the stations that will be assigned to Torino

- Depending on the schedule and results of the production of the sensor prototypes, some activities on their characterization (e.g. test with probe card) might be started already in 2026, with the need of lab space. Timeline and equipment still under discussion

Esperimento (sigla nel database INFN) **N.B Nel caso di grandi esperimenti con sottogruppi interni le informazioni vanno fornite per lo specifico sottogruppo: EG CMS-TK, ALICE-ITS, etc…**	NA60_PLUS
Ruoli di responsabilità nazionali ed internazionali ricoperti all'interno della collaborazione/esperimento da personale della Sezione	E. Scomparin (RN e co-coordinatore del progetto)
Numero di FTE coinvolti (ricercatori e tecnologi) nel gruppo locale, compresi dottorandi e post-doc	~4.8
Responsabile scientifico locale dell'attività richiesta	E. Scomparin
Servizio in cui si richiede l'attività (Servizio di Progettazione Meccanica, Officina Meccanica, Centro di Calcolo, Laboratorio di Elettronica)	Laboratorio di Elettronica
Altri servizi a a cui si richiedono attività strettamente correlate alla presente (indicare solo il nome del servizio)	
Specificare se si tratta di nuova attività o continuazione di attività già approvata e supportata in anni precedenti. In caso di attività pluriennali in corso indicare l'anno di inizio e l'anno previsto per la conclusione	Continuazione attivita', esperimento in fase di approvazione del CERN (proposal presentato a maggio 2025). Previste attivita' fino alla finalizzazione del rivelatore (2028-2029)
Descrizione tecnica sintetica dell'attività richiesta (max 1 pagina) Dove applicabile, la descrizione deve fornire elementi quantitativi, indicando, ad esempio, il numero di pezzi meccanici da fabbricare, il numero di schede di elettronica da assemblare o testare, il numero di chip da bondare, etc..). Non sono ammesse schede complessivamente superiori a due pagine.	L'esperimento NA60+ includerà uno spettrometro di vertice basato su MAPS. E' iniziata nel 2024 una attività di progetto di flex cables per lo studio delle connessioni dei sensori. Nel corso del 2026 e' prevista la realizzazione del prototipo di un piano del rivelatore, che includera' la prima versione del sensore, con la relativa meccanica di supporto, i circuiti di raffreddamento e, nell'ottica di questa richiesta, la realizzazione di sistemi di flex interfacciati a link ottici. Parte dell'attività è in comune con il lavoro sull'ITS3 di ALICE (stesso sensore ma diversa geometria, collider vs fixed-target), in cui è coinvolto Franco Benotto. La stima è di circa 2 mesi uomo. Inoltre, prevediamo un'attivita' di bonding di sensori stitched a grande area, su macchina da bond automatica, con una stima di 2 mesi uomo.
Milestones	L'attivita' di cui sopra e' parte integrante del progetto dello spettrometro di vertice cosi' come dettagliato nel proposal dell'esperimento (https://cds.cern.ch/record/2932302), e la sua realizzazione nel 2026 e' strumentale alla finalizzazione del prototipo in vista della realizzazione dei sensori finali e della relativa catena di read-out

