



# Bienvenidos al CERN

## CERN

### Laboratorio Europeo de Física de Partículas

José Salicio Díez  
Departamento de Física  
Ginebra 26/07/2010





# Presentación

Misiones

Historia y actualidad del CERN

Estructura orgánica

La física de partículas

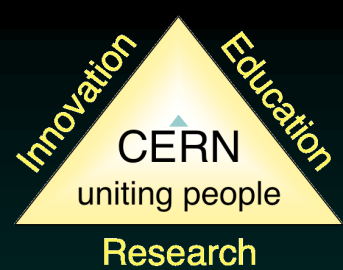
Facilidades experimentales

Colaboraciones internacionales y experimentos

I+D (aceleradores, detectores, computación)

Educación y entrenamiento

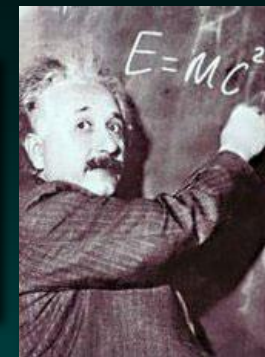
España en el CERN



# Las Misiones del CERN

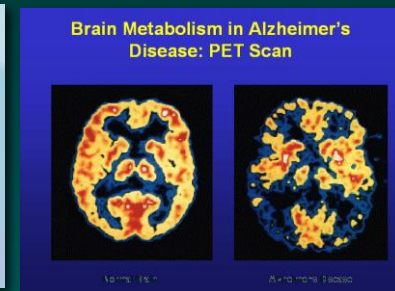
- **Empujar** las fronteras del conocimiento

Ej.: los secretos del Big Bang ... ¿cómo era la materia durante los primeros momentos de existencia del universo?

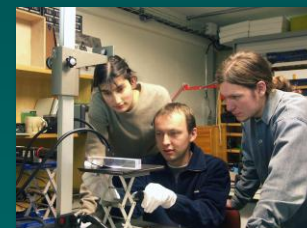


- **Desarrollar** nuevas tecnologías en aceleradores y detectores

Tecnología de la Información  
Medicina - diagnóstico y terapia



- **Entrenar** los científicos e ingenieros del mañana



- **Unir** gentes de países y culturas diferentes





## La primera propuesta (De Broglie, 1949)

**“ ...un laboratorio o institución donde sería posible llevar a cabo trabajos científicos pero, de alguna forma, mas allá del marco de las diferentes naciones participantes.**

**...esta entidad podría esta dotada con mas recursos que los laboratorios nacionales y podría, por tanto, emprender tareas...mas allá de su ámbito...”**

**La colaboración podría ser mas fácil debido a la  
“naturaleza verdadera de la ciencia”**

**Este tipo de cooperación serviría también otras disciplinas**



# El CERN se fundó en 1954: 12 Naciones Europeas

## Actualmente: 20 Naciones Europeas son miembros



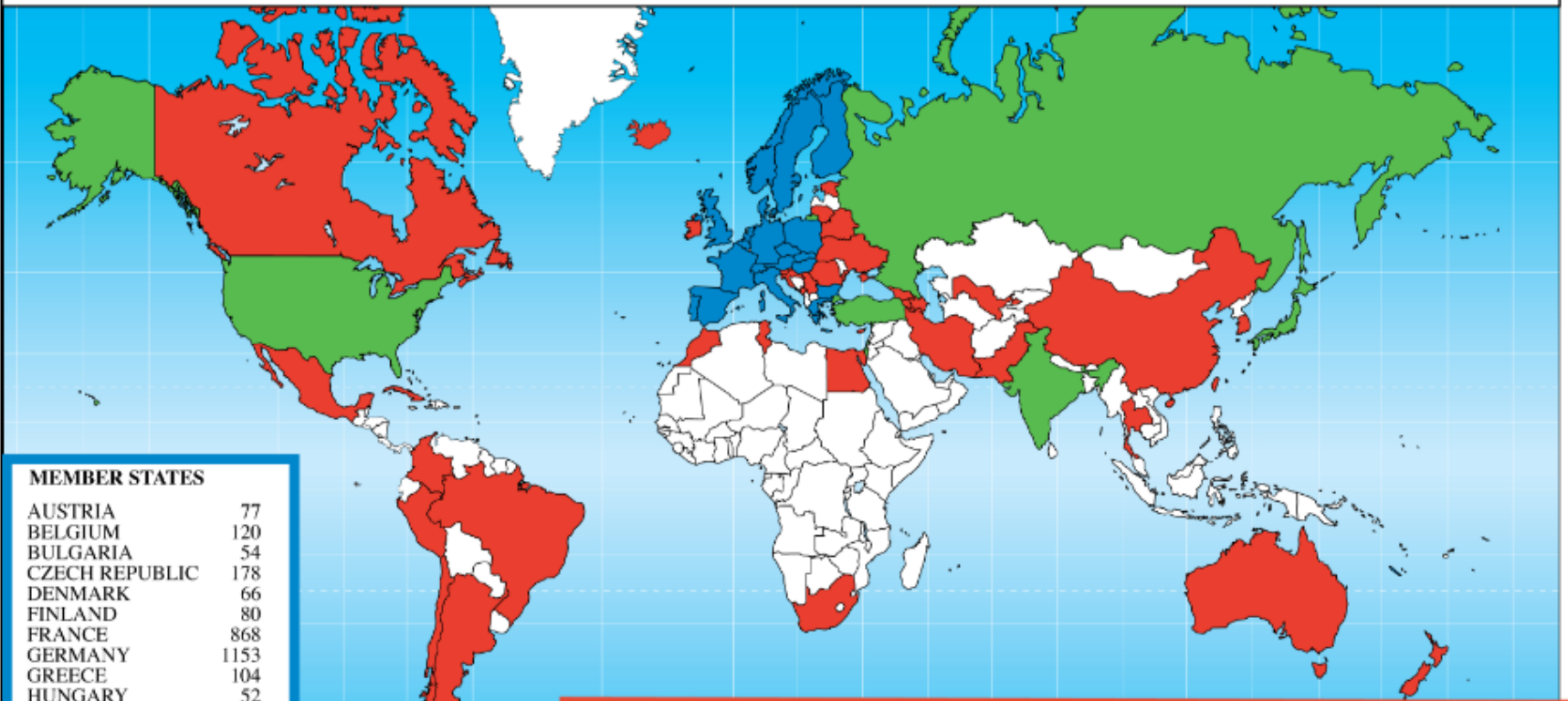
- ~ 2300 titulares
- ~ 790 otro personal pagado
- > 10000 utilizadores
- Presupuesto (2010) 1200 MCHF

- **20 Estados Europeos:** Austria, Alemania, Bélgica, Bulgaria, Republica Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Italia, Holanda, Noruega, Polonia, Portugal, Eslovaquia, España, Suecia, Suiza y el Reino Unido.
- **1 Candidato a miembro del CERN:** Rumania
- **8 Observadores en el Consejo:** India, Israel, Japón, la Federación Rusa, los Estados Unidos de America, Turquía, la Comisión Europea y UNESCO

# El CERN en números



## Distribution of All CERN Users by Nation of Institute on 20 January 2010



### MEMBER STATES

AUSTRIA	77
BELGIUM	120
BULGARIA	54
CZECH REPUBLIC	178
DENMARK	66
FINLAND	80
FRANCE	868
GERMANY	1153
GREECE	104
HUNGARY	52
ITALY	1463
NETHERLANDS	170
NORWAY	73
POLAND	191
PORTUGAL	122
SLOVAKIA	55
SPAIN	311
SWEDEN	71
SWITZERLAND	362
UNITED KINGDOM	732

### OBSERVER STATES

INDIA	91
ISRAEL	49
JAPAN	204
RUSSIA	901
TURKEY	60
USA	1618

### OTHERS

ARGENTINA	8	CROATIA	18	MALTA	2	THAILAND	1
ARMENIA	16	CUBA	4	MEXICO	33	TUNISIA	1
AUSTRALIA	17	CYPRUS	8	MONTENEGRO	1	UKRAINE	17
AZERBAIJAN	1	EGYPT	3	MOROCCO	6	UZBEKISTAN	1
BELARUS	19	ESTONIA	9	NEW ZEALAND	8		
BRAZIL	77	GEORGIA	10	PAKISTAN	15		
CANADA	141	ICELAND	1	PERU	1		
CHILE	2	IRAN	15	ROMANIA	59		
CHINA	78	IRELAND	14	SERBIA	20		
CHINA (TAIPEI)	53	KOREA	64	SLOVENIA	17		
COLOMBIA	9	LITHUANIA	5	SOUTH AFRICA	8		

**6302**

**2923**

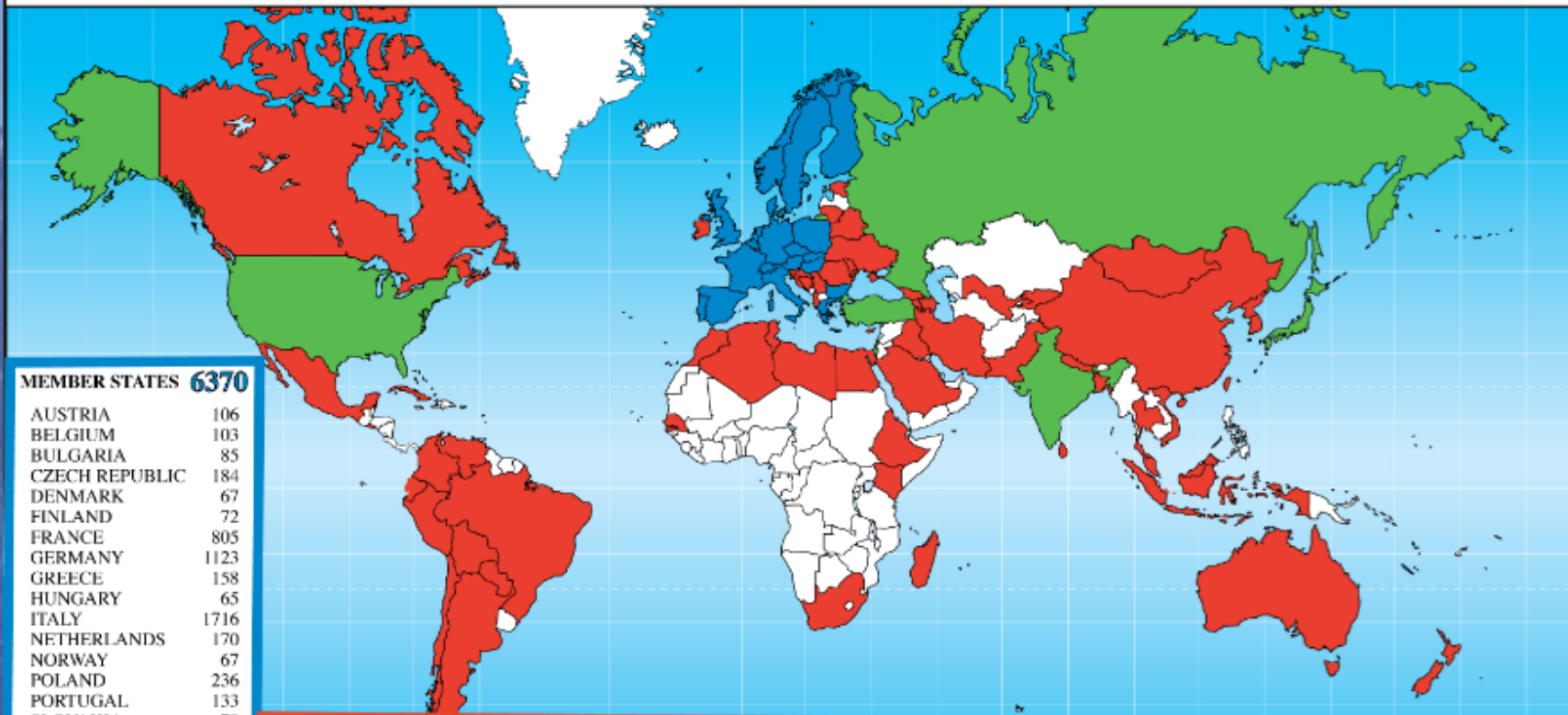
**762**



# El CERN en números



## Distribution of All CERN Users by Nationality on 20 January 2010



### MEMBER STATES 6370

AUSTRIA	106
BELGIUM	103
BULGARIA	85
CZECH REPUBLIC	184
DENMARK	67
FINLAND	72
FRANCE	805
GERMANY	1123
GREECE	158
HUNGARY	65
ITALY	1716
NETHERLANDS	170
NORWAY	67
POLAND	236
PORTUGAL	133
SLOVAKIA	78
SPAIN	330
SWEDEN	67
SWITZERLAND	200
UNITED KINGDOM	605

### OBSERVER STATES 2444

INDIA	158
ISRAEL	51
JAPAN	229
RUSSIA	1027
TURKEY	87
USA	892

### OTHERS 1205

ALBANIA	2	BRAZIL	79	ESTONIA	9	KYRGYZSTAN	1	MOROCCO	16	SINGAPORE	1
ALGERIA	8	CANADA	136	ETHIOPIA	1	LEBANON	8	NEPAL	3	SLOVENIA	20
ARGENTINA	11	CHILE	3	GEORGIA	31	LITHUANIA	9	NEW ZEALAND	10	SOUTH AFRICA	9
ARMENIA	24	CHINA	202	GIBRALTAR	1	LUXEMBOURG	5	PAKISTAN	33	SRI LANKA	6
AUSTRALIA	20	CHINA (TAIPEI)	41	HONG KONG	2	LIBYA	1	PALESTINE (O.T.)	1	SYRIA	2
AZERBAIJAN	5	COLOMBIA	19	INDONESIA	1	MADAGASCAR	3	PARAGUAY	1	THAILAND	1
BANGLADESH	3	CROATIA	24	IRAN	20	MALAYSIA	7	PERU	2	TUNISIA	5
BELARUS	36	CUBA	4	IRAQ	1	MALTA	3	ROMANIA	101	UKRAINE	40
BOLIVIA	2	CYPRUS	12	IRELAND	20	MAURITIUS	1	SAN MARINO	1	UZBEKISTAN	2
BOSNIA AND HERZEGOVINA	1	ECUADOR	2	KENYA	2	MEXICO	46	SAUDI ARABIA	2	VENEZUELA	5
		EGYPT	6	KOREA, D.P.R.	3	MOLDOVA	1	SENEGAL	1	VIET NAM	6
		EL SALVADOR	1	KOREA REP.	85	MONGOLIA	1	SERBIA	34		



# Estructura orgánica

## Órganos políticos

Consejo del CERN

Comité de Política Científica

Comité de Finanzas

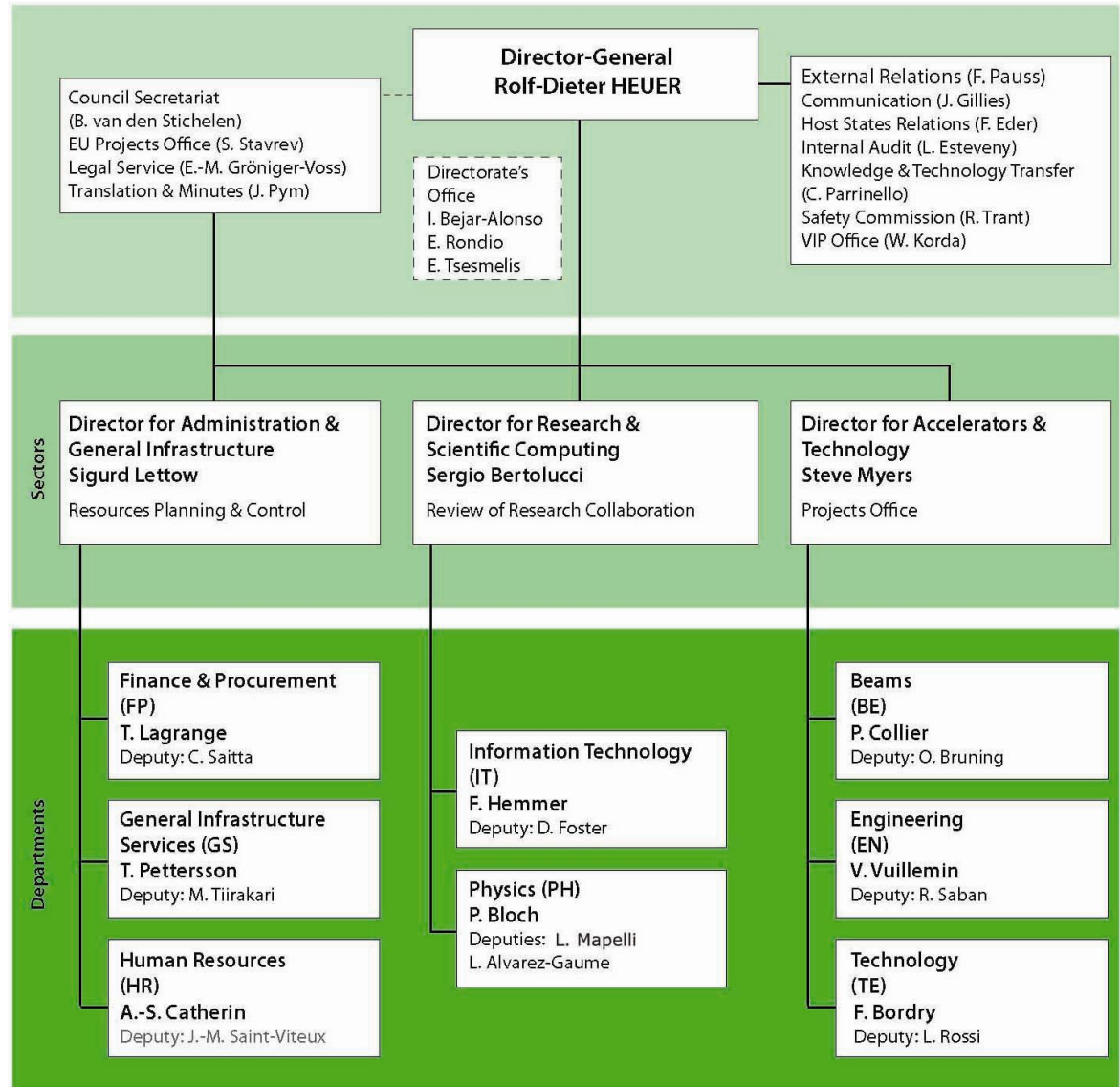
## Comités científicos

SPSC

INTC

LHCC

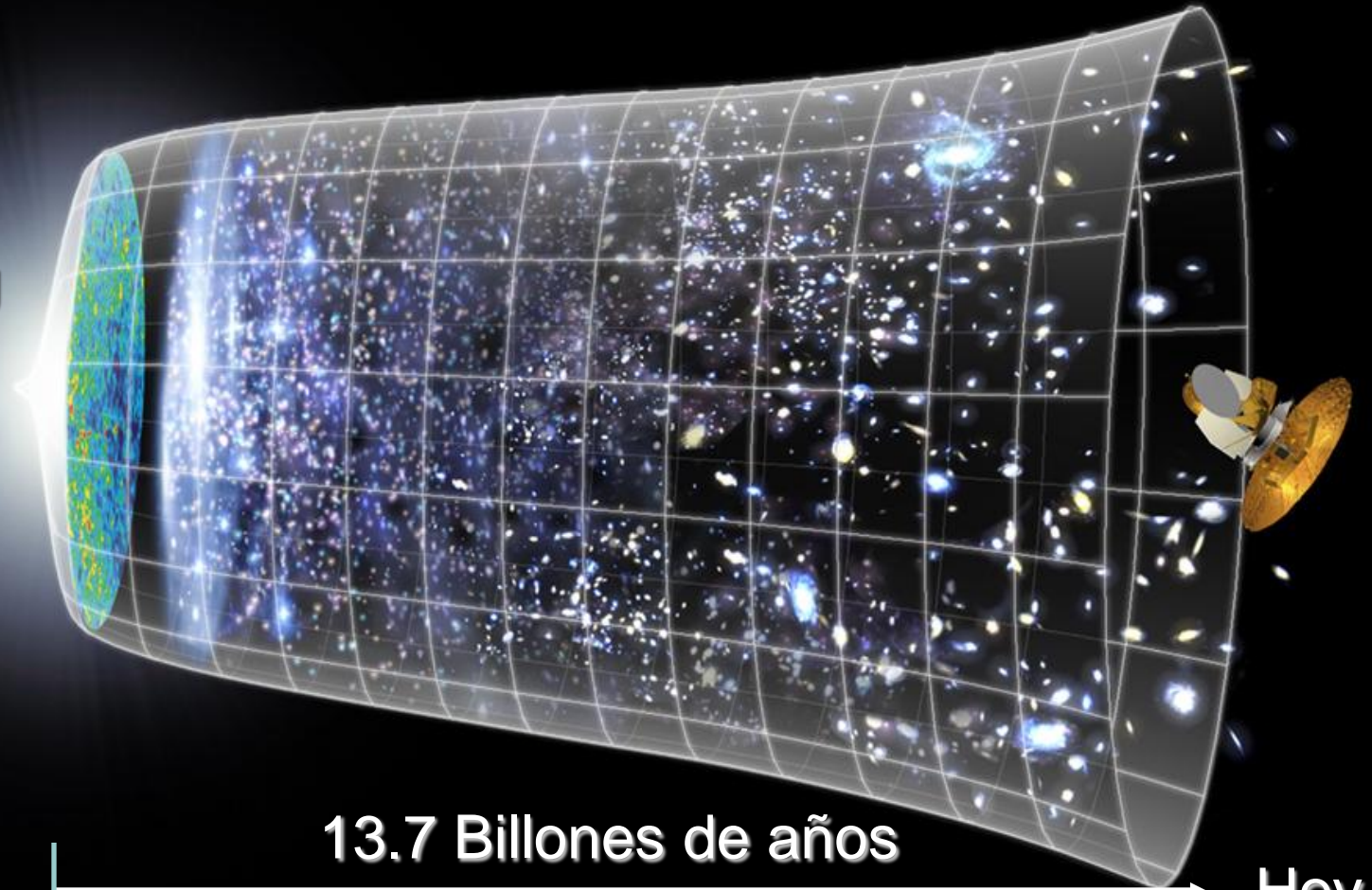
Comisión de Investigación (RB)





