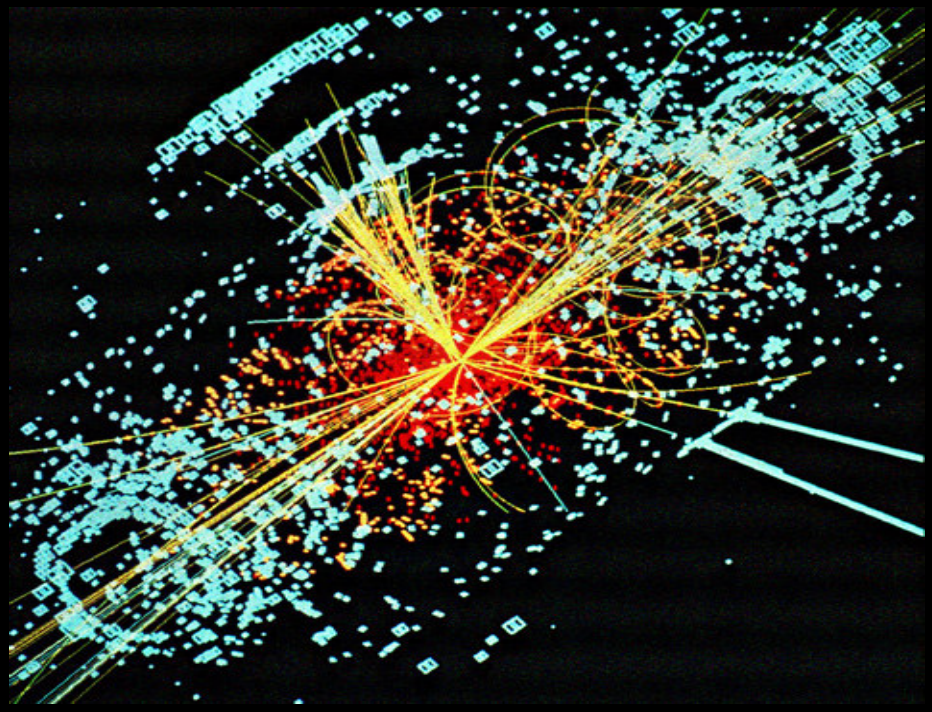
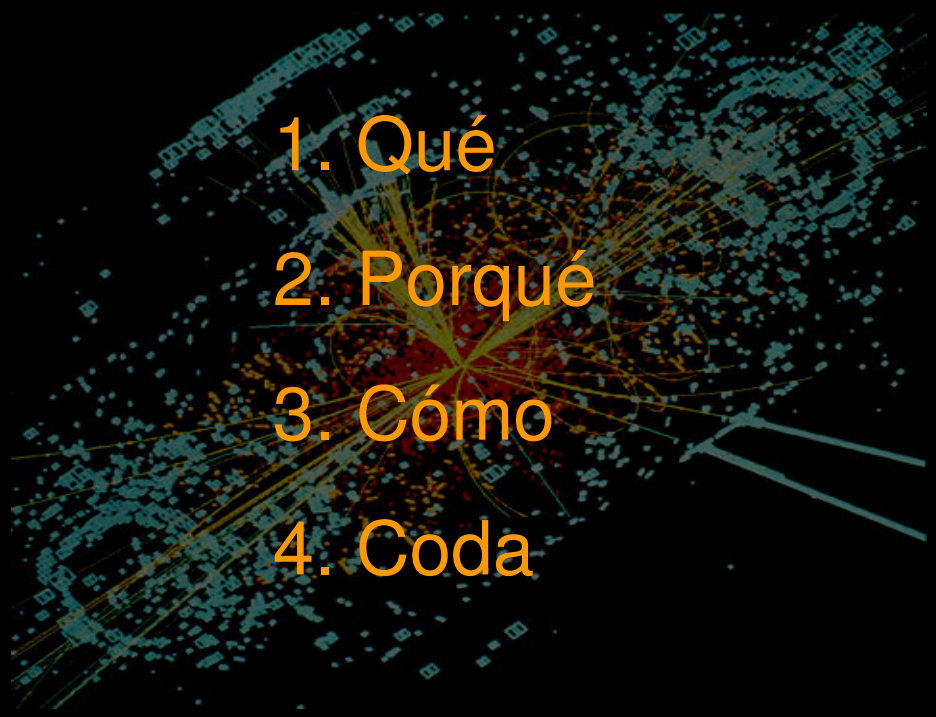
LHC : Large Hadron Collider