Elettronica

Esperimento (sigla nel database INFN) **N.B Nel caso di grandi esperimenti con sottogruppi interni le informazioni vanno fornite per lo specifico sottogruppo: EG CMS-TK, ALICE-ITS, etc…**	NA60_PLUS
Ruoli di responsabilità nazionali ed internazionali ricoperti all'interno della collaborazione/esperimento da personale della Sezione	E. Scomparin (RN e co-coordinatore del progetto)
Numero di FTE coinvolti (ricercatori e tecnologi) nel gruppo locale, compresi dottorandi e post-doc	~4.8
Responsabile scientifico locale dell'attività richiesta	E. Scomparin
Servizio in cui si richiede l'attività (Servizio di Progettazione Meccanica, Officina Meccanica, Centro di Calcolo, Laboratorio di Elettronica)	Servizio di Progettazione Meccanica
Altri servizi a a cui si richiedono attività strettamente correlate alla presente (indicare solo il nome del servizio)	
Specificare se si tratta di nuova attività o continuazione di attività già approvata e supportata in anni precedenti. In caso di attività pluriennali in corso indicare l'anno di inizio e l'anno previsto per la conclusione	Continuazione attivita', esperimento in fase di approvazione del CERN (proposal presentato a maggio 2025). Previste attivita' di progettazione meccanica fino al 2029
Descrizione tecnica sintetica dell'attività richiesta (max 1 pagina) Dove applicabile, la descrizione deve fornire elementi quantitativi, indicando, ad esempio, il numero di pezzi meccanici da fabbricare, il numero di schede di elettronica da assemblare o testare, il numero di chip da bondare, etc..). Non sono ammesse schede complessivamente superiori a due pagine.	I gruppi italiani di NA60_PLUS hanno la responsabilita' per la progettazione e costruzione dello spettrometro di vertice basato su grandi sensori MAPS (13.5x13.5 cm2). Il raffreddamento di oggetti cosi' grandi pone problemi non indifferenti, attualmente in studio con la realizzazione di frame che contengono 4 sensori ciascuno. Nei frame sono inseriti dei tubi di raffreddamento nei quali scorre del fluido. Un ulteriore raffreddamento ad aria e' necessario per ottenere una temperatura uniforme su tutto il sensore. Studi dettagliati di simulazione di questo sistema di raffreddamento, con l'uso del pacchetto ANSYS, sono stati effettuati e validati con specifici set-up di test. Recentemente, sono stati discussi dei set-up alternativi, con un diverso posizionamento dei sensori, che permettono di diminuire gli spazi morti nell'accettanza del rivelatore e che richiedono ulteriori simulazioni, con lo scopo di finalizzare il sistema di cooling nel corso del 2026. Un impegno di almeno 2 mesi-persona (S. Coli) e' necessario per questa attivita'.
Milestones	Entro il 2026 e' previsto il test della prima versione dei sensori dell'esperimento, con relativa catena di read-out e prototipo della meccanica e del cooling, in vista dell'inizio della produzione finale nel 2027

Progettazione meccanica

Esperimento (sigla nel database INFN) **N.B Nel caso di grandi esperimenti con sottogruppi interni le informazioni vanno fornite per lo specifico sottogruppo: EG CMS-TK, ALICE-ITS, etc…**	NA60_PLUS
Ruoli di responsabilità nazionali ed internazionali ricoperti all'interno della collaborazione/esperimento da personale della Sezione	E. Scomparin (RN e co-coordinatore del progetto)
Numero di FTE coinvolti (ricercatori e tecnologi) nel gruppo locale, compresi dottorandi e post-doc	~4.8
Responsabile scientifico locale dell'attività richiesta	E. Scomparin
Servizio in cui si richiede l'attività (Servizio di Progettazione Meccanica, Officina Meccanica, Centro di Calcolo, Laboratorio di Elettronica)	Officina Meccanica
Altri servizi a a cui si richiedono attività strettamente correlate alla presente (indicare solo il nome del servizio)	
Specificare se si tratta di nuova attività o continuazione di attività già approvata e supportata in anni precedenti. In caso di attività pluriennali in corso indicare l'anno di inizio e l'anno previsto per la conclusione	Continuazione attivita', esperimento in fase di approvazione del CERN (proposal presentato a maggio 2025). Previste attivita' fino alla finalizzazione del rivelatore (2028-2029)
Descrizione tecnica sintetica dell'attività richiesta (max 1 pagina) Dove applicabile, la descrizione deve fornire elementi quantitativi, indicando, ad esempio, il numero di pezzi meccanici da fabbricare, il numero di schede di elettronica da assemblare o testare, il numero di chip da bondare, etc..). Non sono ammesse schede complessivamente superiori a due pagine.	I gruppi italiani di NA60_PLUS hanno la responsabilita' per la progettazione e costruzione dello spettrometro di vertice basato su grandi sensori MAPS (13.5x13.5 cm2). Il raffreddamento di oggetti cosi' grandi pone problemi non indifferenti, attualmente in studio con la realizzazione di frame che contengono 4 sensori ciascuno. Nei frame sono inseriti dei tubi di raffreddamento nei quali scorre del fluido. Un ulteriore raffreddamento ad aria e' necessario per ottenere una temperatura uniforme su tutto il sensore. Si richiede per il 2026 la produzione di ulteriori frame in grafite (tramite elettroerosione) o in altri materiali. Studi recenti di simulazione indicano che sara' necessaria una nuova versione di tali frame, con diversa geometria. Il numero totale sara' limitato a qualche unita'. Sara' anche necessaria la produzione di tool di assemblaggio e integrazione moduli, verosimilmente attraverso l'uso di stampanti 3D. Si ritiene sufficiente una attivita' di circa 2 mesi uomo per questa richiesta (Panero o altri tecnici)
Milestones	L'attivita' di cui sopra e' parte integrante del progetto dello spettrometro di vertice cosi' come dettagliato nel proposal dell'esperimento (https://cds.cern.ch/record/2932302), e la sua realizzazione nel 2026 e' strumentale alla finalizzazione del prototipo in vista della realizzazione dei rivelatori per l'esperimento.