# La Evolución del Universo

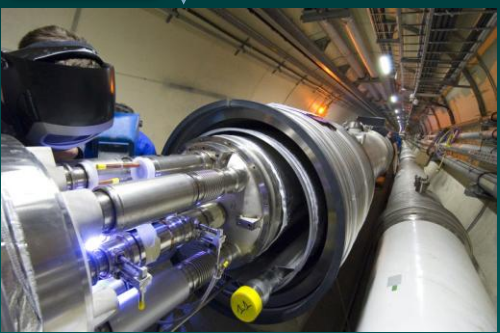
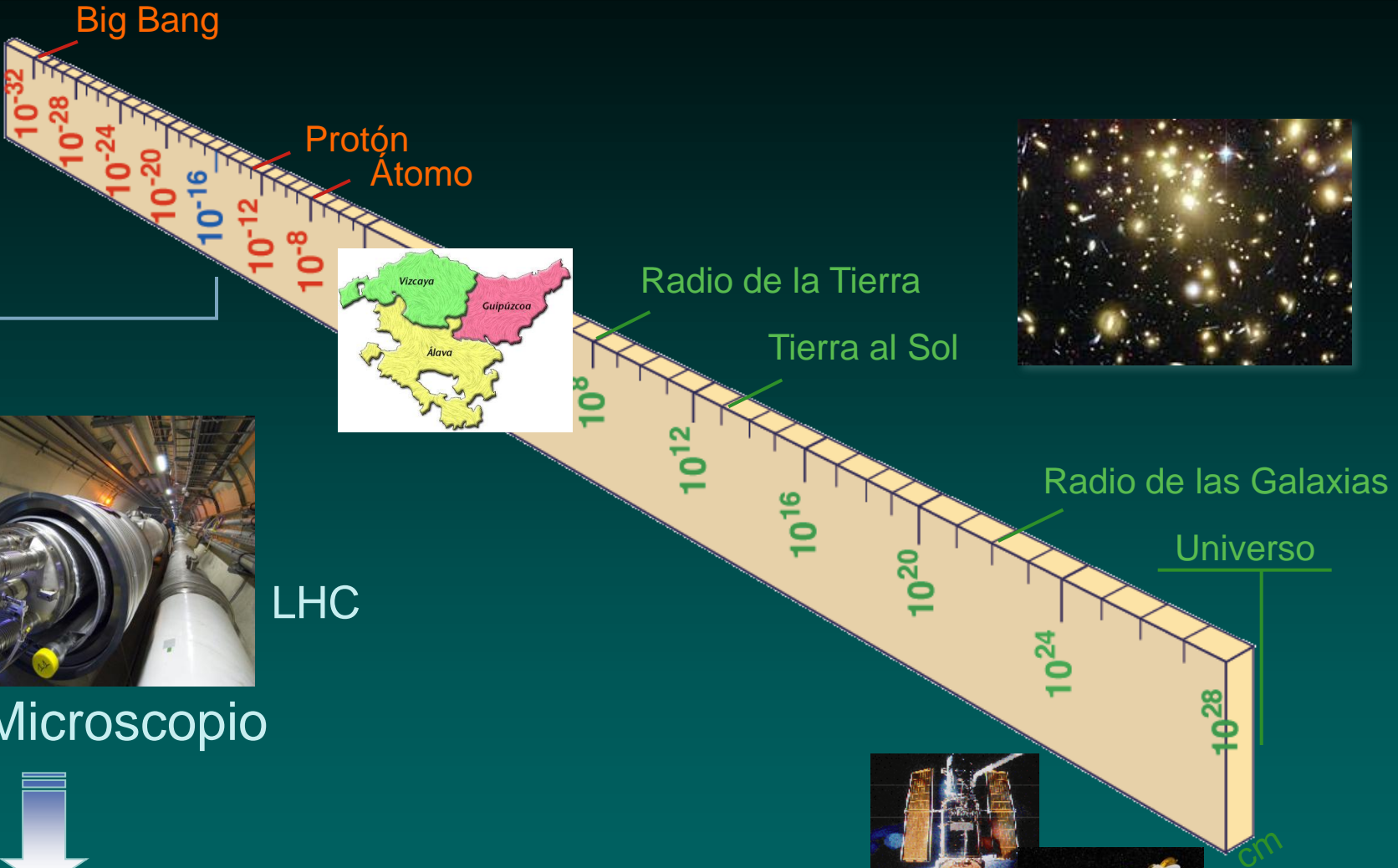
Big Bang



13.7 Billones de años

$10^{28}$  cm

Hoy

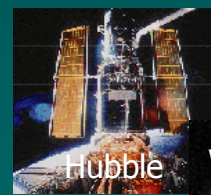


LHC

# Súper-Microscopio

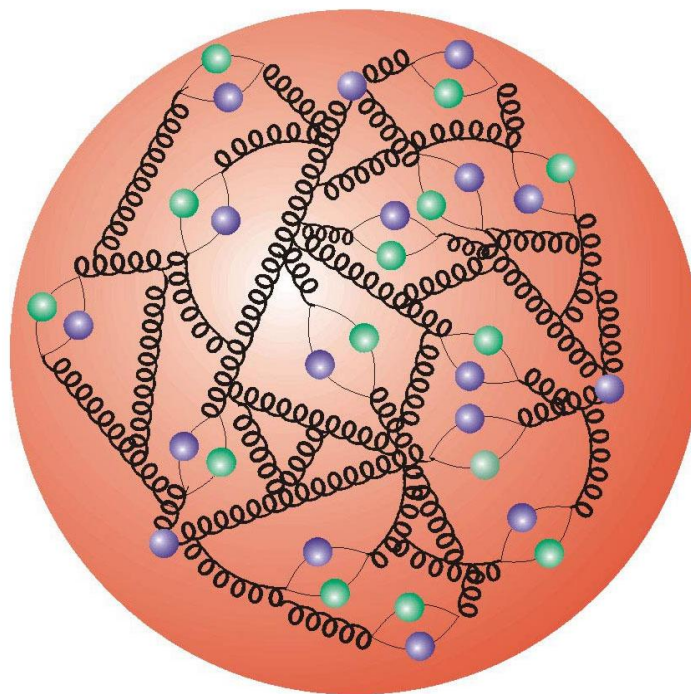
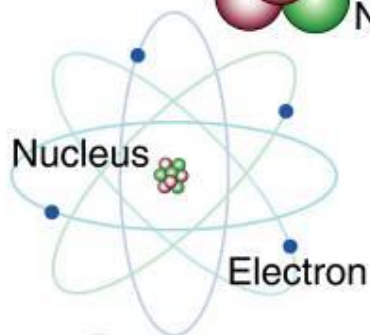
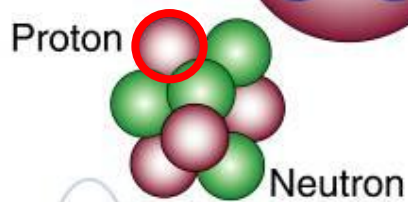
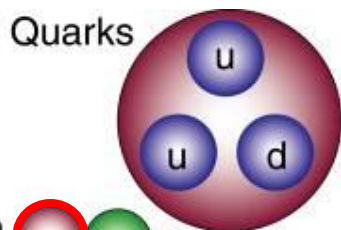


Estudiar las leyes físicas de los primeros momentos después del Big Bang incrementando la Simbiosis entre Física de Partículas, Astrofísica y Cosmología





# Progreso en nuestro conocimiento de la materia



Realmente hay 3 quarks de valencia (uud) + un “mar” de gluones y parejas quark-antiquark de vida corta

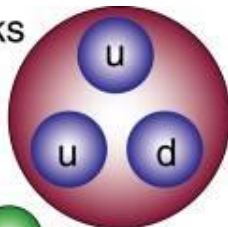
El protón, de hecho, no esta solamente formado por tres quarks (uud)



# Partículas y Campos elementales

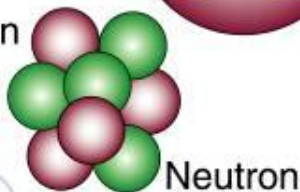
(Los constituyentes de la materia)

$10^{-18}$  m Quarks



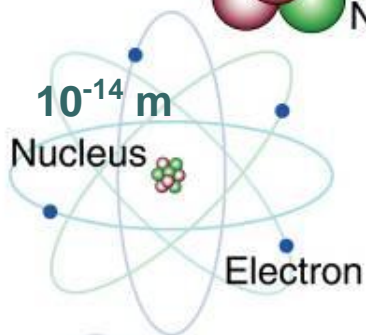
$10^{-15}$  m Proton

PS



$10^{-14}$  m

Nucleus



Electron



Atomo  $10^{-10}$  m



Molecula  $10^{-9}$  m

Materia



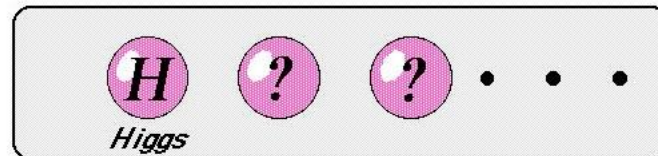
partículas materiales

	1ra gen.	2da gen.	3ra gen.
Q U A R K S	$u$ up	$c$ encanto	$t$ top
	$d$ down	$s$ extraño	$b$ belleza
L E P T O N E S	$\nu_e$ neutrino e	$\nu_\mu$ neutrino $\mu$	$\nu_\tau$ neutrino $\tau$
	$e^-$ electrón	$\mu^-$ muón	$\tau^-$ tau

partículas gauge

Fuerza fuerte	$g$ gluón
Fuerza electromagnética	$\gamma$ fotón
Fuerza débil	$W^+$ $W^-$ $Z$ bosones W bosón Z

partícula(s) escalar(es)



## Ingredientes del Modelo Estandar





# No sabemos todo!



Mystery



Por que tres generaciones?

Mystery



Supersimetría?

Mystery



Bosón de Higgs?

Mystery



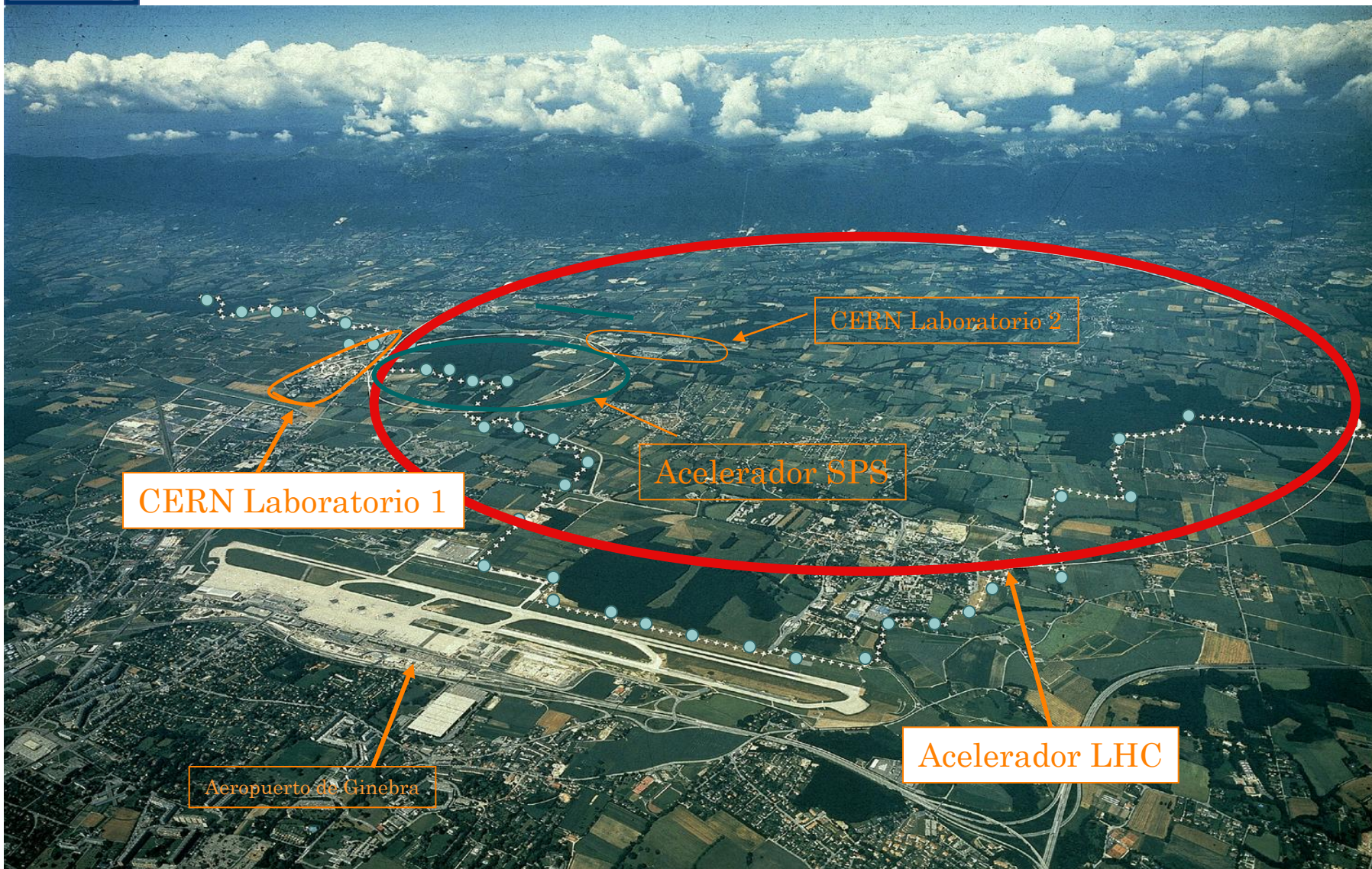
Mundo material?

El LHC ayudara a resolver todos estos misterios





# Facilidades experimentales





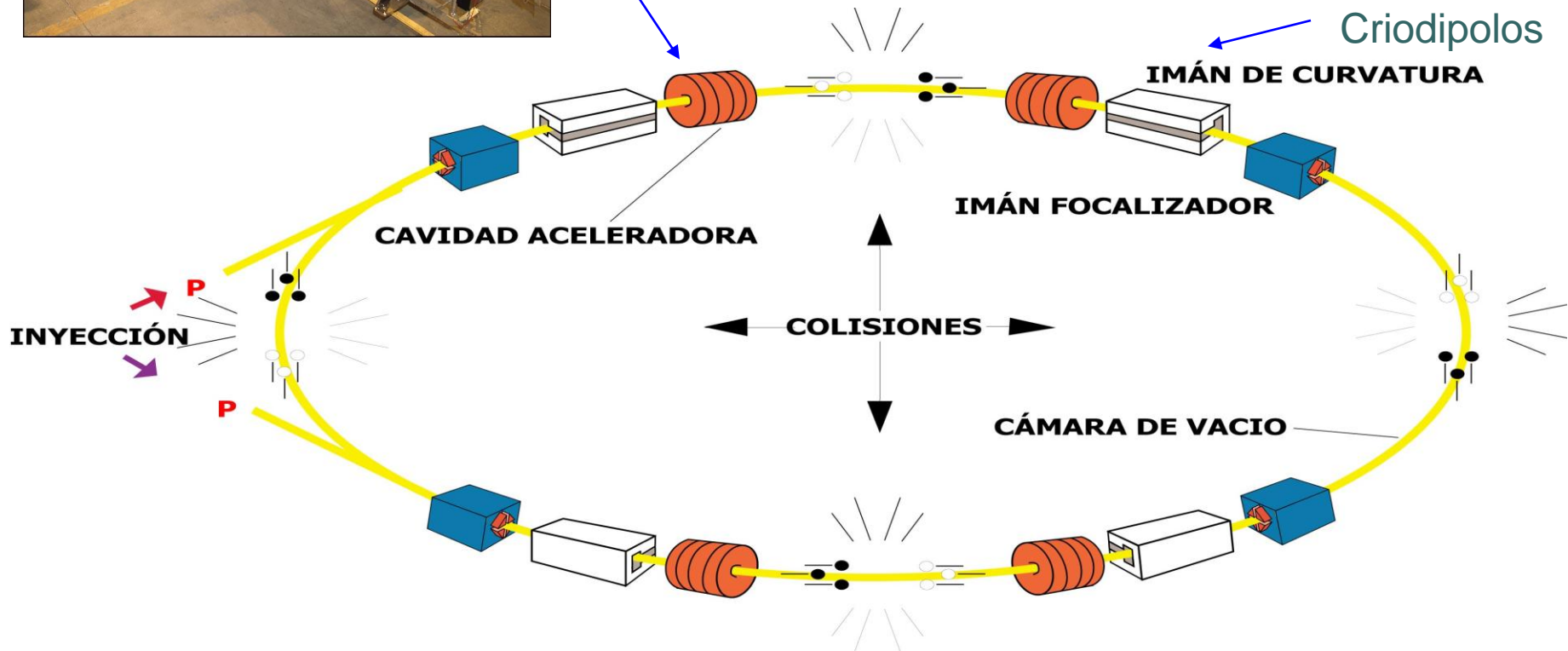
# Las herramientas de la física de partículas