Gran colisionador de hadrones



LHC : Large Hadron Collider

Gran colisionador de hadrones



1. Qué
2. Porqué
3. Cómo
4. Coda

LHC : Qué

Large:

- energía disponible 14 Tev (energía típica atómica eV)
- tamaño del tunel 27 km
- costo de construcción 4000 Meuros

Hadron Collider:

- colisiones protón – protón

mosquito volando = 1TeV

LHC : Qué

Objetivos centrales:

- detectar el bosón de Higgs
  (masa 114 – 170 GeV/c^2)
- medir asimetría materia-antimateria
  (mesones B)
- recrear materia en condiciones del Big Bang
  (10^{-20} sec o 3×10^8 km; T ~ 10^{13} K en colisiones Pb –Pb, 10^5 T_{Sol})

Eventualmente:

- observar "partículas supersimétricas" (masas 100 – 300 GeV/c^2)
- detectar candidatos de materia oscura
- "observar" dimensiones extra del espacio
- verificar mecanismos alternativos al "Higgs"
- ……..

LHC : Qué

Bosón de Higgs: trabajos teóricos de 1964 de

Peter Higgs,	Phys.Rev.Lett. 13, 508
Guralnik, Hagen, Kibble	Phys.Rev.Lett. 13, 585
Englert, Brout	Phys.Rev.Lett. 13, 321

"partícula de dios"

The god particle: if the universe is the answer, what is the question

Leon Lederman

"goddamn particle"

LHC : Porqué

PARTÍCULAS ELEMENTALES

Materia: fermiones (espín semi-entero)

quarks y leptones: protones, neutrones, electrones,…

Mediadores de las interacciones: bosones (espín entero)

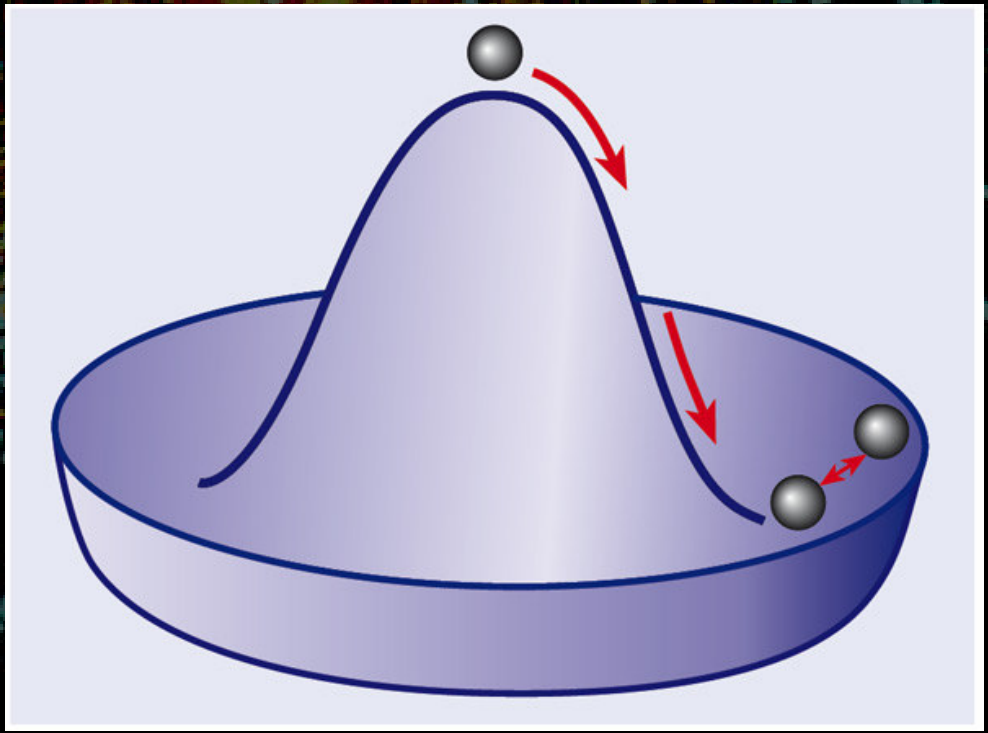
fotón; bosones débiles W^+, W^-, Z^0 ; bosones fuertes, gluones;…