Officina meccanica

Backup

Cost Estimate

- Overall low cost, while maintaining very high-precision capabilities with state-of-the art detector technologies:
  - Very advantageous ratio of scientific outcome/financial investment

Item	Quantity	Unit Cost (CHF)	Total Cost (kCHF)
Sensor (including thinning and dicing)	50 wafers	10000	500
Sensor stitching plan	-	-	100
Segment Interface Board (SIB)	130	540	70
Segment Control Board (SCB)	130	920	120
Detector Power Board (DPB)	35	1000	35
Flex	60	-	100
Optical fibres and patch panels	-	-	100
CRU/FELIX	50	10000	500
First Level Processor (FLP)	15	10000	150
Mechanical integration and cooling	-	-	170
Power supplies and cables	-	-	75
Racks	-	-	30
Total			**1950**

Element	Component	Unit cost	Units	Total
Modules	PCB	900	270	243k
	Custom-made components	various	various	250k
	Off-shelf components	various	various	140k
	Wires	900	60 km	54k
	Total			**690k**
Electronics	Strip extension board connectors	34	256	9k
	Dual-VMM mezzanine	572	1025	540k
	Readout Controller mezzanine	604	256	155k
	Module Readout Unit	2700	18	49k
	DAQ back end			17k
	Low voltage			62k
	Data cables			13k
	Total			**845k**
Mechanical frames	Material	various	6	**100k**
Manpower	Mexico facility staff, WIS	400	12×250 d	1,200k
	Technicians, USTC	160	5×500 d	400k
	Designer & elect. engineer, WIS	425	300 d	128k
	Post-docs, USTC, WIS	30k, 40k	4, 6 y	360k
	Ph.D. student, WIS	29.5k	2 y	59k
	M.S. student, USTC	15k	3 y	45k
	Experts, short-term, WIS & USTC	various	various	100k
	Total			**2.3M**
Consumables	Glue, cleaning, gas, etc.	various	various	**50k**
High Voltage	Mainframe & units	40k, 9k	1, 8	**110k**
Test bench	Scintillators, mechanics	various	1	**20k**
Shipping, WIS & USTC		various	various	**85k**
Assembly WIS team example	Flights	700	20	14k
	Accommodation	60	200 d	12k
	Per diem	90	200 d	18k
	Car	22	200 d	4k
	Total	**50k**	**2**	**100k**
Total				**4.3M**

- Detailed cost breakdown of detector subsystems

Sub-system	Estimated cost (MCHF)	Section
Vertex spectrometer	1.95	2.3.5
Muon spectrometer	3.57 [7]	2.4.8
Hadron absorber and beam plug	0.55	2.4.2
Interaction detector	0.05	2.5
Computing	0.19	2.7.2
Magnet refurbishment, installation, powering	1.62	2.6.3
Infrastructure, shielding	2.60	2.8.4
Total	**10.53**	

- Cost of detector system dominated by Vertex and Muon spectrometers:
  - Detailed cost breakdown discussed in proposal

Cost Estimate

- Overall low cost, while maintaining very high-precision capabilities with state-of-the art detector technologies:
  - Very advantageous ratio of scientific outcome/financial investment

- Detailed cost breakdown of detector subsystems

- Hadron absorber and Muon Wall:
  - Innermost part itself of RP shielding
  - Collaboration responsibility

Sub-system	Estimated cost (MCHF)	Section
Vertex spectrometer	1.95	2.3.5
Muon spectrometer	3.57 [7]	2.4.8
Hadron absorber and beam plug	0.55	2.4.2
Interaction detector	0.05	2.5
Computing	0.19	2.7.2
Magnet refurbishment, installation, powering	1.62	2.6.3
Infrastructure, shielding	2.60	2.8.4
Total	**10.53**	

- Costs for magnets refurbishment, installation, power, infrastructure, shielding (CERN BE, HSE , EP-DT):
  - Also very detailed cost breakdown discussed in proposal:
  - 1 MCHF of these expenses for magnet powering needed only in LS4 during NA consolidation (new power convertes)

Collaboration: Responsibilities and Cost Sharing

- Areas of contribution of institutes belonging to the NA60+/DiCE Collaboration

Institute	Sub-detector
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, (INFN), Cagliari, Padova, Torino (Italy)	Vertex spectrometer (MAPS detector & read-out)
Weizmann Institute of Science, Rehovot (Israel)	Muon spectrometer (MWPC detectors)
Stony Brook University, NY (USA)	Muon spectrometer (MPGD detectors)
University of Science and Technology of China, Hefei (China)	Muon spectrometer (read-out electronics)
Institut de Physique des 2 Infinis de Lyon, CNRS/IN2P3 (France)	Trigger detector (scintillator system)
CERN	Infrastructure, beam and magnet refurbishment