Cavidades Superconductoras



Criodipolos





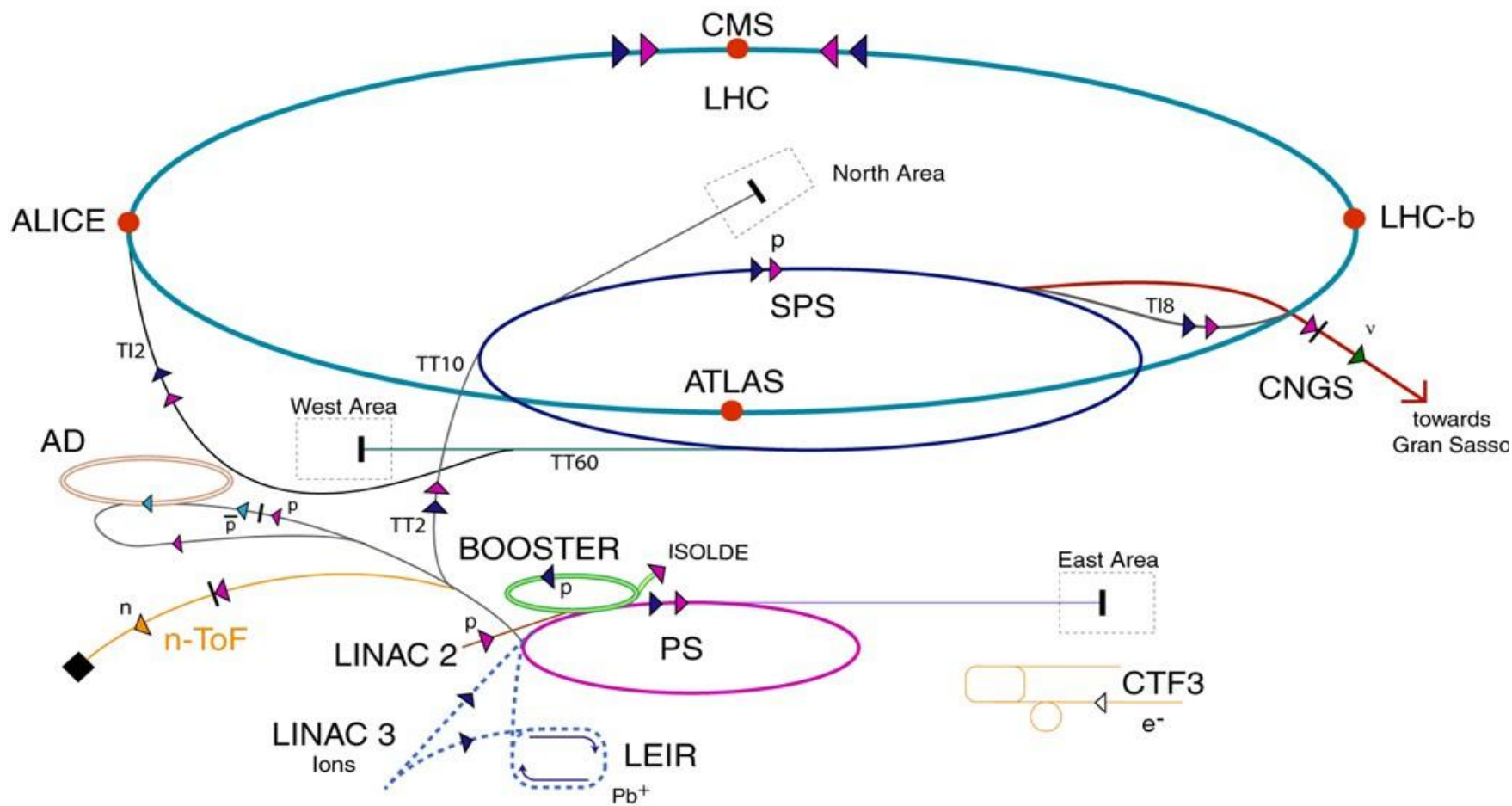
# Elementos de un colisionador circular

- Producción de las partículas del haz
- Sistema de inyección
- Definición/Mantenimiento de las orbitas
- Óptica del haz
- Sistema de aceleración y compensación
- Control de los haces
- Definición de los puntos de interacción
- Detectores





# Esquema de los sistemas de inyección y aceleración

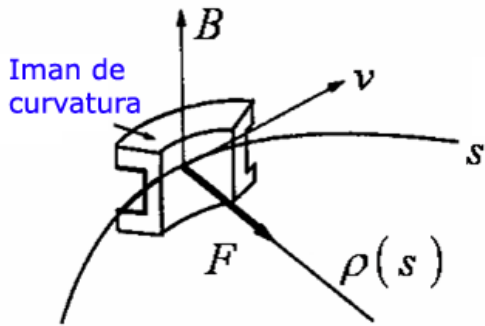


- |            |               |                              |                                |
|------------|---------------|------------------------------|--------------------------------|
| ▶ protons  | ▶ antiprotons | AD Antiproton Decelerator    | LHC Large Hadron Collider      |
| ▶ ions     | ▶ electrons   | PS Proton Synchrotron        | n-ToF Neutron Time of Flight   |
| ▶ neutrons | ▶ neutrinos   | SPS Super Proton Synchrotron | CNGS CERN Neutrinos Gran Sasso |
|            |               |                              | CTF3 CLIC Test Facility 3      |



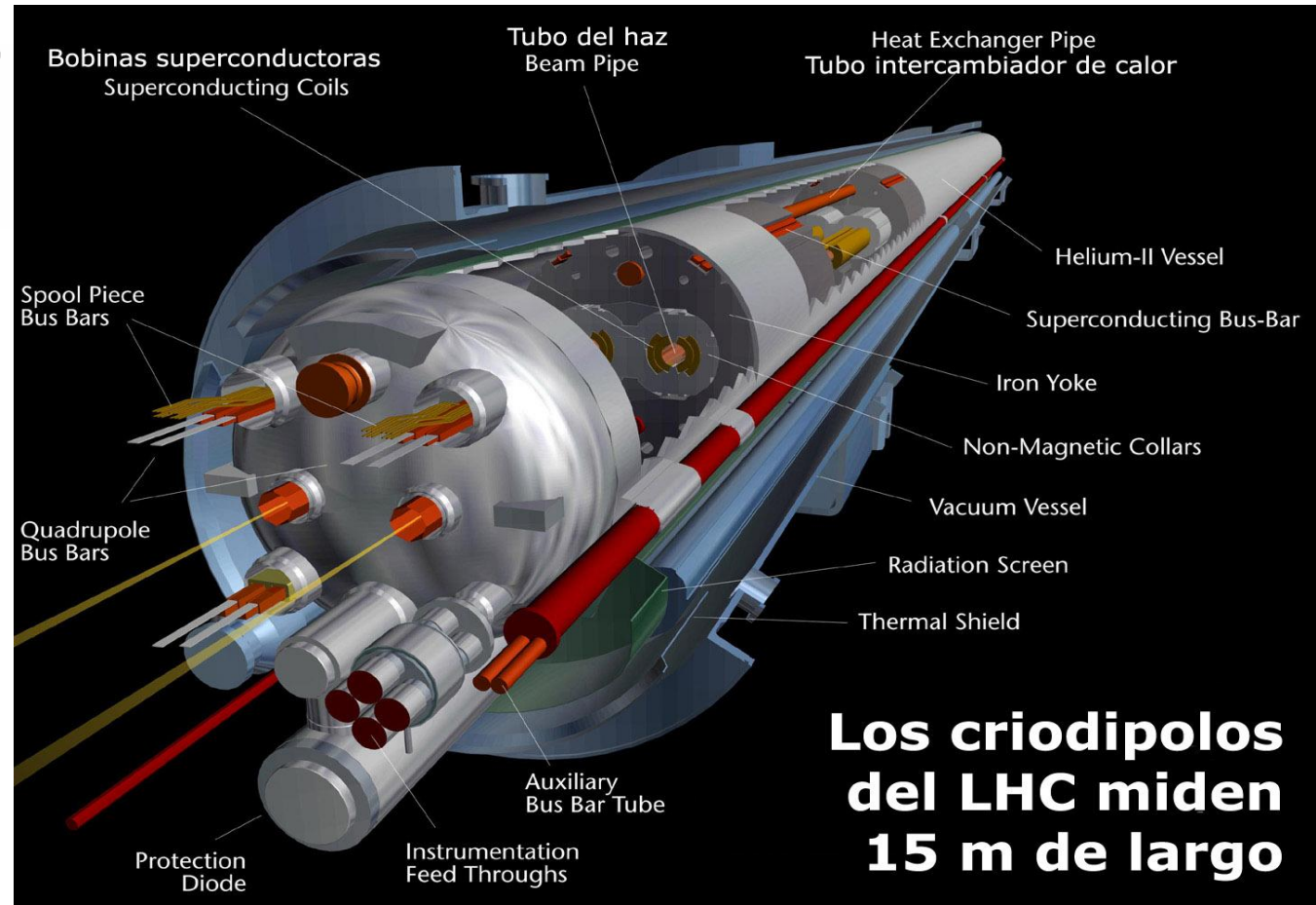
# Definición y mantenimiento de orbitas

Diseño y mantenimiento de las órbitas – Imanes dipolares



$$\rho = 1 / r = e B / p$$

1232 Criodipolos



**Los criodipolos  
del LHC miden  
15 m de largo**

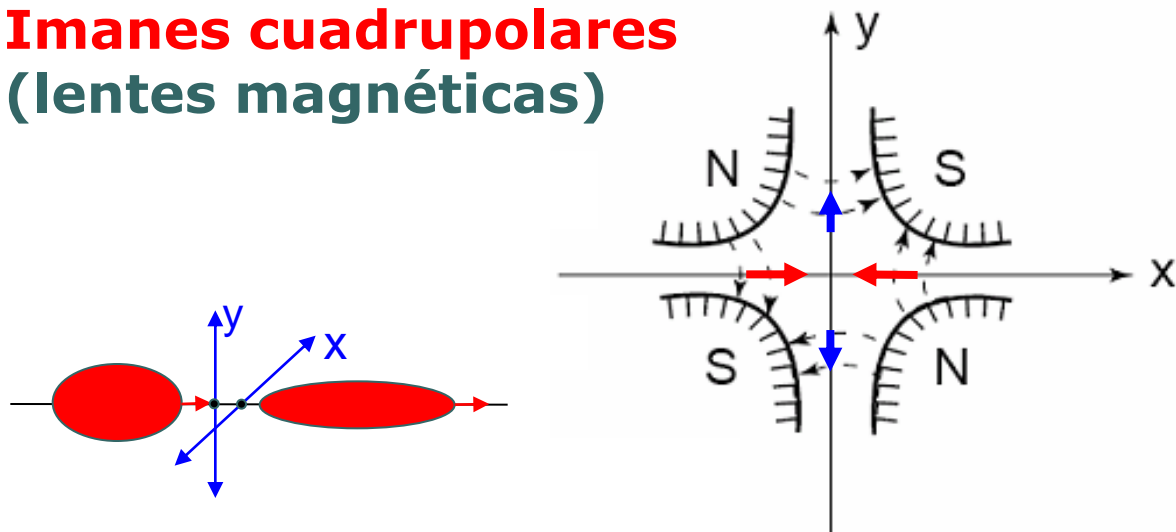




# Interconexión de criodipolos en el túnel del LHC



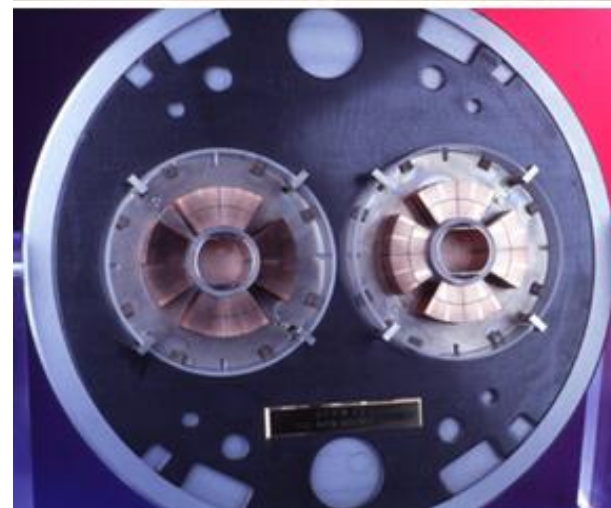
## Imanes cuadrupolares (lentes magnéticas)



Los cuadrupolos focalizan en una coordenada (x) y defocalizan en la otra (y)

Normalmente están organizados por parejas donde los elementos están girados 90 grados entre ellos

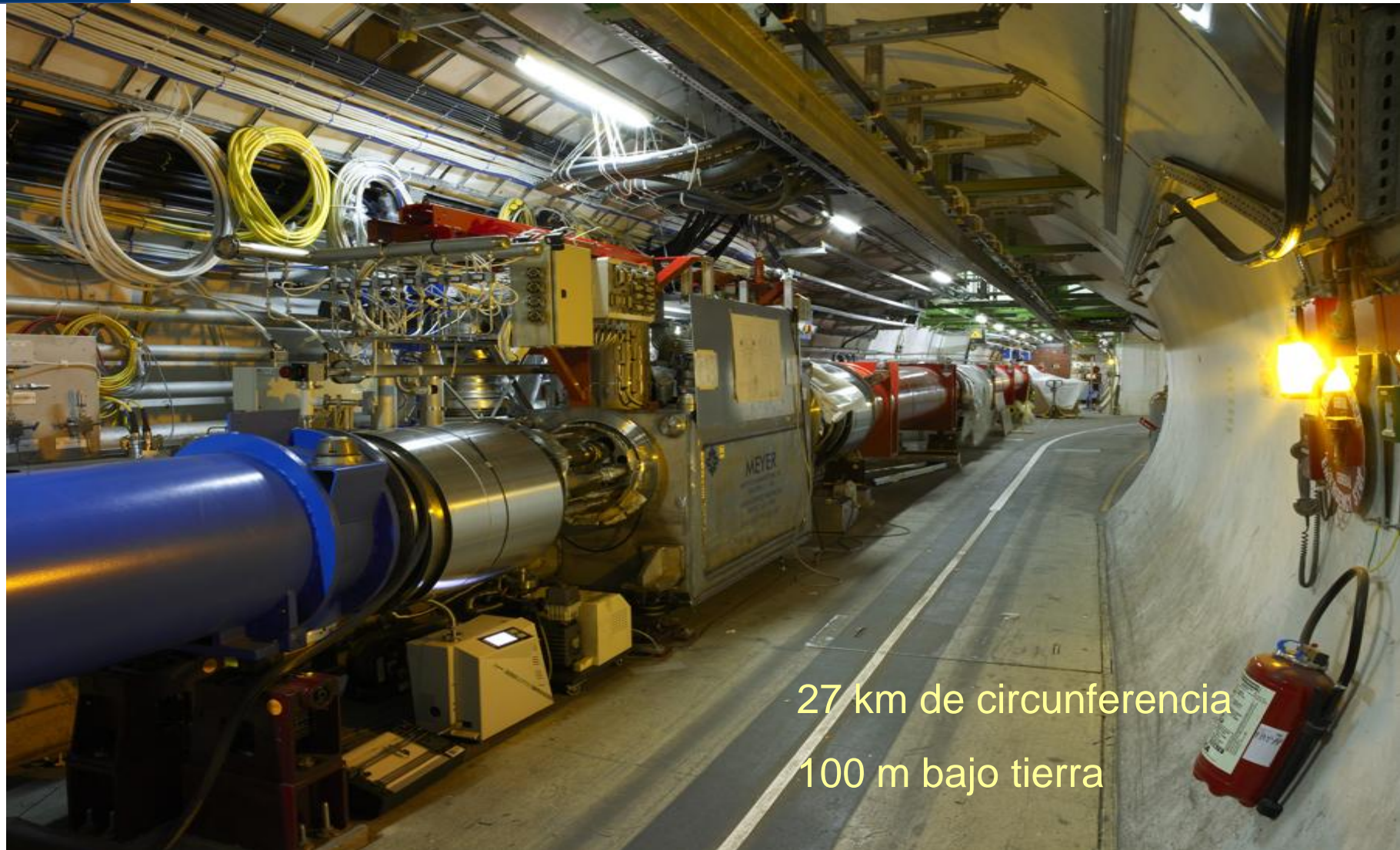
Los paquetes de partículas que pasan a través de ellos reducen sus dimensiones transversales pero aumentan su dimensión longitudinal.







# Vista del túnel del LHC



27 km de circunferencia  
100 m bajo tierra

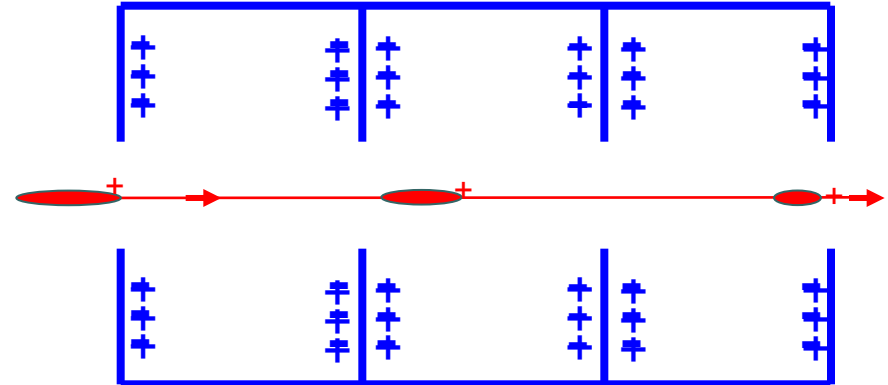


# Cavidades aceleradoras

Las partículas adquieren energía en las cavidades aceleradoras en cada ciclo de la radiofrecuencia que las alimenta.

Los paquetes de partículas se hacen mas compactos. La partículas mas retrasadas se aceleran mas mientras que las mas adelantadas se aceleran menos.

Las pérdidas energéticas por radiación sincrotrón se compensan en las cavidades de aceleración.