Higgs: único bosón escalar de espín cero !!!

LHC : Porqué

Mecanismo de Higgs:

ruptura espontánea de simetría por la cual las partículas adquieren masa, preservando la simetría de las teorías.

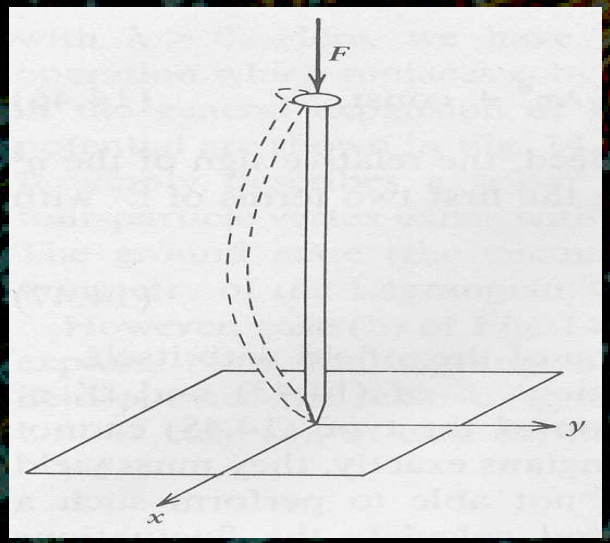


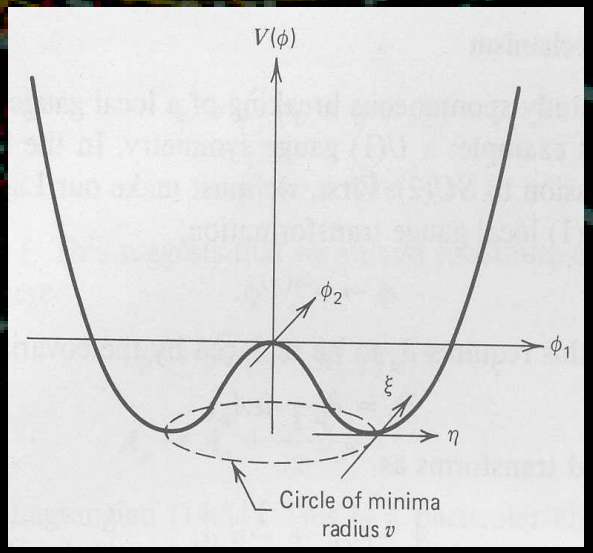
LHC : Porqué

Ferromagnetismo: invariante por rotaciones

$T > T_{Curie}$ magnetización cero

$T < T_{Curie}$ magnetización espontánea en alguna dirección



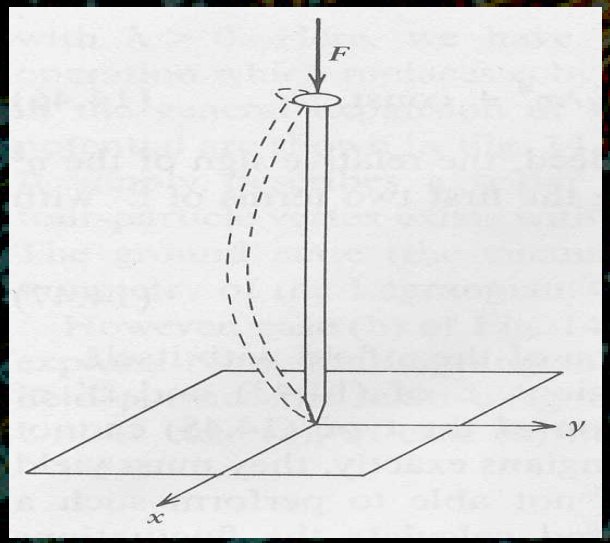


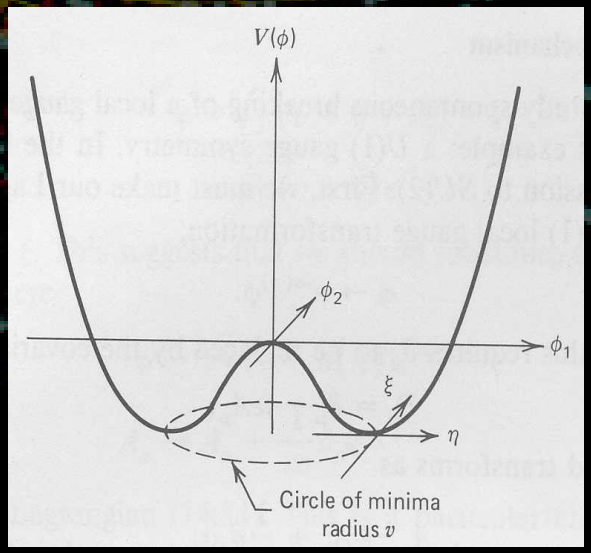
LHC : Porqué

El mecanismo de Higgs permite

partículas mediadoras
fermiones (materia)