- Infrastructure, beam, magnets:
  - If the experiment is approved, essential that CERN could be able to cover the corresponding costs

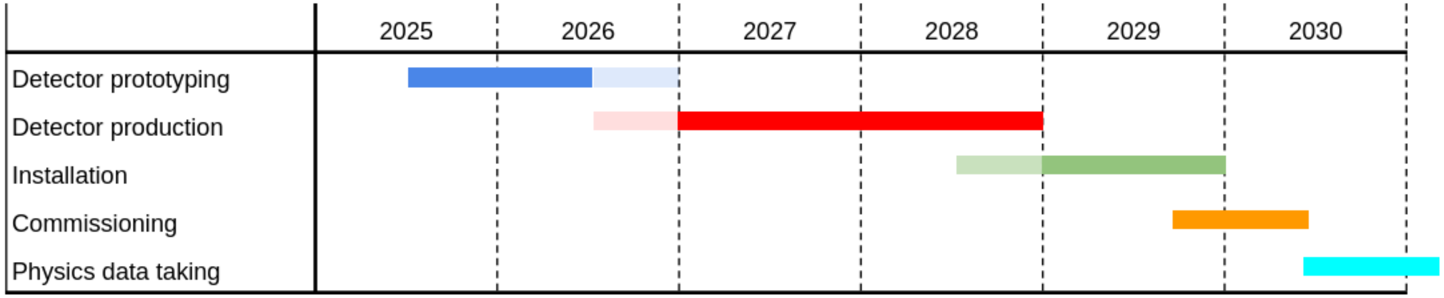
- Institutes in the process of joining the NA60+/DiCE Collaboration

Institute	Area of interest
Rice University, Houston, TX, USA	DAQ
University of Tokyo, Tokyo, Japan	DAQ
Fudan University, Shanghai, China	Simulation and data analysis
University of Tsukuba, Ibaraki, Japan	Simulation and data analysis
Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, USA	Vertex spectrometer / DAQ

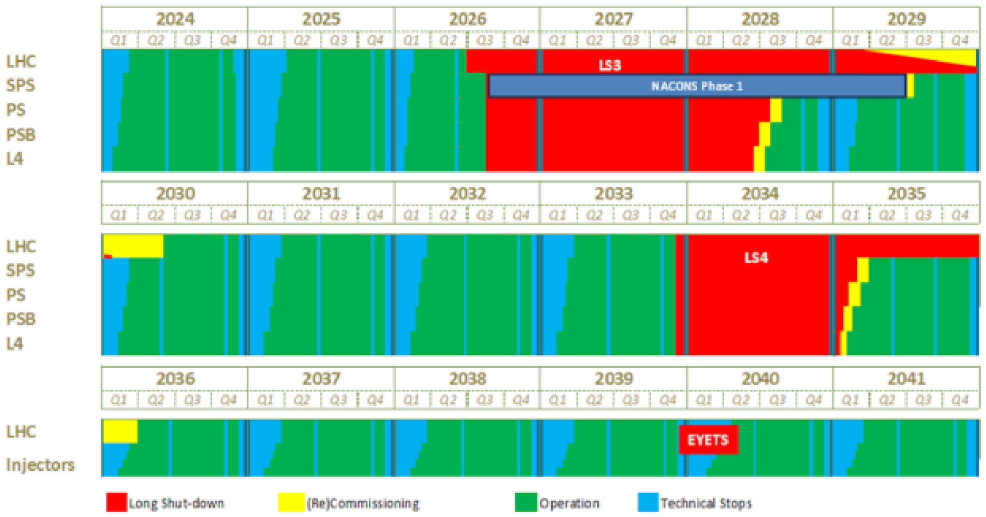
Timeline for Construction and Data Taking

- ❑ Construction timeline defined to be ready for data taking in run4:
  - ○ Assumes approval by 2025
- ❑ Discussion with funding agencies ongoing, SPSC recommendation is essential for this step
  - ○ Availability of the CERN contribution (integration, magnets, beam line) important also for this step

- ❑ Tentative timeline for NA60+/DiCE from present to physics data taking:
  - ○ Prototyping concluded in 2026
  - ○ Construction in 2027-28
  - ○ Commissioning in 2029



Long Term Schedule for CERN Accelerator complex



- ❑ Seven years data-taking:
  - ○ 2030-2037 (LS4 taken into account)