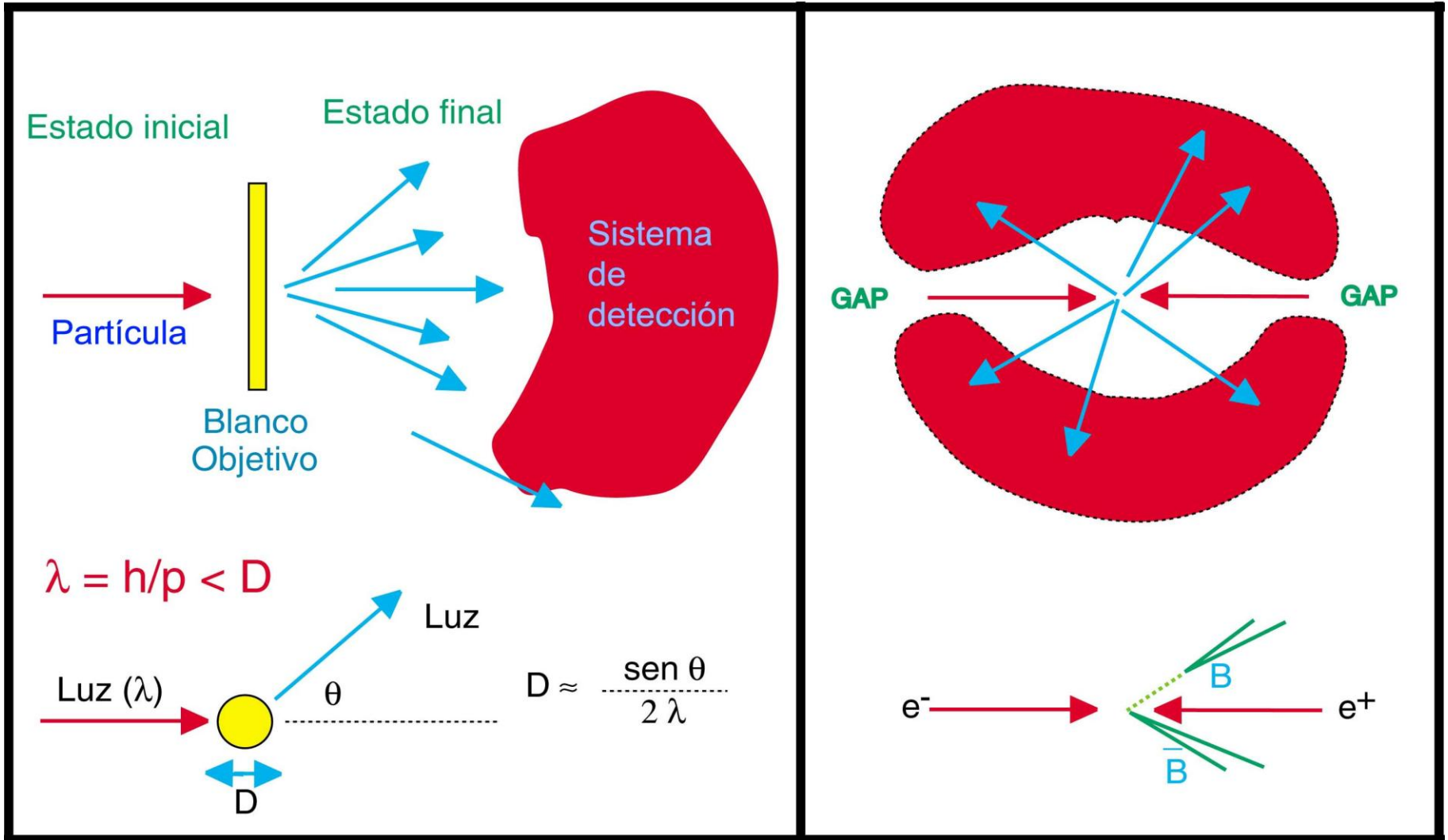




# Colaboraciones internacionales y experimentos

- Los experimentos de física de partículas del CERN se realizan a través de colaboraciones internacionales
- El interés científico de cada experimento ha tenido que ser estudiado y recomendado por el correspondiente comité científico (SPSC, INTC o LHCC). La Comisión de Investigación (RB) analiza las recomendaciones del comité científico correspondiente y aprueba o no el experimento y los recursos necesarios
- Cada instituto se responsabiliza a través de la firma de un “Memorandum of Understanding” (MoU) de la construcción de un subdetector o de alguna parte del dispositivo experimental

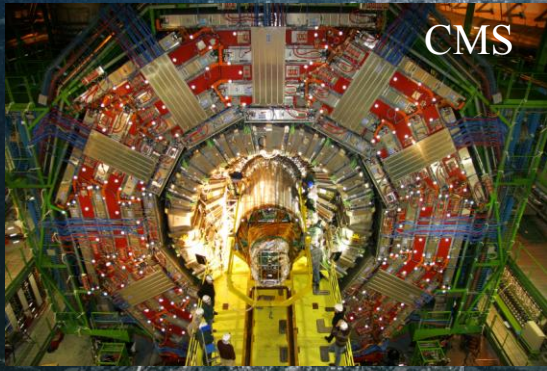
# Tipos de experimentos



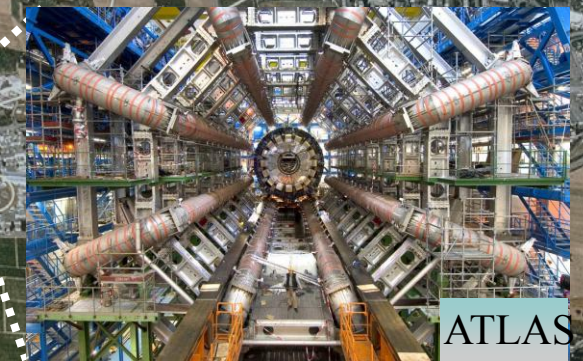


# Una Era nueva en Ciencia Fundamental

El comienzo del Gran Colisionador de Hadrones (**LHC**), uno de los mayores proyectos científicos del mundo y realmente global, es el mas excitante punto de encuentro en física de partículas.

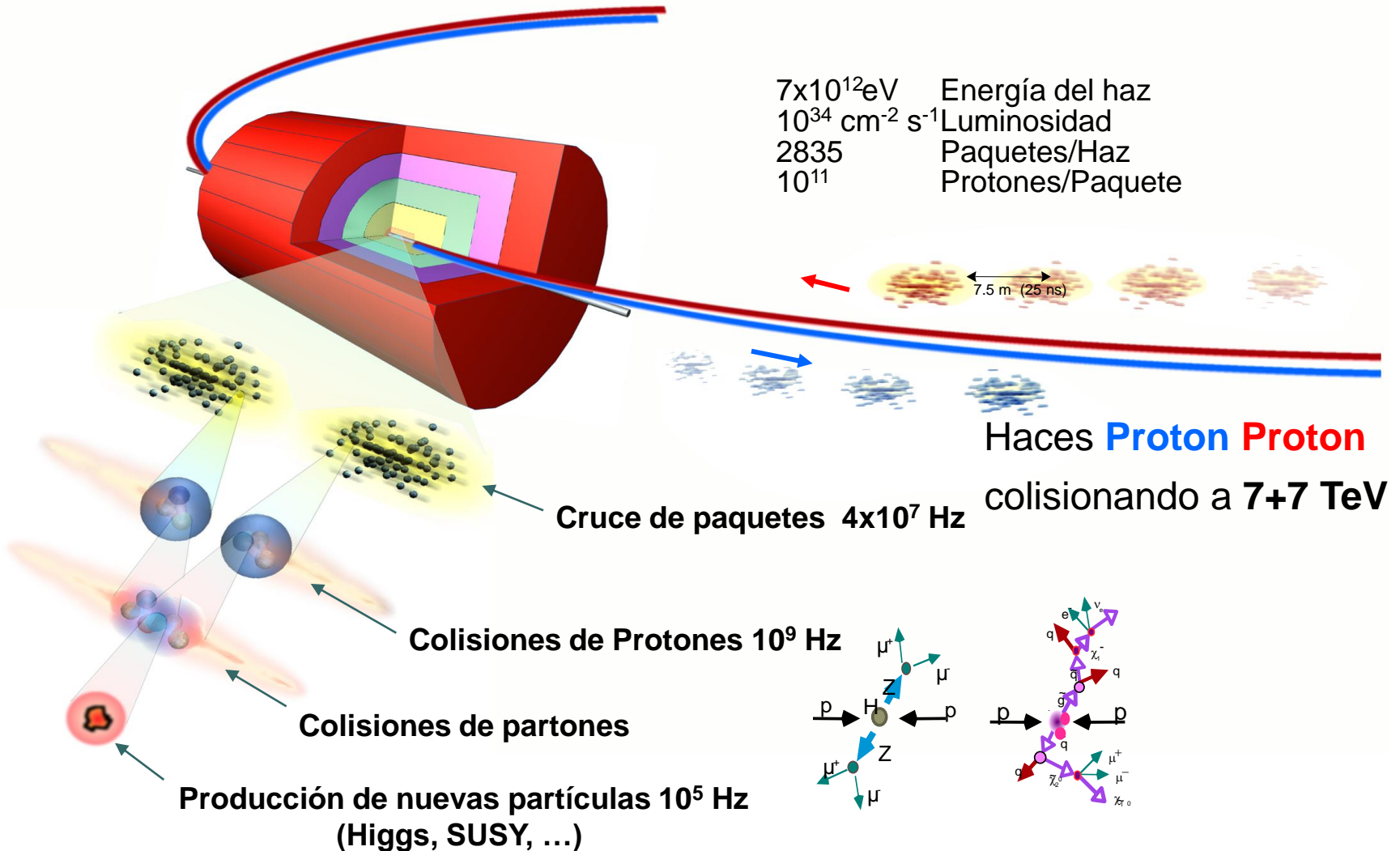


Exploración de una nueva frontera de energías  
Colisiones protón-protón a  $E_{CM} = 14 \text{ TeV}$





# Colisiones en el LHC

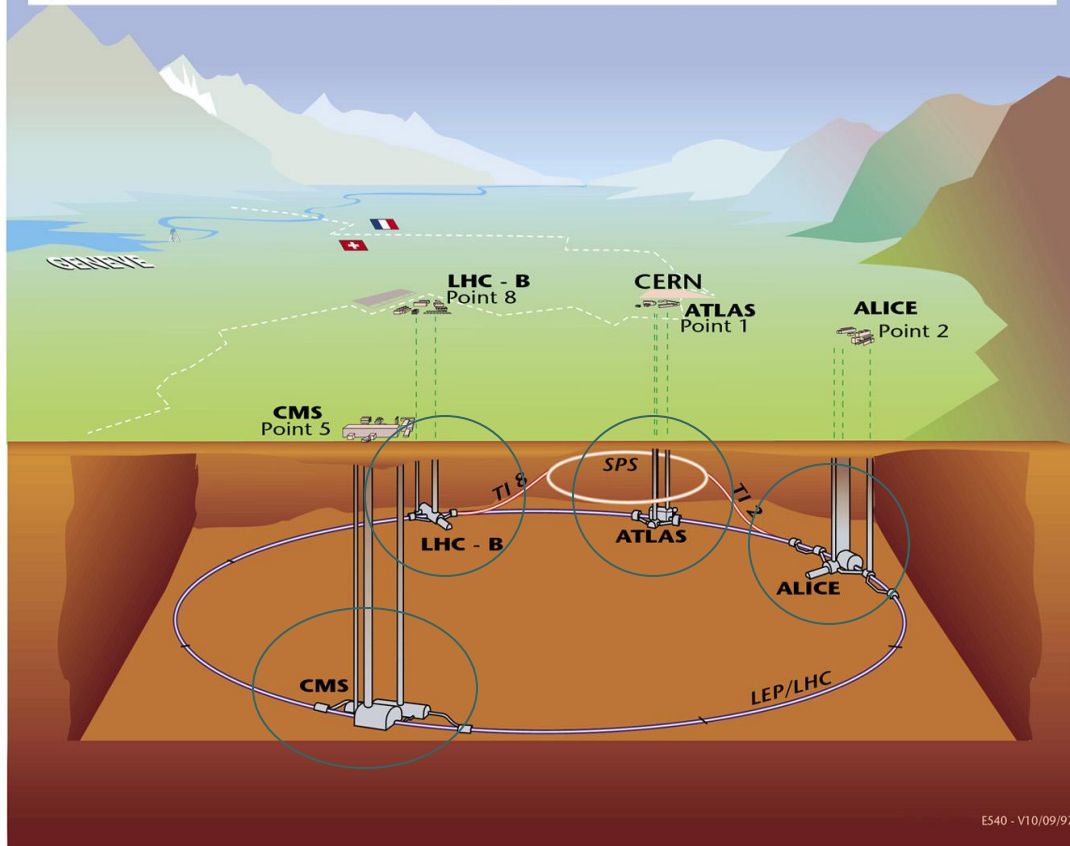




# Los experimentos del LHC

El LHC (Large Hadron Collider/Gran colisionador de hadrones) es el instrumento mas poderoso jamás construido para investigar las propiedades de las partículas.

Overall view of the LHC experiments.

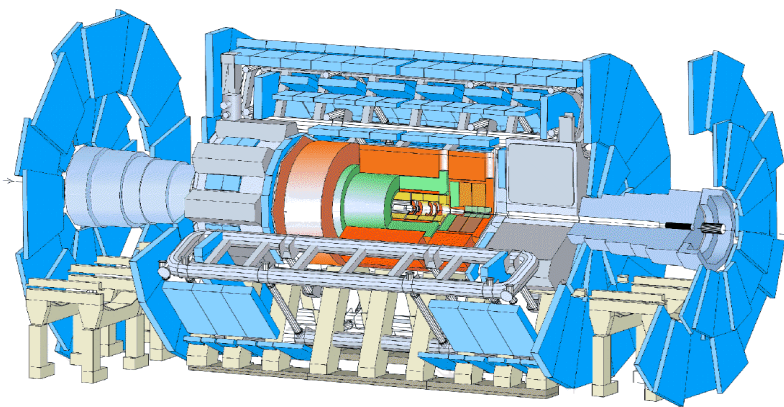


- Cuatro **gigantescas cavernas** subterráneas albergan inmensos detectores
- **Energía mayor** que ningún otro acelerador en el mundo
- Los **haces mas intensos** de partículas colisionantes
- Opera a una temperatura **mas fría** que la del espacio exterior

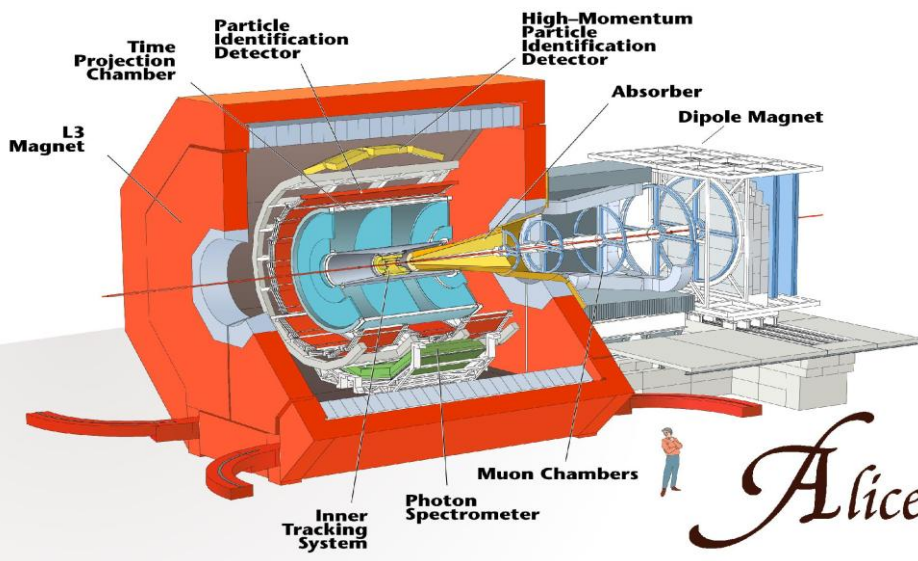
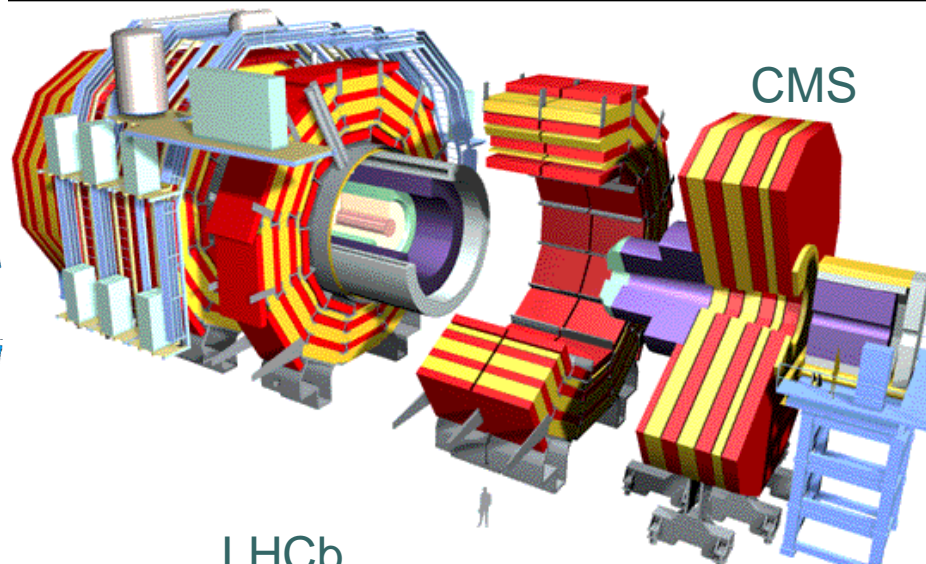