tengan masa SIN romper la simetría de la teoría





LHC : Porqué

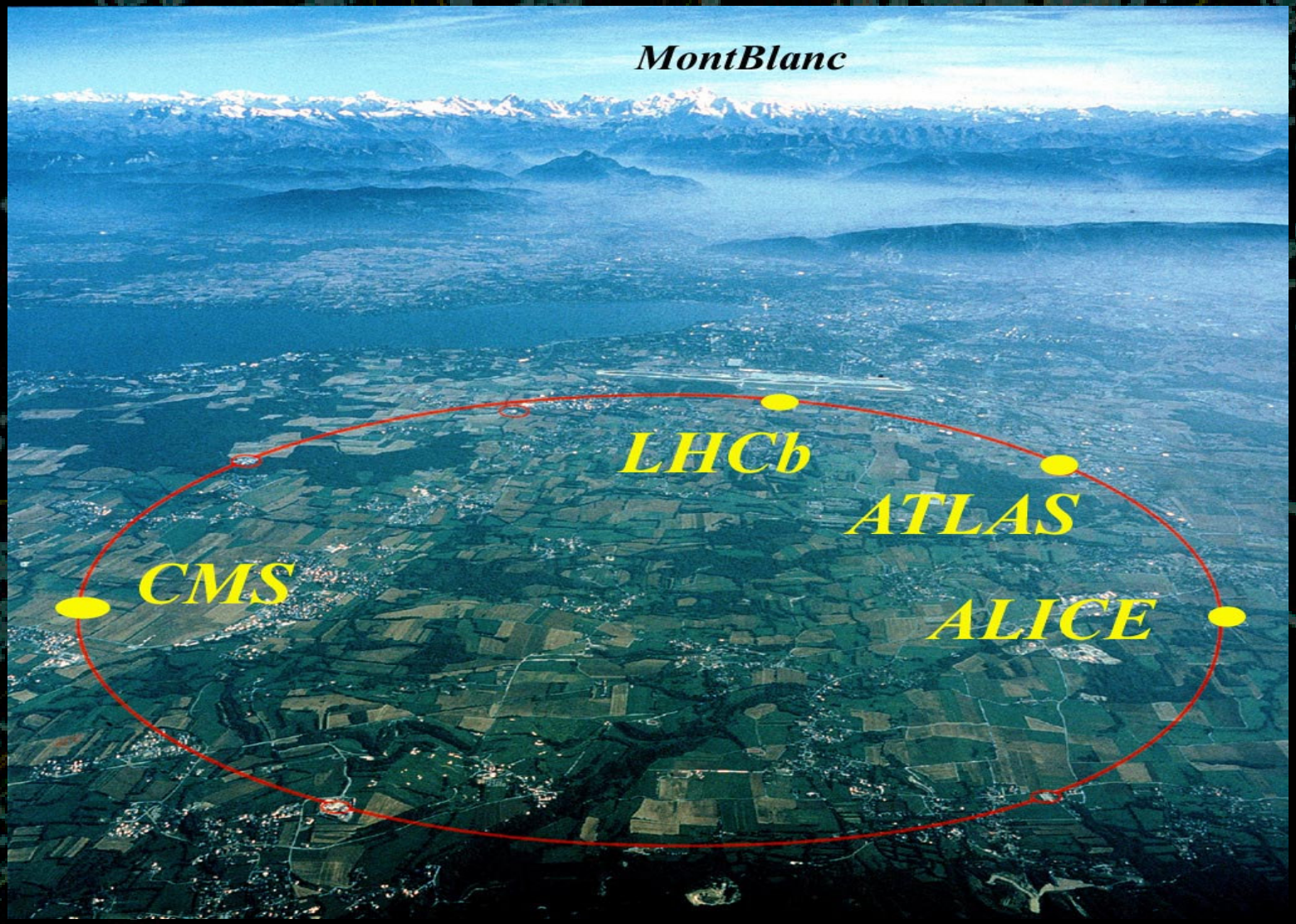
Verificar el mecanismo de Higgs

es un punto central en las teorías que describen las

interacciones entre partículas elementales (la materia!)