# Los 4 experimentos del LHC

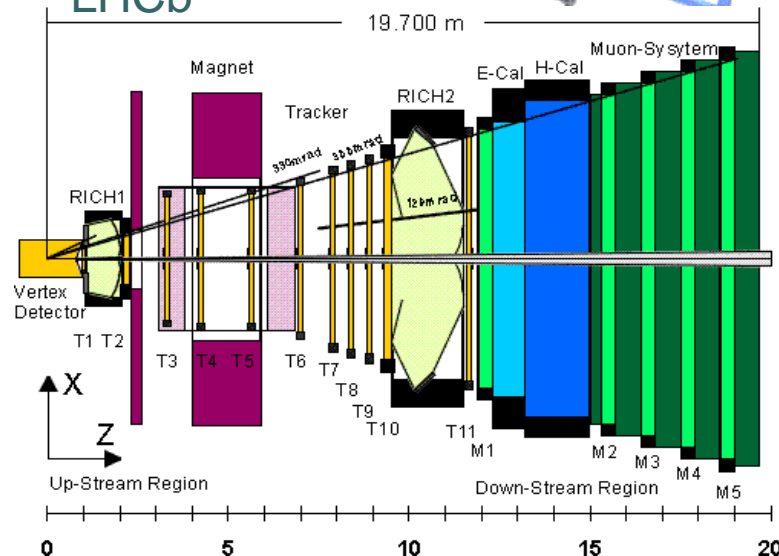
ATLAS



CMS



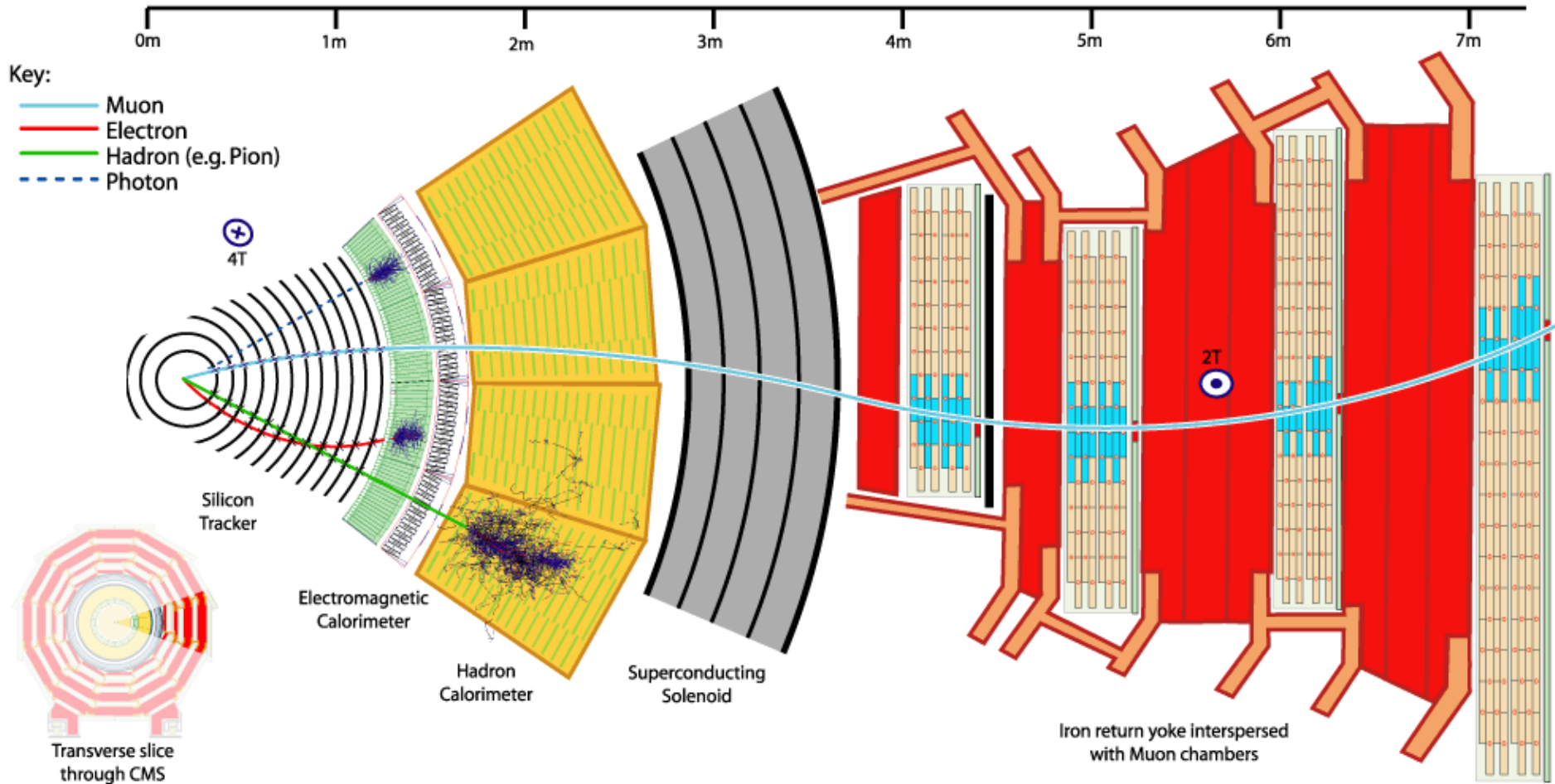
LHCb







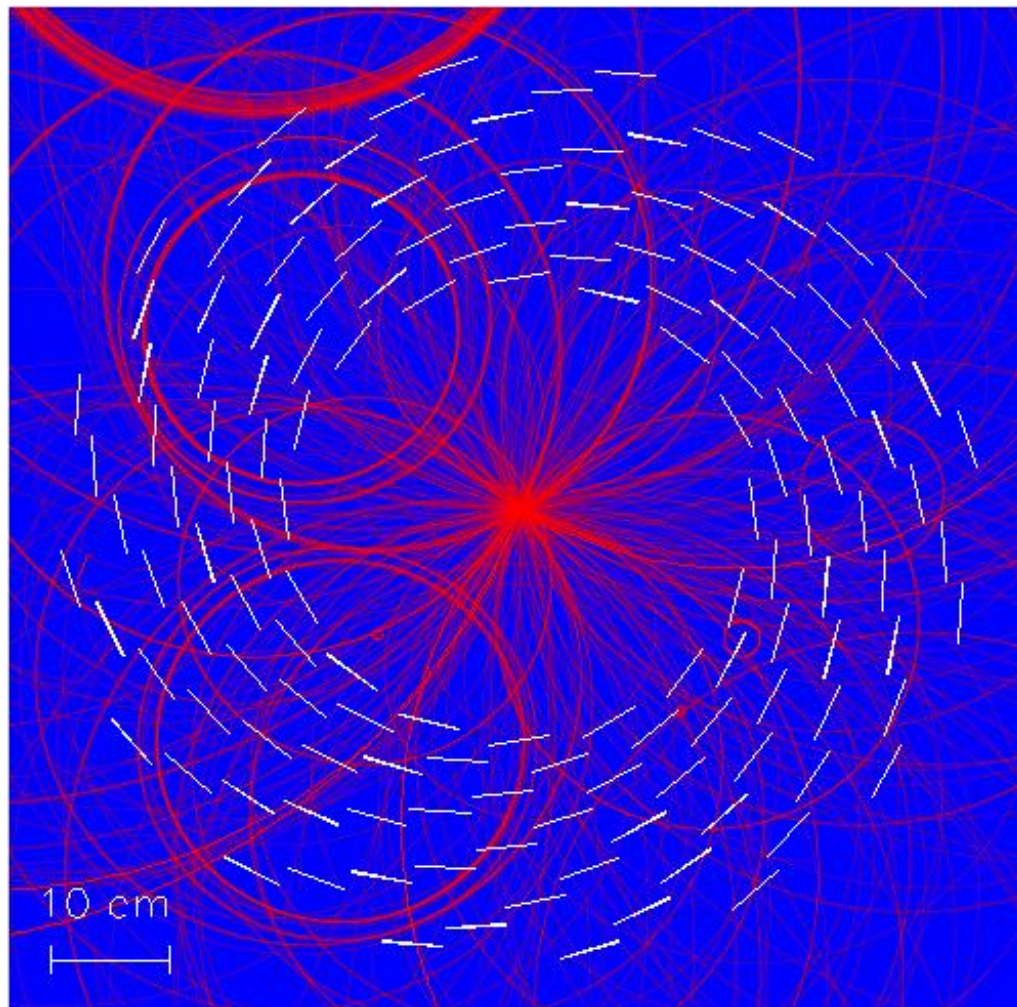
# Anatomía de un Detector





# Rompecabezas

Vista sobre el plano perpendicular a la línea del haz del “inner tracking” de CMS, con un suceso  $H \rightarrow 4\mu$  superpuesto. Los  $\mu$  tienen energía muy alta de manera que dejan trayectorias rectas que se originan en el centro y viajan hacia el exterior.



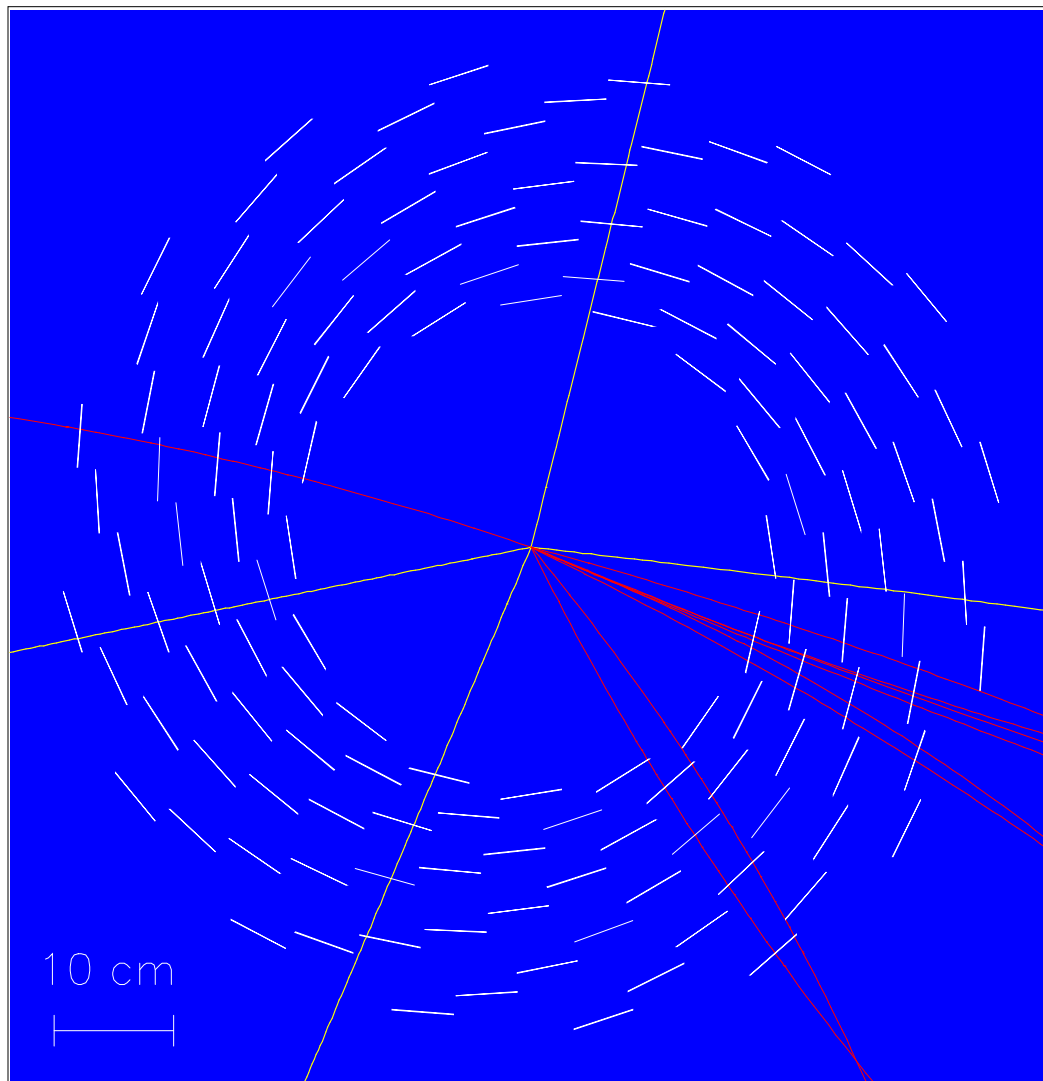
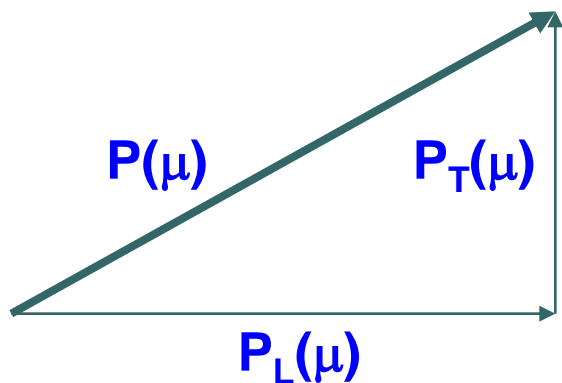
Hay que encontrar 4 trayectorias rectas





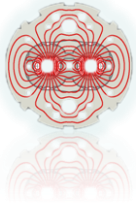
# Solución del rompecabezas

Eliminar todas aquellas trayectorias con momento transversal menor que 2 GeV ( $p_T > 2 \text{ GeV}$ )

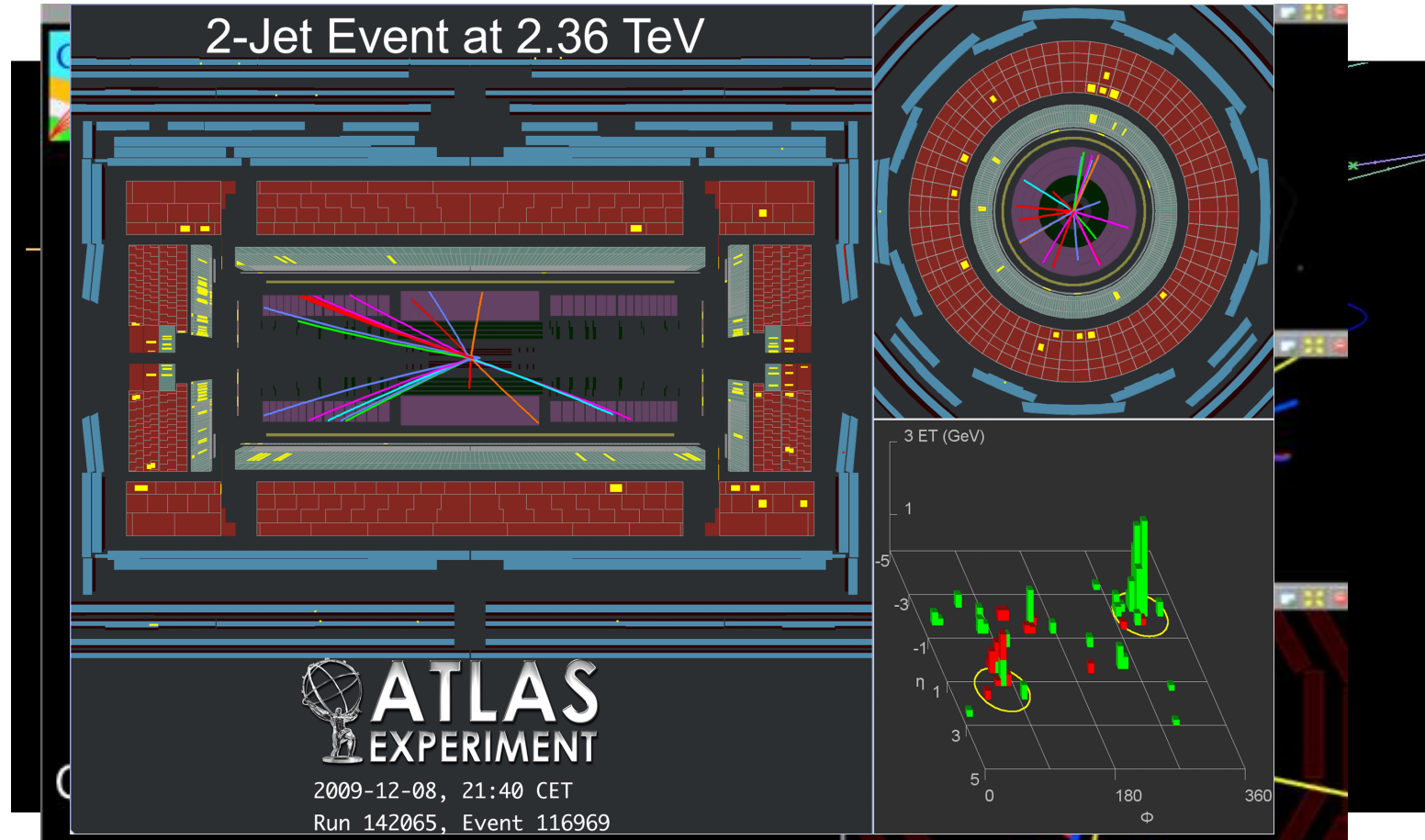




# Noticias del LHC



El LHC ha iniciado con éxito su operación en noviembre 2009:  
primeros sucesos en colisiones a 900 GeV y 2.36 TeV





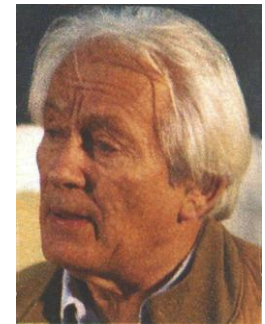


# Caras famosas del CERN

Carlo Rubbia / Simon Van Der Meer  
Premio Nobel 1984



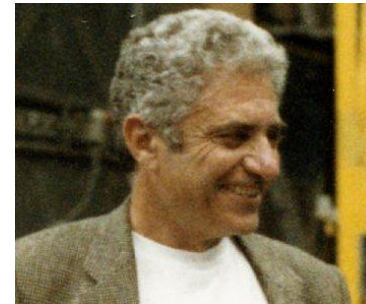
Georges Charpak  
Premio Nobel 1992



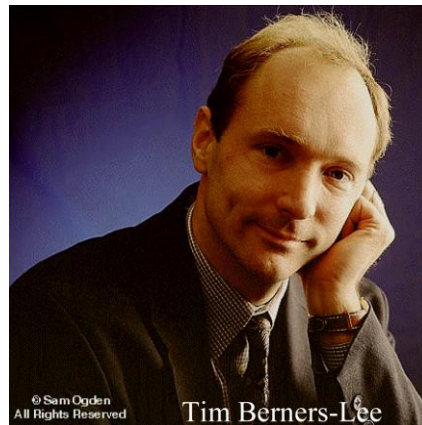
Samuel Ting  
Premio Nobel 1976



Jack Steinberger  
Premio Nobel 1988



Tim Berners-Lee  
La WWW



John Bell  
Fisica cuantica



Andre Lagarrigue  
Corrientes neutras



## I+D asociados a la física de partículas

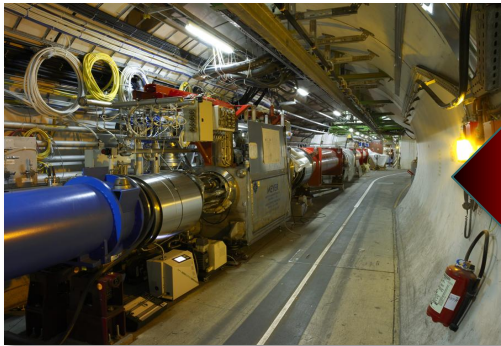
- La investigación en física de partículas al igual que la investigación en otras ciencias básicas requiere, muy frecuentemente, tecnologías todavía inexistentes o que están en un estado primitivo de desarrollo
- Antes de cada gran experimento y, normalmente, durante la operación de los experimentos, se llevan a cabo actividades de I+D en preparación de las necesidades futuras
- Esta actividad de I+D produce resultados que posteriormente son utilizables en la vida normal



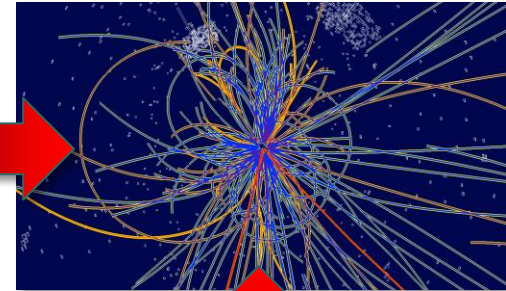
# Tecnologías del CERN - Innovación

Tres áreas clave de tecnología en el CERN

**Aceleración**  
de haces partículas



**Detección**  
de partículas



**Computación a gran-escala (Grid)**







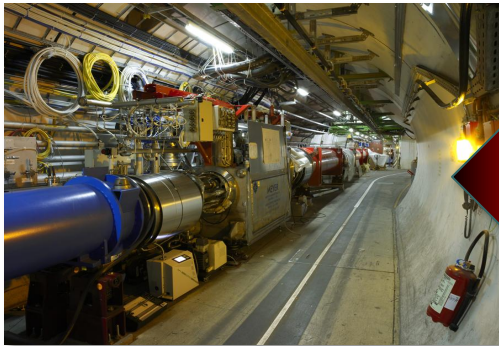
# Tecnologías del CERN - Innovación

## Ejemplo: aplicación médica

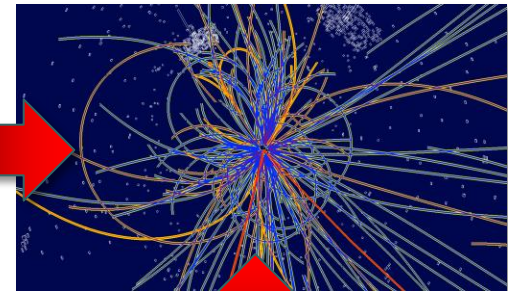
Imaginería médica



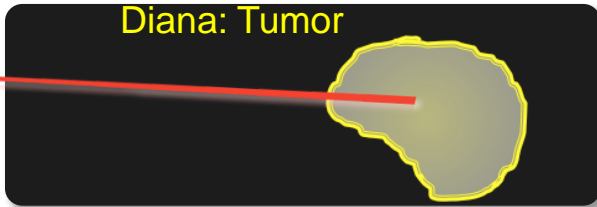
**Aceleración**  
de haces partículas



**Detección de partículas**



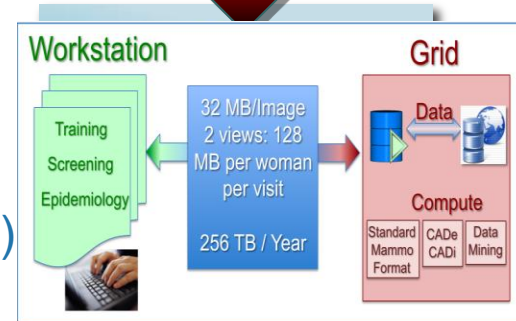
Diana: Tumor



Haz de hadrones cargados que pierde energía en la materia

MedAustron

**Computación a gran-escala (Grid)**

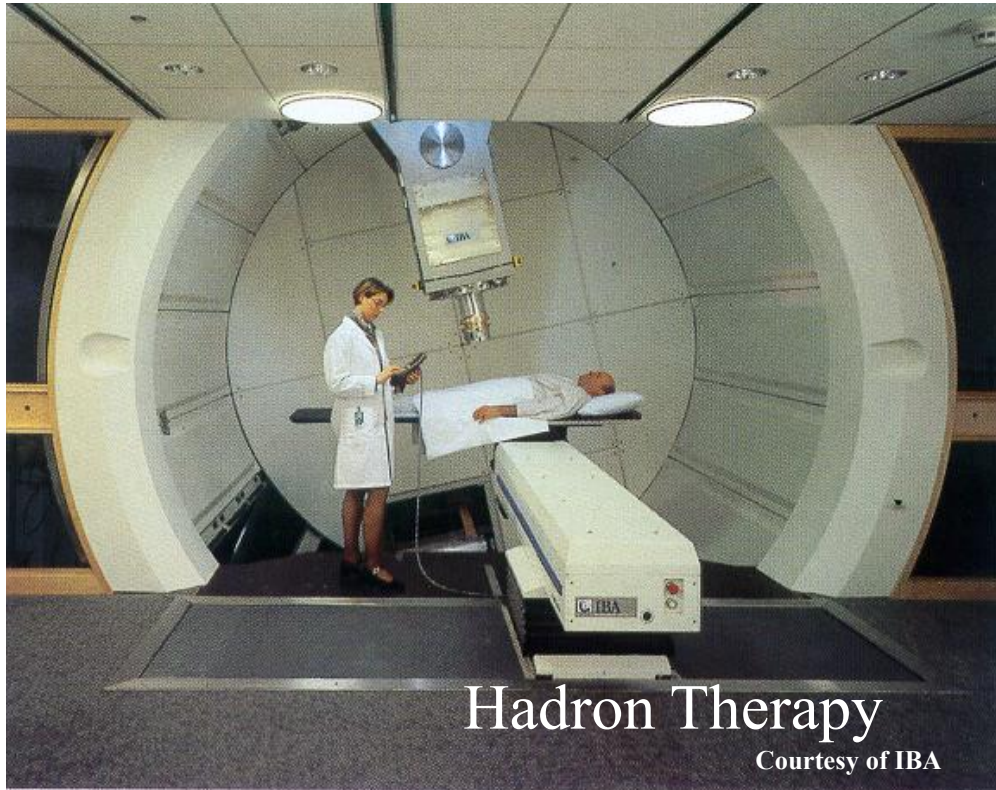


Computación Grid en gestión y análisis de datos medicos



# Tecnología e innovación

Los aceleradores — desarrollados en los laboratorios de física se están utilizando en hospitales



## Hadroterapia

Actualmente unos 9 000 aceleradores de los 17 000 que operan en el mundo, se utilizan en aplicaciones médicas.





# Tecnología e innovación

Los detectores — desarrollados en los laboratorios de física se utilizan en imaginería medica

Tomografía por emisión de positrones

Hospital cantonal de Ginebra

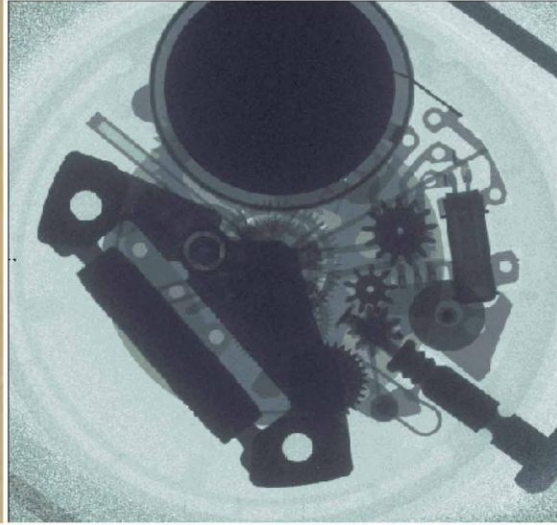


PET (Positron Emission Tomography) es una técnica muy importante para localizar y estudiar ciertos tipos de cáncer utilizando el isótopo Fluor-18 producido en aceleradores de partículas. El PET utiliza antimateria (positrones, la antipartícula del electrón).





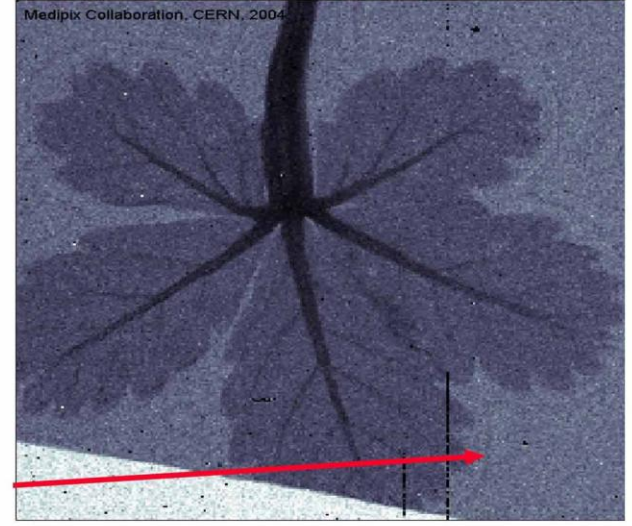
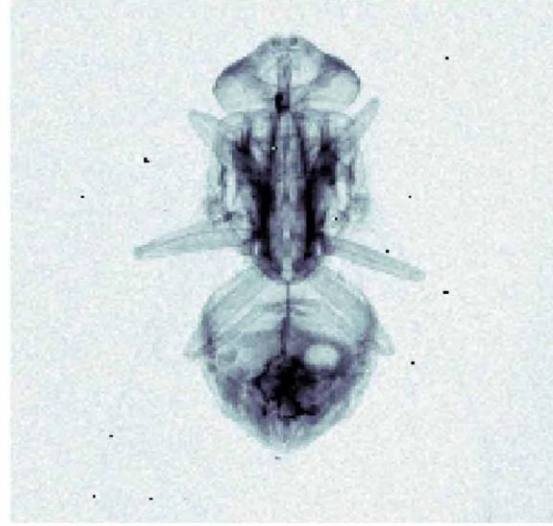
# Tecnología e innovación



## Colaboración Medipix:

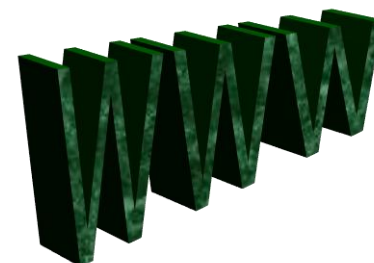
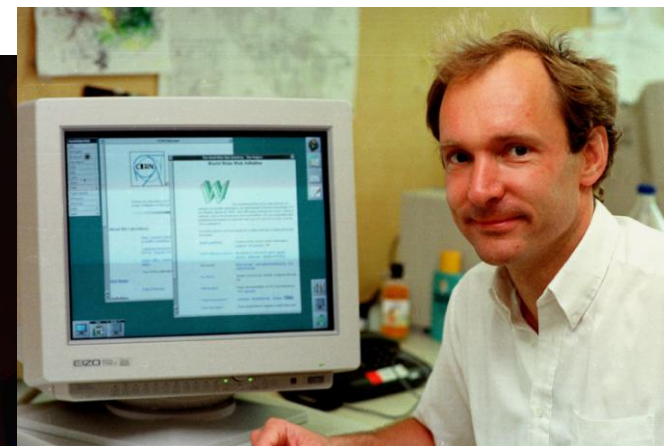
Sistema CMOS de lectura de detectores

Imagen de un anchoa seca





# CERN, Internet y la WWW





## El GRID: una posible solución para las necesidades de computación del CERN



El GRID de computación para el LHC (WLCG) es un proyecto financiado por la Unión Europea. El objetivo es construir la próxima generación de infraestructura de computación que sea capaz de proveer análisis y cálculos intensivos de los datos provenientes de los experimentos LHC.

### **Estrategia:**

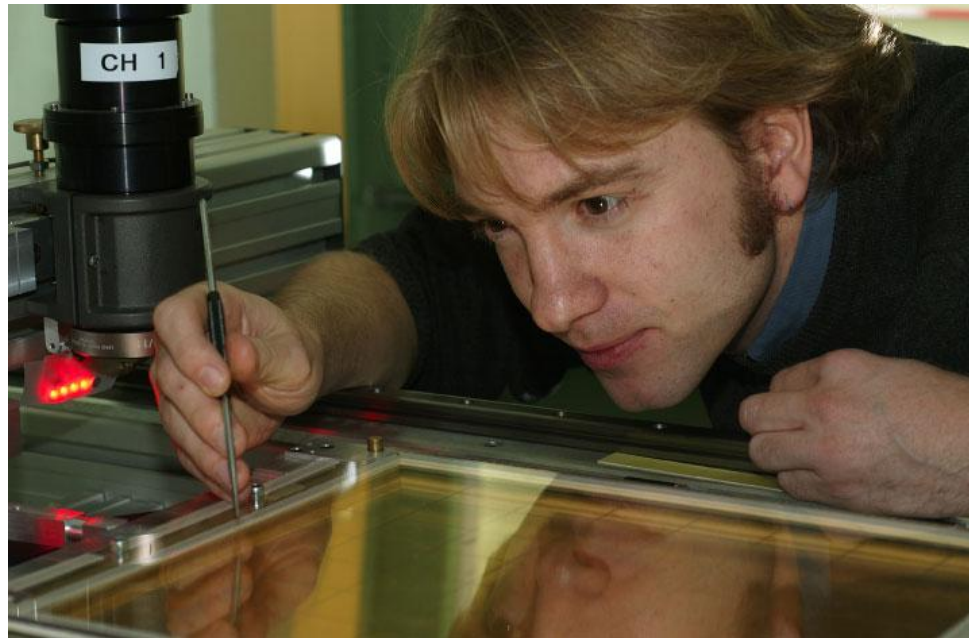
- Integrar miles de ordenadores situados en los muchos institutos que participan a nivel mundial en los recursos globales de computación
- Basarse en el software desarrollado o siendo desarrollado en proyectos avanzados de tecnología grid en Europa y en USA





# Educación y entrenamiento

de los científicos e ingenieros del mañana...



Desde talleres mini-Einstein para edades de cinco a seis años hasta escuelas profesionales de física, aceleradores e informática, el CERN tiene un papel importante en la creación de entusiasmo por la ciencia y en la provisión de entrenamiento formal...



# Actividades educativas del CERN

## Científicos en el CERN

Programa de enseñanza académica



## Jóvenes investigadores

Escuelas de Física de Altas Energías  
Escuela de Computación  
Escuelas de Aceleradores



## Estudiantes de física

Programa de estudiantes de verano



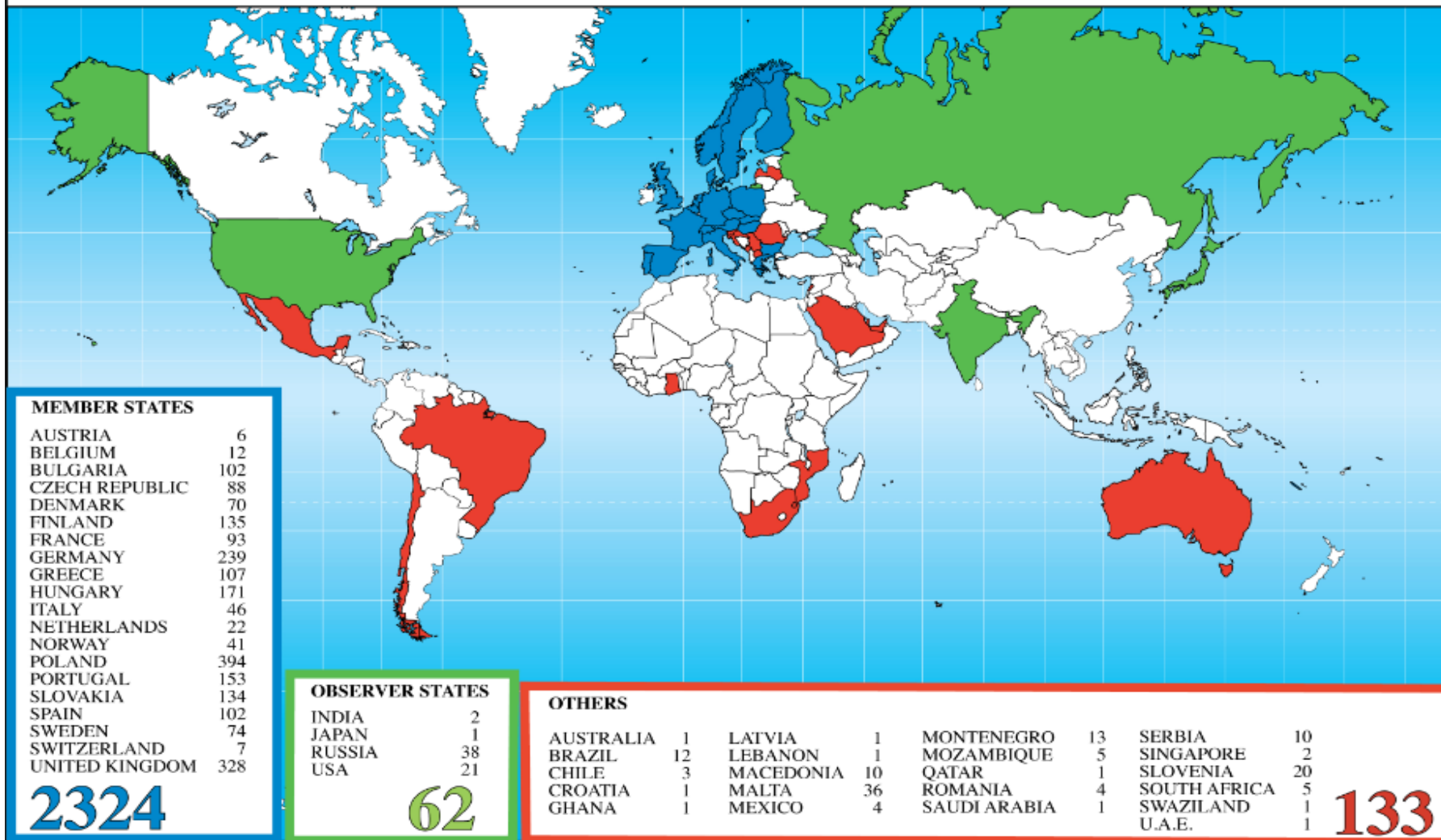
## Escuelas para profesores EM

Programas internacionales y nacionales



# Actividades educativas del CERN

## CERN Teacher Programmes 2006 - 2009







# Educación y entrenamiento

- Becarios (posición de 2 años extensible a 3)
  - Investigación en física de partículas
  - Física e ingeniería aplicada
- Asociados (posición de 1 año – Sabático)
  - Profesores, investigadores e ingenieros que colaboran en las actividades del CERN
- Estudiantes (entre 13 semanas y 3 años)
  - de doctorado (temas de física aplicada o ingeniería)
  - técnicos (proyecto fin de carrera)
  - de verano (física de partículas, ingeniería)
- Outreach (HST, escuelas)



# España en el CERN



Galicia (2+1)

Cantabria (1)

Aragón (1)

Cataluña (2+2)

Madrid (3+3)

Extremadura (0+1)

Valencia (3+1)

Andalucía (1+2)

**ALICE** (CIEMAT, USC)

**ATLAS** (UAB, CNM, UV, UAM)

**CMS** (UAM, CIEMAT, UO, UC)

**LHCb** (UB, USC)

Staff 101      Fellows 22

PJAS 20      TECH 12

Users 269



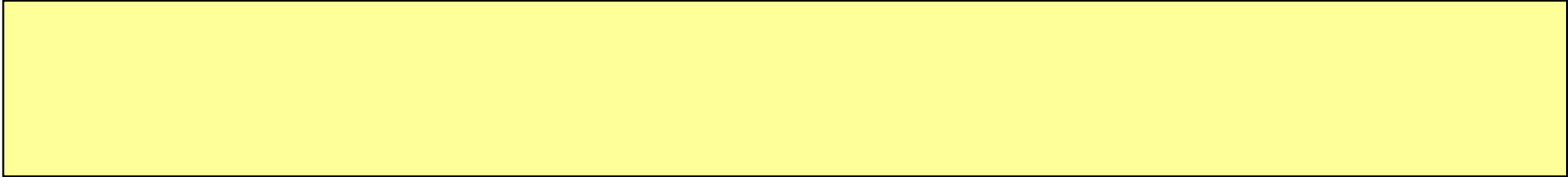
# En conclusion, ...

- Buscamos respuestas a las preguntas fundamentales sobre el universo.
- Nuestras necesidades en aceleradores y detectores hacen que desarrollemos tecnologías mas allá de los límites actuales.
- Formamos a los científicos e ingenieros del mañana mediante el trabajo cotidiano y a través de nuestros programas de educación.
- Unimos las naciones a través de la ciencia.



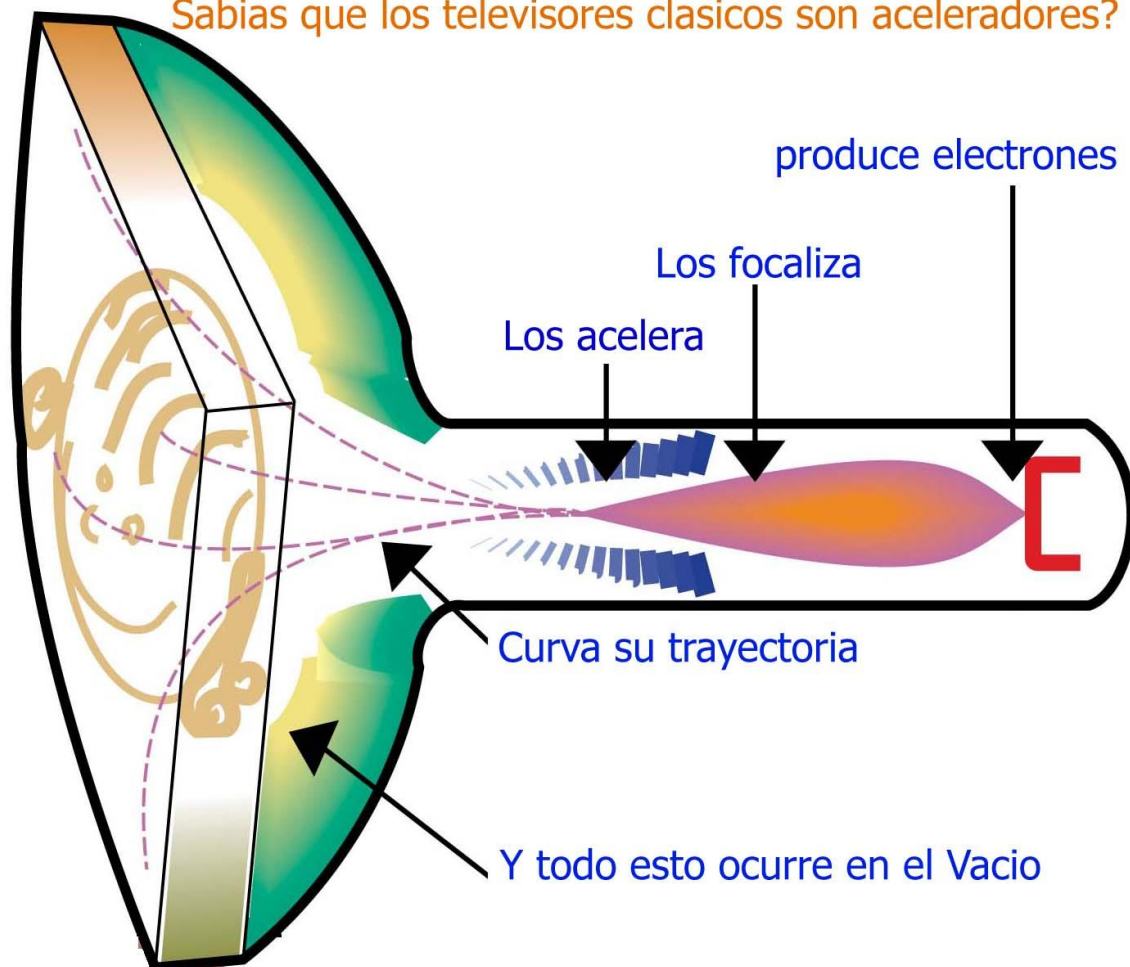


# Transparencias adicionales



# Un acelerador simple

Sabias que los televisores clasicos son aceleradores?



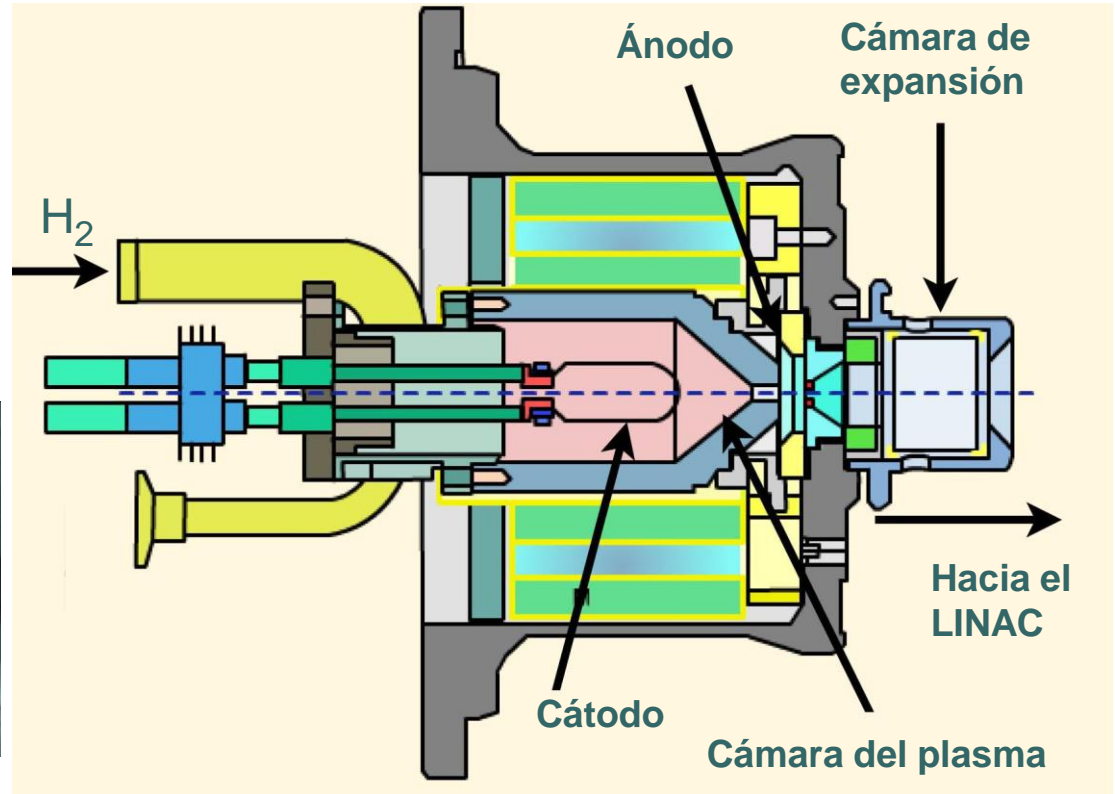
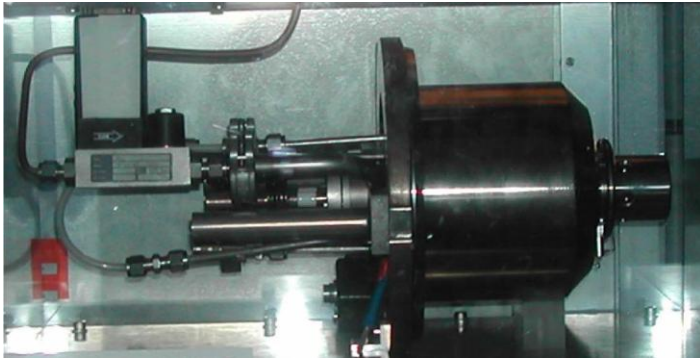
En tu televisor los electrones son acelerados a 20 000 voltios.  
En el LEP son acelerados a 100 000 000 000 voltios.





# Producción de partículas (protones): fuente duoplasmatron

Los protones se producen por la ionización del plasma de  $H_2$  potenciada con un haz de electrones



Los protones salientes por la apertura de  $\sim 1 \text{ mm}^2$  de la fuente tienen una velocidad del 1,4% de la velocidad de la luz, i.e.,  $\sim 4000 \text{ km/s}$

El SPACE SHUTTLE viaja a una velocidad de solo  $8 \text{ km/s}$



# LEP versus LHC: Imanes, un cambio en la tecnología

Curvatura:  $p(\text{TeV}) = 0.3 \text{ B(T)} \times R \text{ (km)}$

Radio del acelerador:  $R = 4.3 \text{ km}$

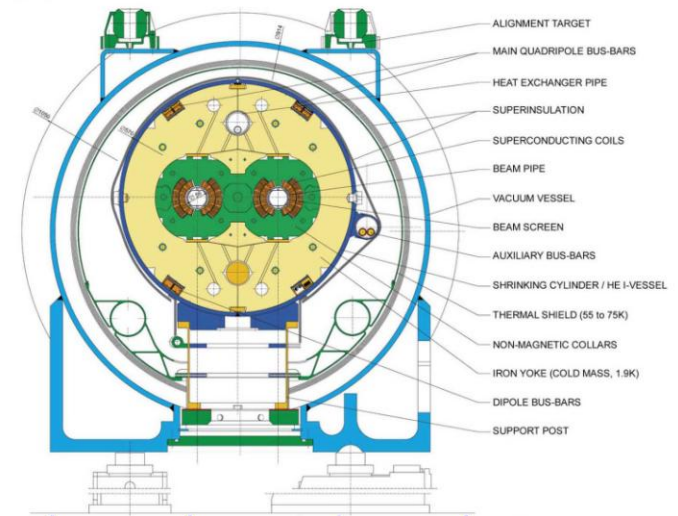
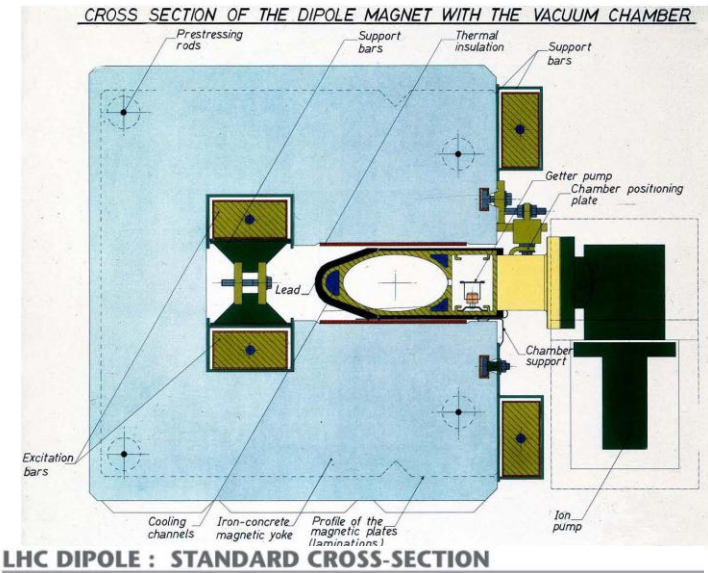
LHC:  $7.0 \text{ TeV} \rightarrow B = 8.3 \text{ T} \rightarrow$  superconductores

LEP:  $0.1 \text{ TeV} \rightarrow B = 0.1 \text{ T} \rightarrow$  temp. Ambiente

(El campo magnético terrestre esta comprendido entre 24 000 y 66 000 nT)

Los protones pueden aumentar su energía mas que los electrones porque emiten menos radiación sincrotón. Las pérdidas energéticas por emisión de radiación sincrotón son inversamente proporcionales a la masa de la partícula acelerada.

Los imanes de curvatura (dipolos) y los focalizadores (cuádruplos) requieren gran intensidad de campo magnético.

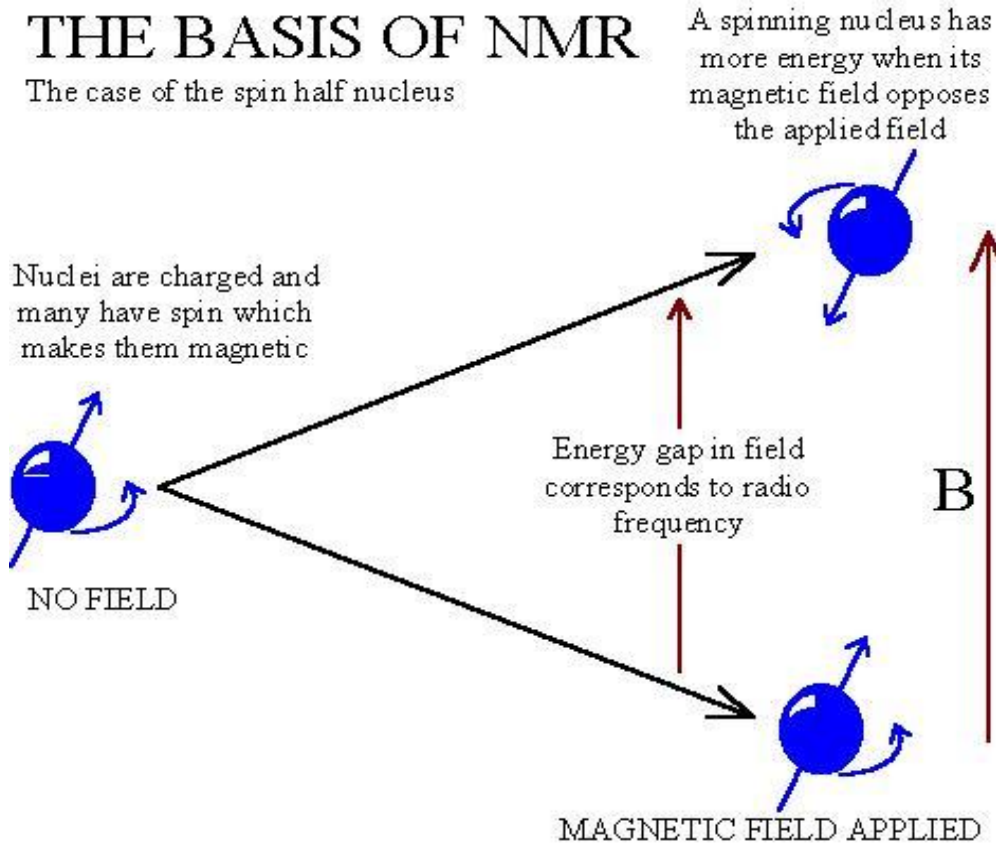




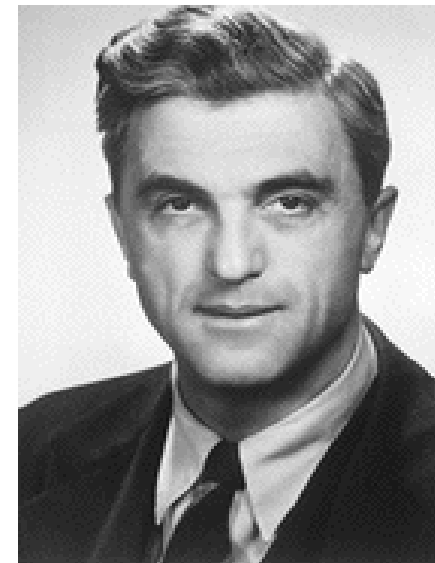
# Tools for (medical) physics: Nuclear Magnetic Resonance

## THE BASIS OF NMR

The case of the spin half nucleus



1938-1945  
Felix Bloch and Edward Purcell  
discover and study  
NMR

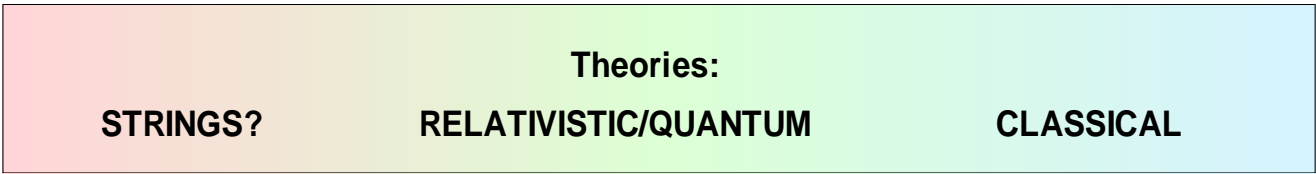
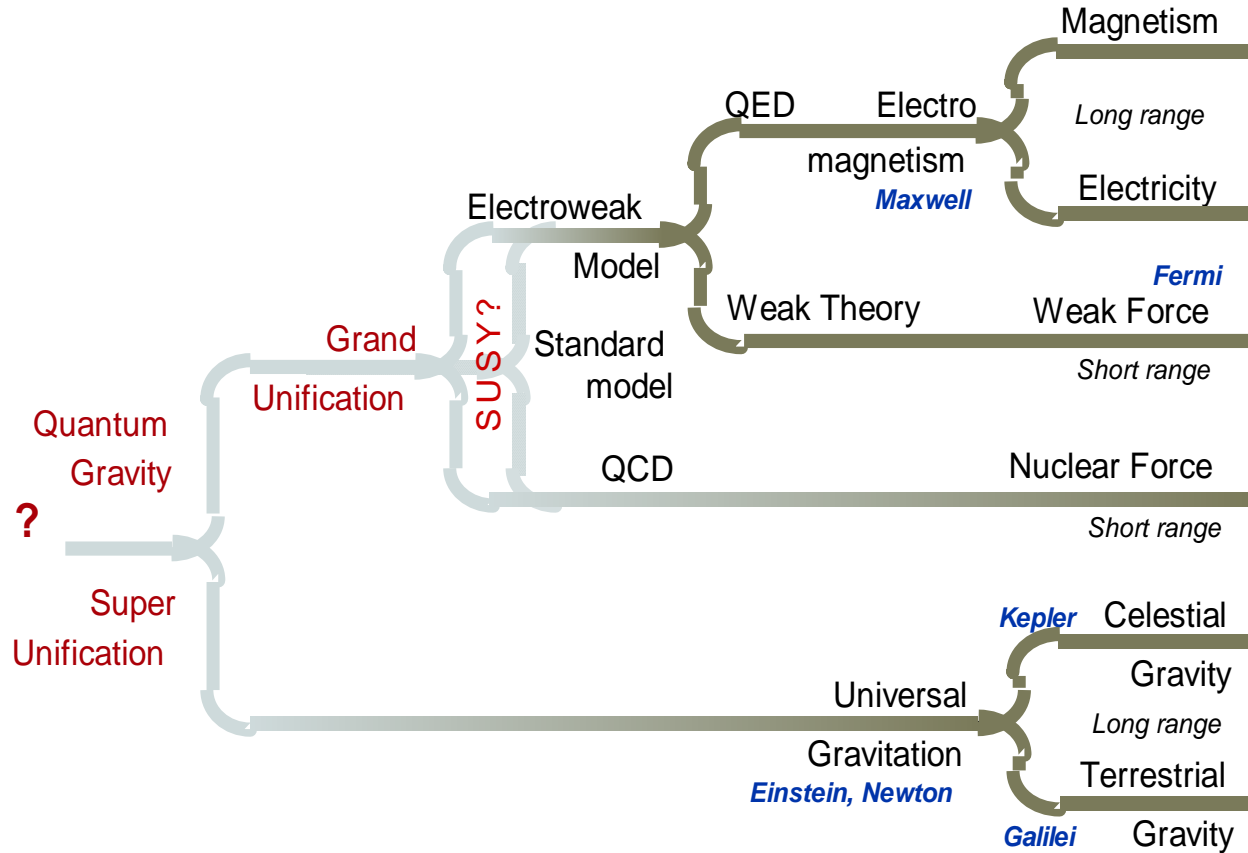


In 1954 Felix Bloch became  
the first CERN Director General





# Unificación de las fuerzas fundamentales





# Porque aceleradores?

⇒ Investigación en física de Partículas

La física de partículas estudia la materia en sus dimensiones mas ínfimas

La astrofísica estudia la materia en sus dimensiones mas grandes



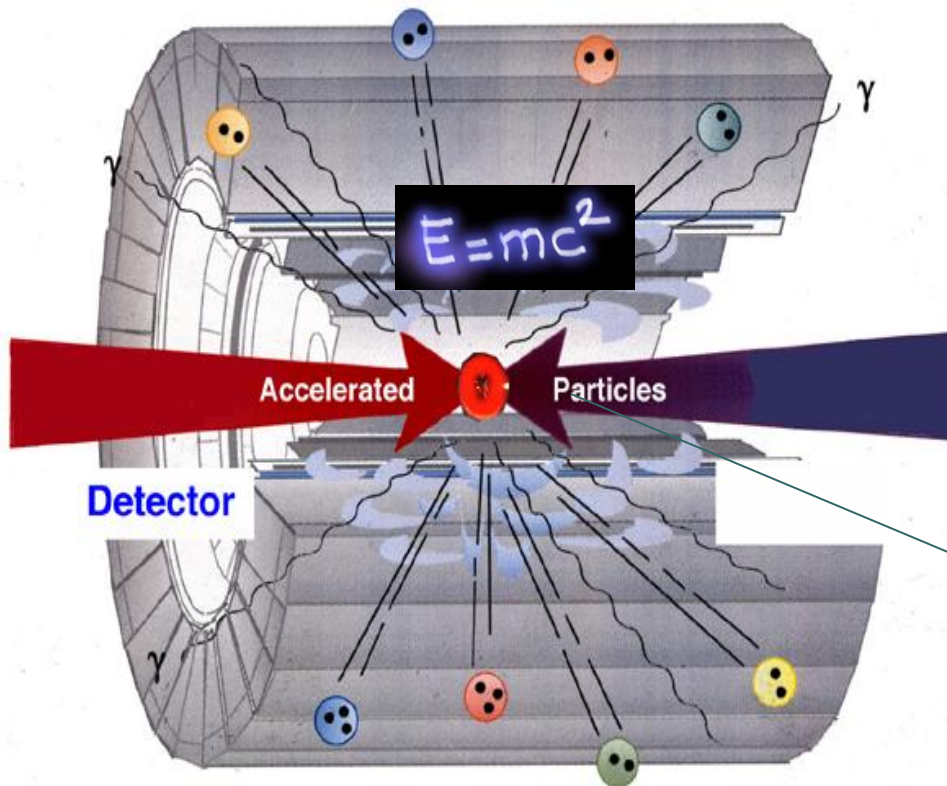
$10^{-15}$   $10^{-12}$   $10^{-9}$   $10^{-6}$   $10^{-3}$   $10^0$   $10^3$   $10^6$   $10^9$   $10^{12}$   $10^{15}$   $10^{18}$   $10^{21}$   $10^{24}$  m



**THE TWO FRONTIERS OF PHYSICS**

**LAS DOS FRONTERAS DE LA FISICA**

# Los métodos en la física de partículas



1) Concentrar energía sobre las partículas (**acelerador**)

2) **Colisionar las** partículas (recrear las condiciones de después del Big Bang)

3) Identificar con el **Detector** las partículas creadas (búsqueda de nuevos fenómenos)

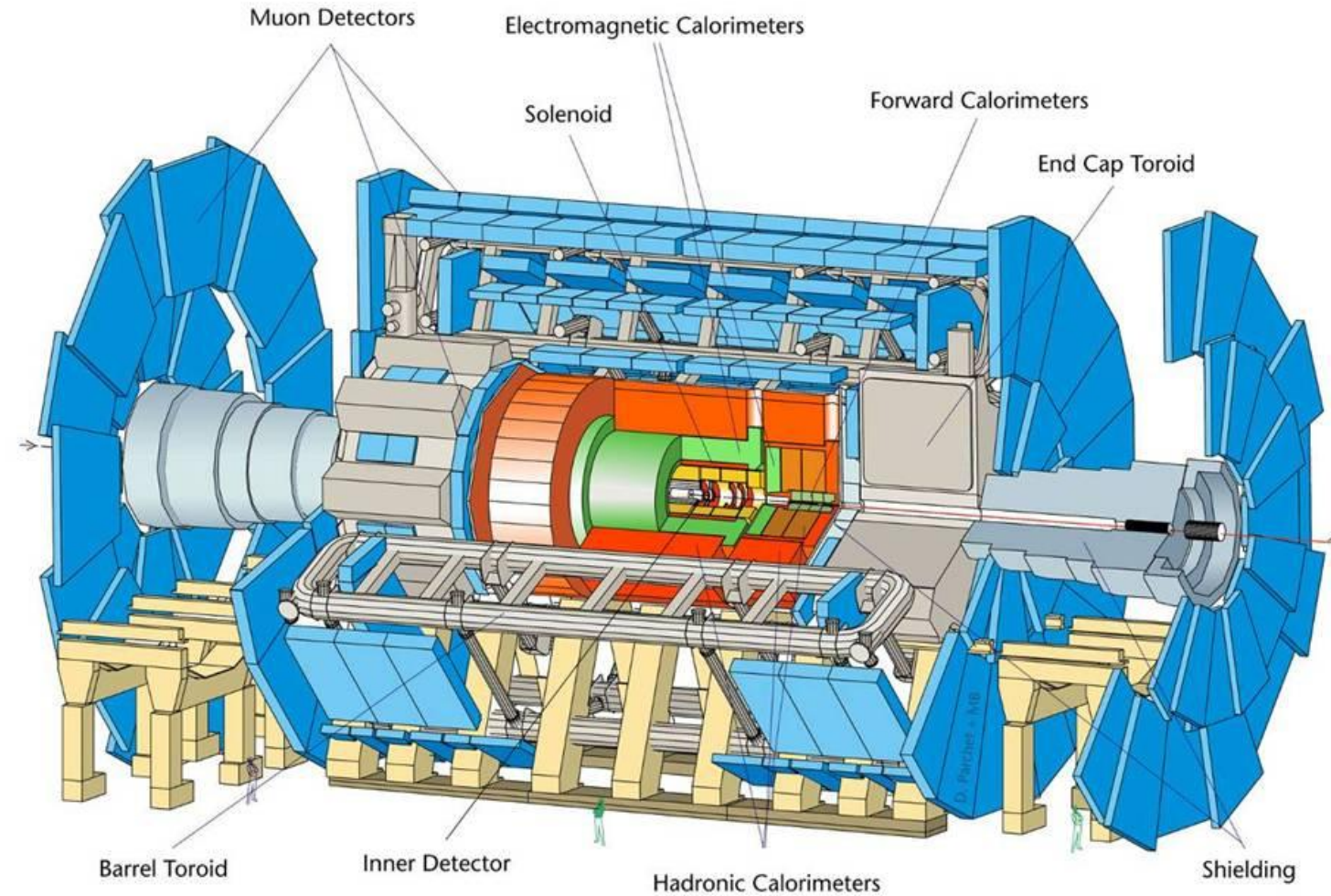




# El experimento ALICE



# El experimento ATLAS





# El experimento CMS

**IMAN SUPERCONDUCTOR**

**CALORIMETROS**

**ECAL**  
Cristales centelladores  
de PbWO<sub>4</sub>

**HCAL**  
Plásticos centelladores  
intercalados con bronce

**Yugo de hierro**

**TRACKER**  
Silicon Microstrips  
Pixels

Peso total : 12,500 t  
Diámetro total : 15 m  
Longitud total : 21.6 m  
Campo magnético : 4 Tesla

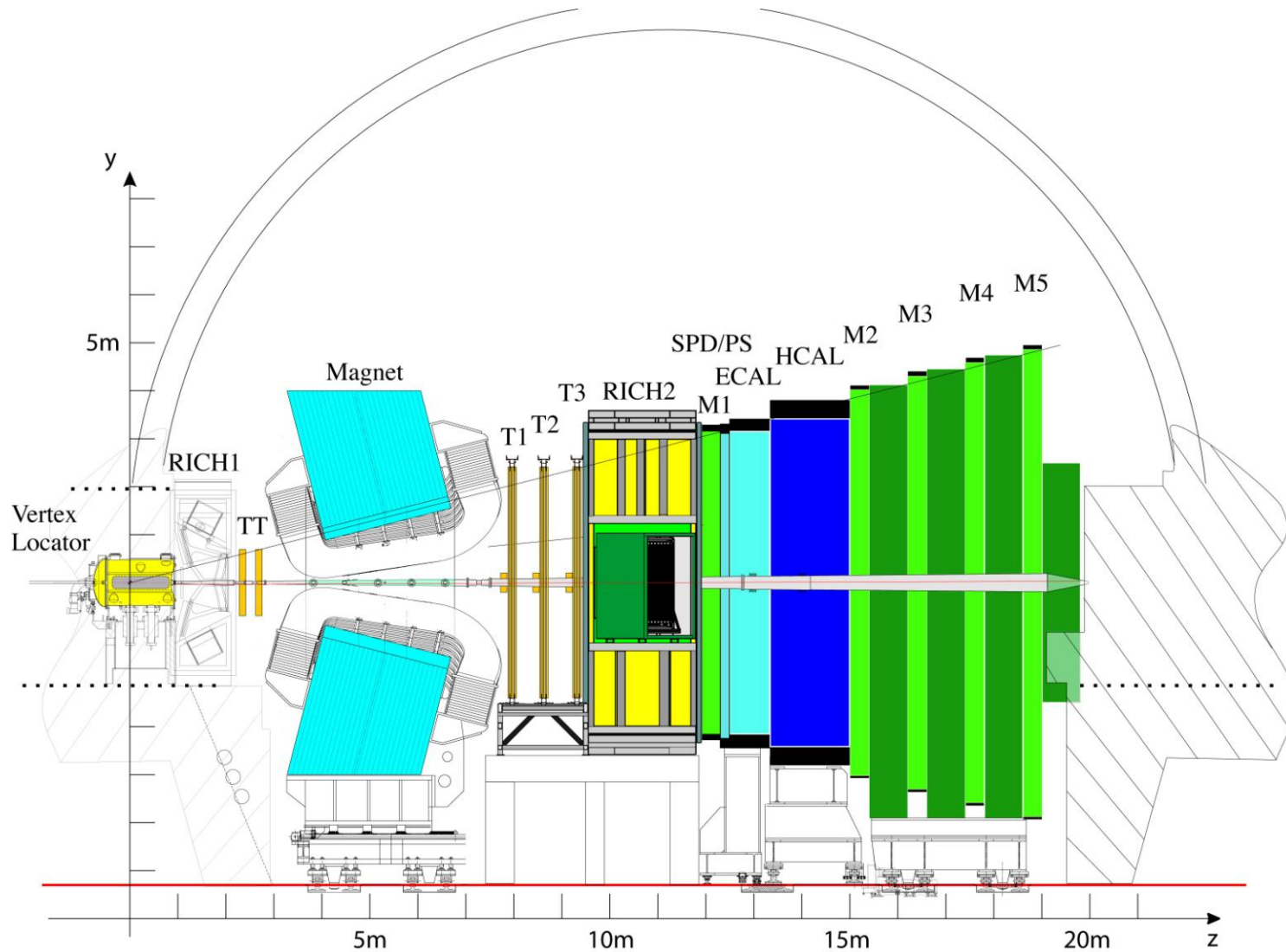
**3 g/cm<sup>3</sup>**

**Detector de MUONES (Barril)**  
Cámaras de  
tubos de deriva      Cámaras de  
placas resistivas

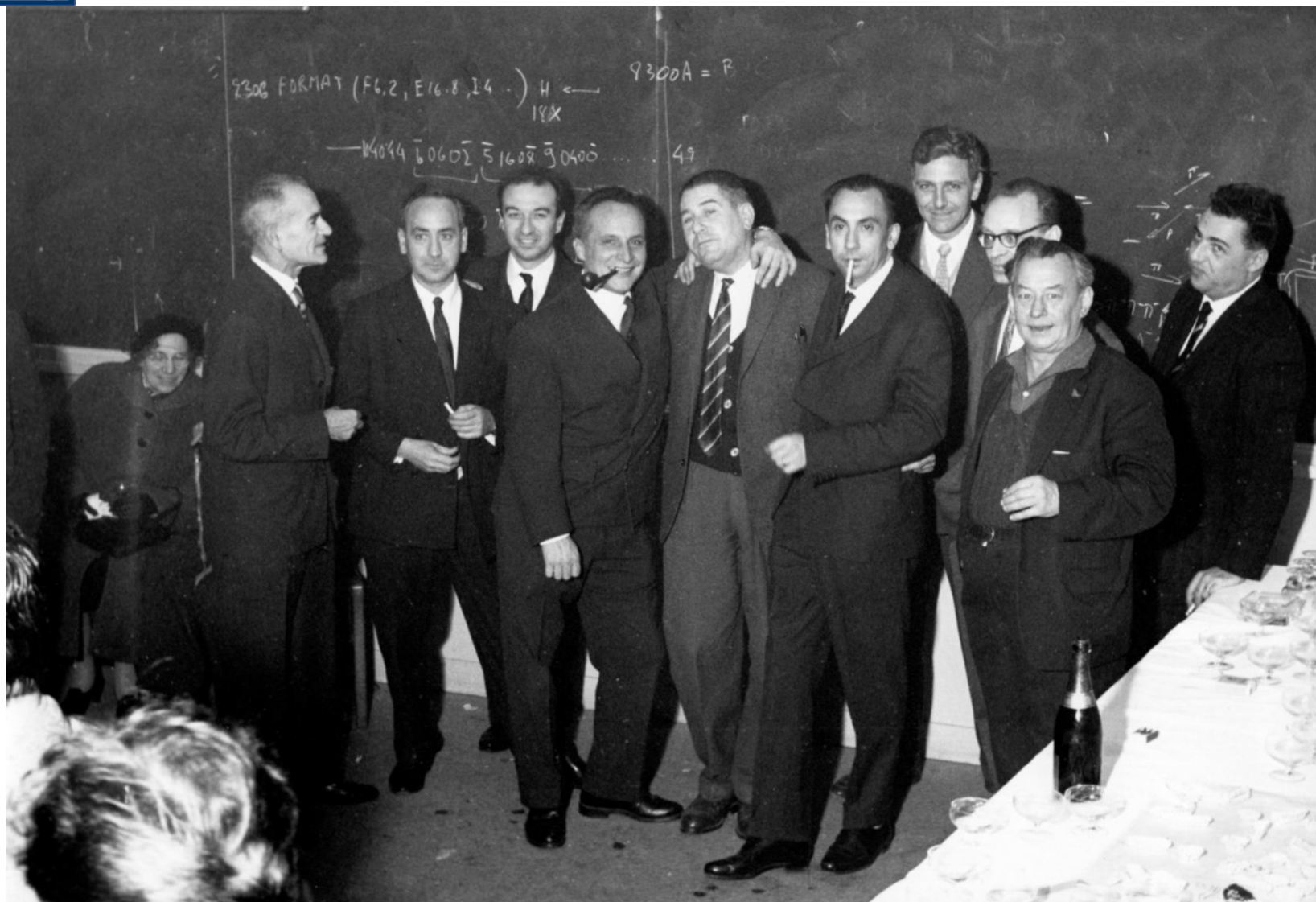
**Tapas laterales  
de MUONES**  
Cámaras de strips catódicos  
Cámaras de placas resistivas



# El experimento LHCb



# Algunas caras entrañables





H.E. Dr Daniel Petru Funeriu  
Minister of Education, Research, Youth and Sport  
Romania

Thursday 11th February 2010

I have been deeply impressed by the size, complexity and scope of the CERN site. It is a "city of science" in itself that is inhabited by the elite of the scientific community from around the world. Romania is now part of it and I am sure that today starts the long and lasting friendship between CERN and the Romanian scientists.

Daniel P. Funeriu





# Datos del LHC



- 40 millones \* 20 colisiones por segundo
- Después del filtrado, 100 colisiones de interés por segundo
- Un Megaoctete de datos digitales por cada colisión = velocidad de grabación de 0.1 Gigaoctete/segundo
- varias veces  $10^9$  colisiones registradas cada año = hasta 10 Petaoctete/año de datos

**1 Megaoctete (1MB)**  
*Una foto digital*

**1 Gigaoctete (1GB)**  
= 1000 MB  
*Un video DVD*

**1 Teraoctete (1TB)**  
= 1000 GB  
*Producción mundial anual de libros*

**1 Petaoctete (1PB)**  
= 1000 TB  
*Producción anual de un experimento LHC*

**1 Exaoctete (1EB)**  
= 1000 PB  
*Producción mundial anual de información*

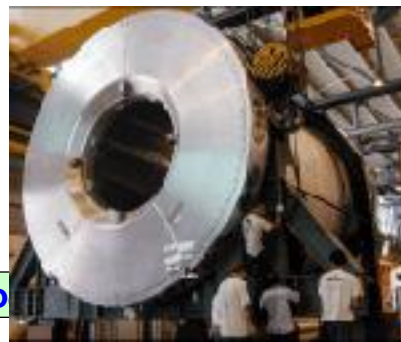
**CMS**



**LHCb**



**ATLAS**



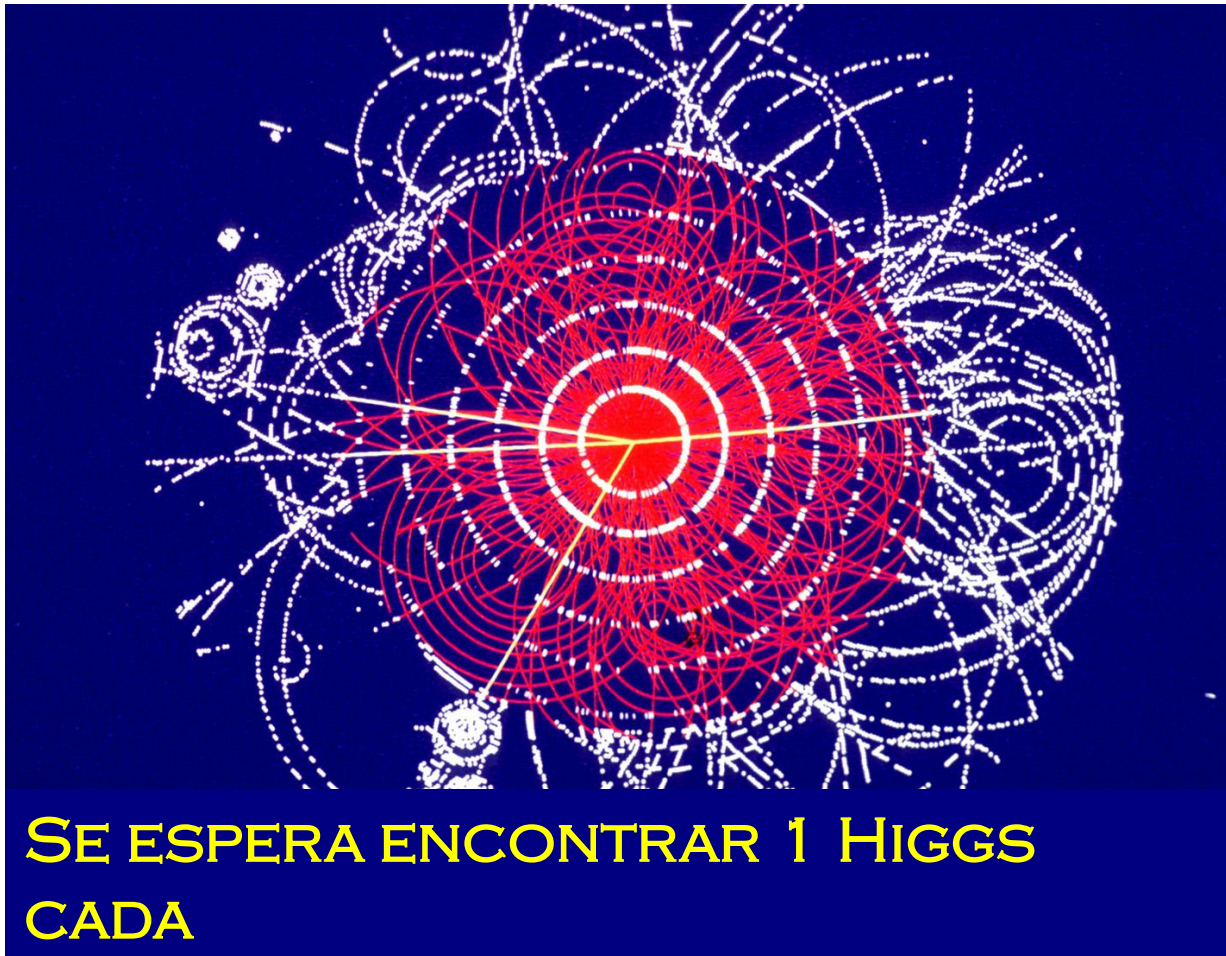
**ALICE**





# Característica del Higgs en el LHC

Los dos haces de protones colisionarán frontalmente en el LHC 800 millones de veces por segundo



**SE ESPERA ENCONTRAR 1 HIGGS  
CADA**

**1,000,000,000,000 DE SUCEOS**



# World LHC Computing Grid (WLCG)

## Grid de computación para el LHC



### Como funciona?

- El Grid se basa en una capa de software avanzado, denominada **middleware**, que asegura comunicación ininterrumpida entre los diferentes ordenadores y las diferentes partes del mundo
- La máquina de búsqueda del Grid **no solamente encontrará los datos que necesita el científico sino que además proveerá las técnicas de procesado de datos y la capacidad de cálculo para ejecutarlas**
- Distribuirá las tareas de computación a **cualquier sitio en el mundo donde existan recursos de calculo sin utilizar, y devolverá el resultado al científico**





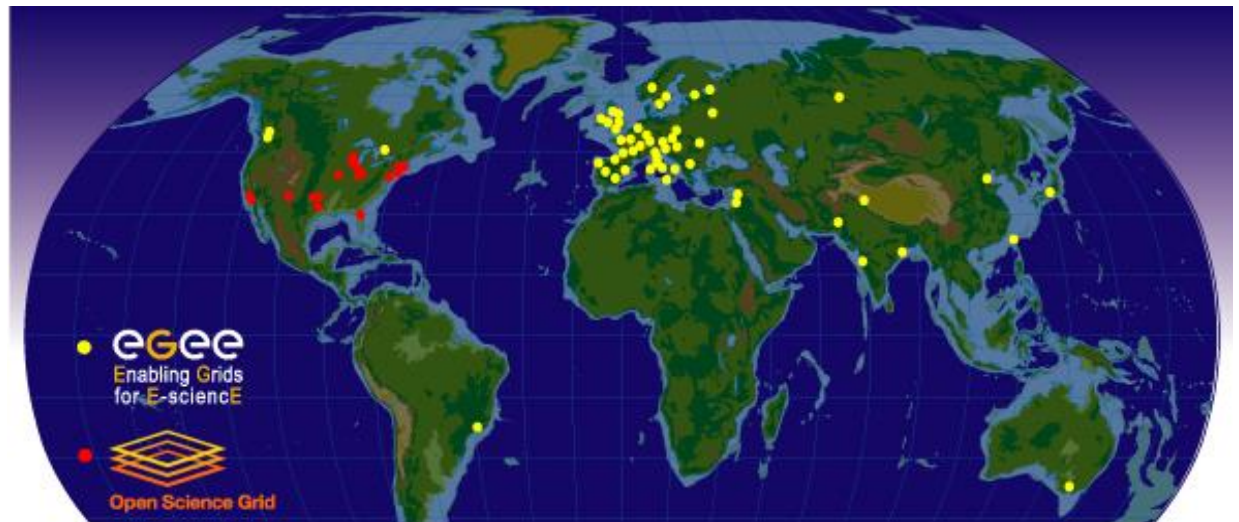


# Interoperabilidad entre infraestructuras Grid



- Interoperabilidad entre EGEE (Enabling Grids for E-Science) y OSG (Open Science Grid)
- Envío de tareas cruzadas
- Operación básica integrada
- El proyecto WLCG es el resultado de una fuerte colaboración entre experimentos, desarrolladores e instituciones
- Actualmente contamos con mas de 200 instalaciones Grid en 34 países
- Y... La Grid es una realidad! Ya se esta utilizando en producción.

Si la web nos permite compartir información, la Grid nos permite compartir potencia de calculo y de almacenamiento de datos en cualquier sitio del mundo.



*A map of the worldwide LCG infrastructure operated by EGEE and OSG.*



# Suceso multijet registrado en ATLAS



**Jet Event at 2.36 TeV Collision Energy**

2009-12-14, 04:30 CET, Run 142308, Event 482137

<http://atlas.web.cern.ch/Atlas/public/EVTDISPLAY/events.html>



# Suceso multijet registrado en CMS



CMS Experiment at the LHC, CERN  
Date Recorded: 2009-12-14 05:41 CET  
Run/Event: 124120/16701049  
Candidate Multijet Event at 2.36 TeV