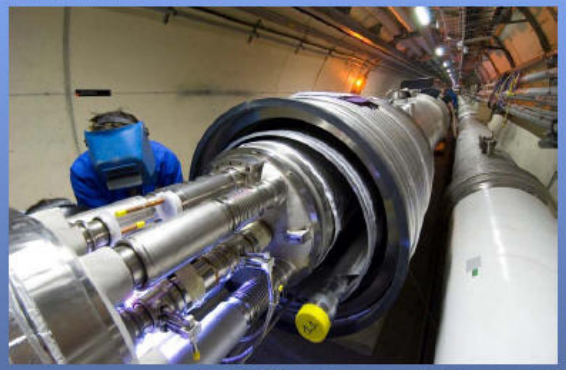
LHC ⟷ Bosón de Higgs

LHC : Cómo

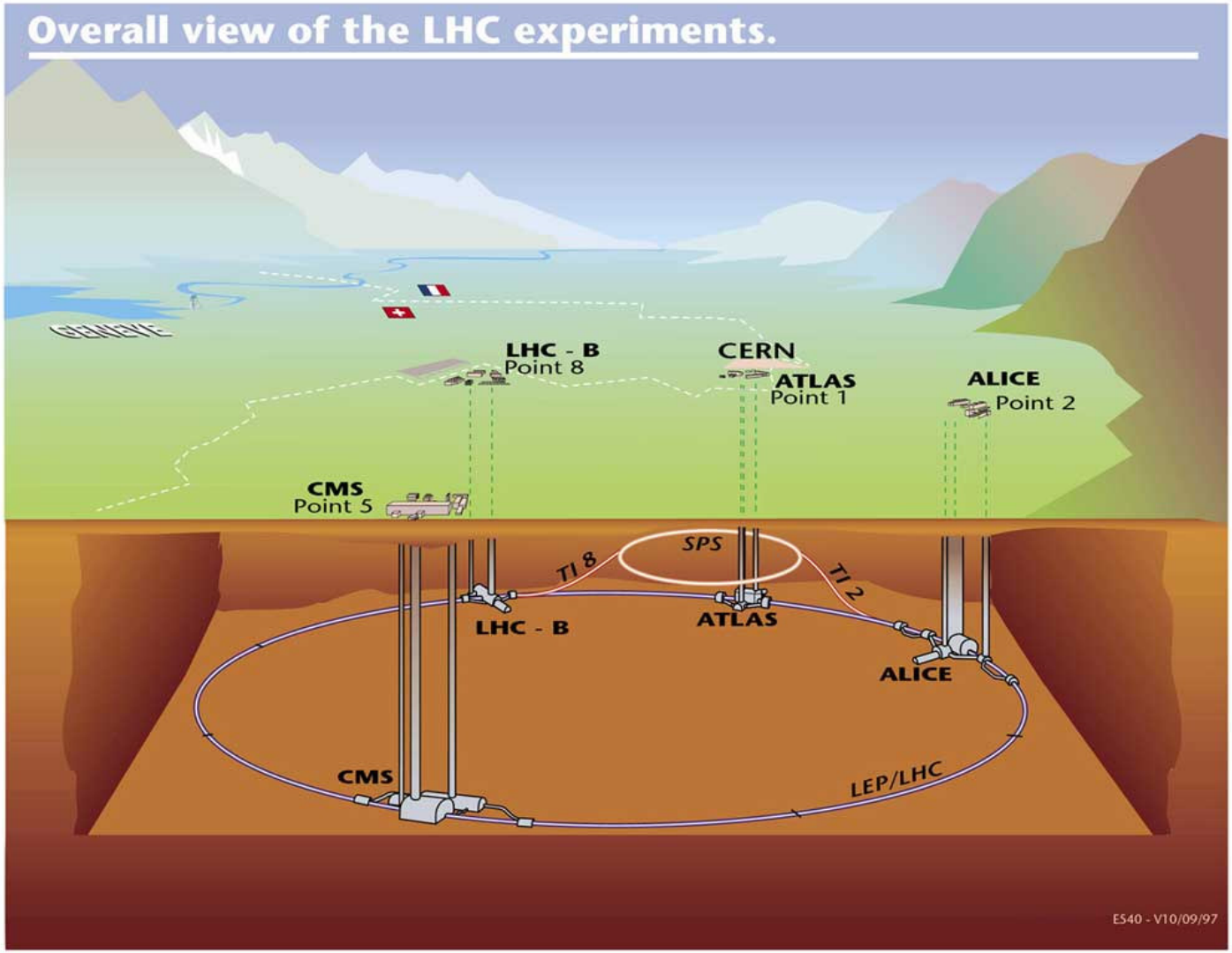


LHC : Cómo

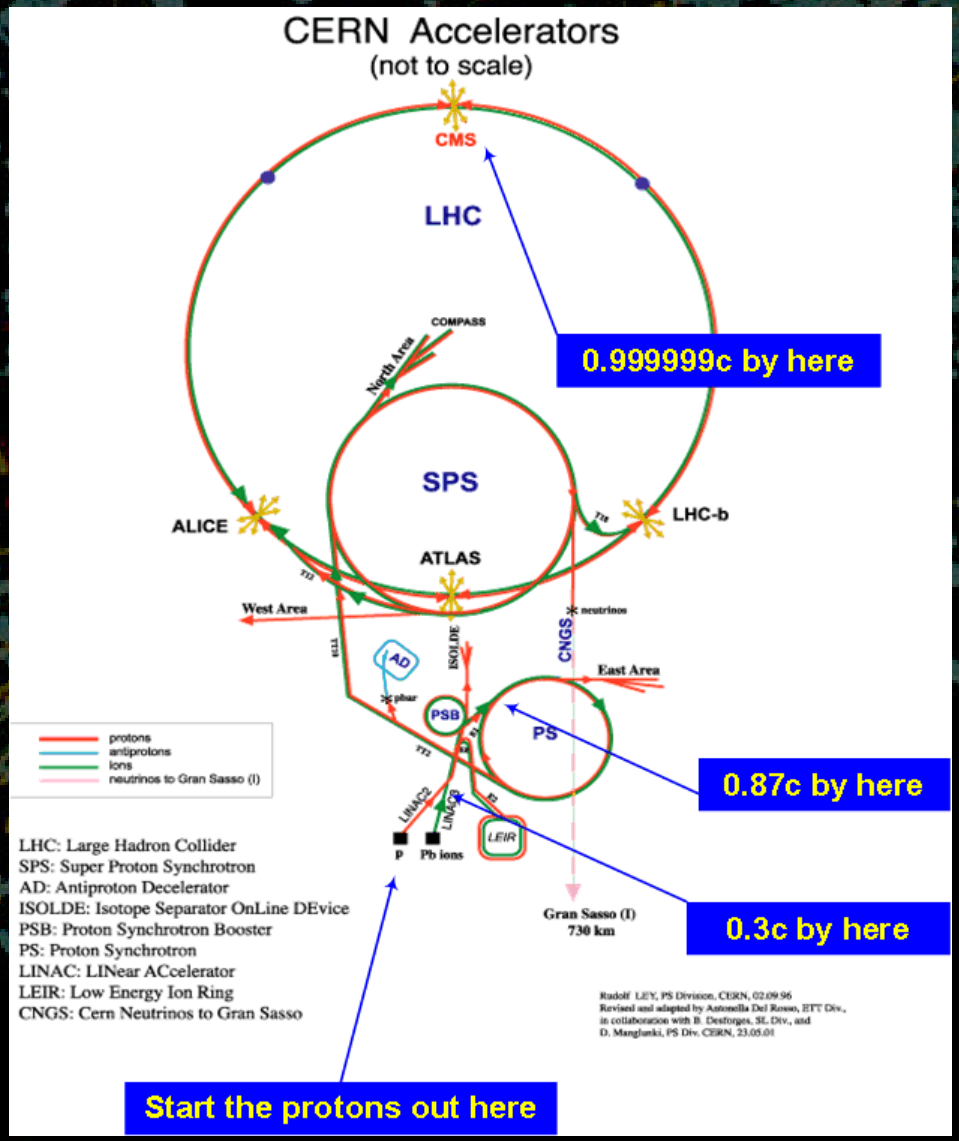
Underground



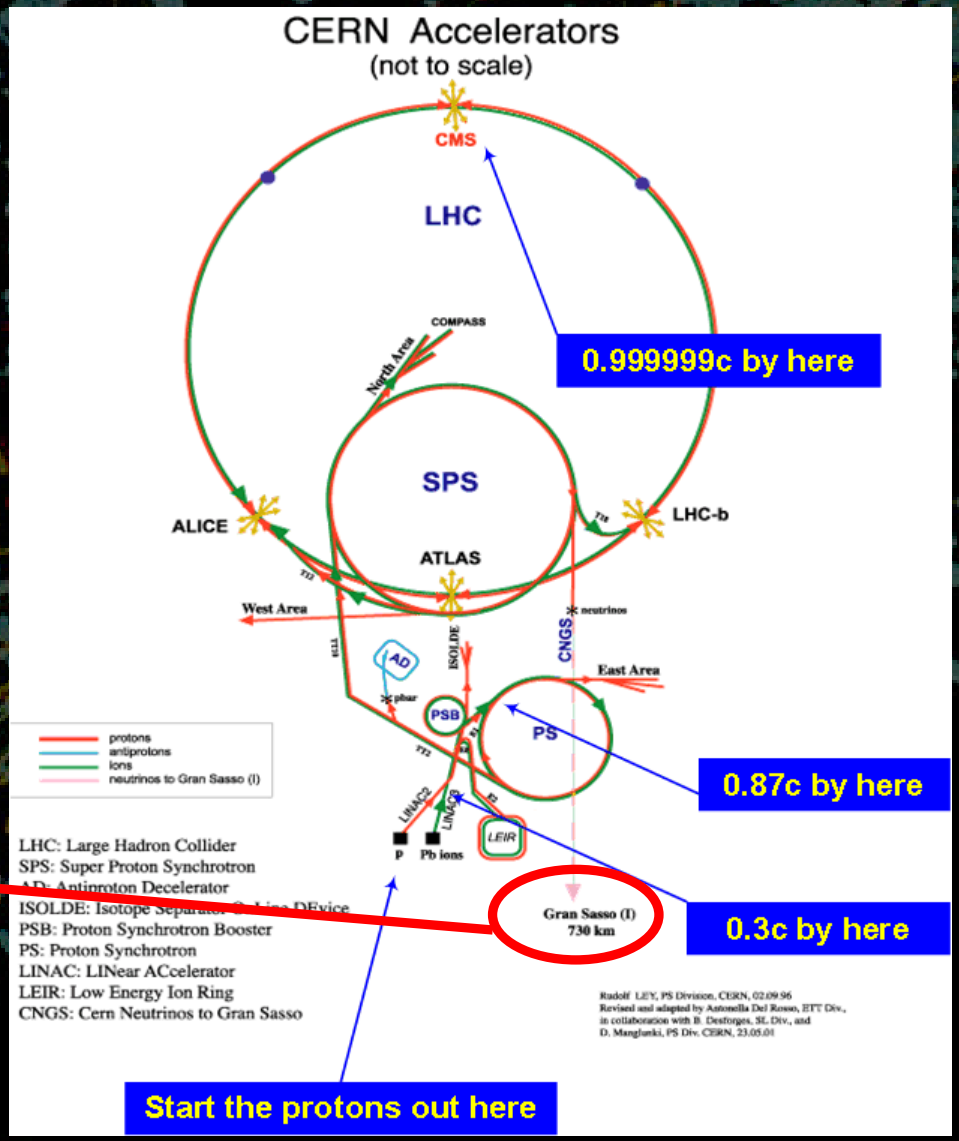
LHC : Cómo


Overall view of the LHC experiments.
GENEVE
LHC - B
Point 8
CERN
ATLAS
Point 1
ALICE
Point 2
CMS
Point 5
SPS
TI 8
TI 2
LHC - B
ATLAS
ALICE
CMS
LEP/LHC
ES40 - V10/09/97

LHC : Cómo


CERN Accelerators
(not to scale)
CMS
LHC
COMPASS
North Area
SPS
ALICE
ATLAS
LHC-b
West Area
neutrinos
CNGS
ISOLDE
AD
East Area
PSB
PS
protons
antiprotons
ions
neutrinos to Gran Sasso (I)
LINAC2
LINAC3
LEIR
p
Pb ions
Gran Sasso (I)
730 km
LHC: Large Hadron Collider
SPS: Super Proton Synchrotron
AD: Antiproton Decelerator
ISOLDE: Isotope Separator OnLine DEvice
PSB: Proton Synchrotron Booster
PS: Proton Synchrotron
LINAC: LINear ACcelerator
LEIR: Low Energy Ion Ring
CNGS: Cern Neutrinos to Gran Sasso
0.999999c by here
0.87c by here
0.3c by here
Start the protons out here

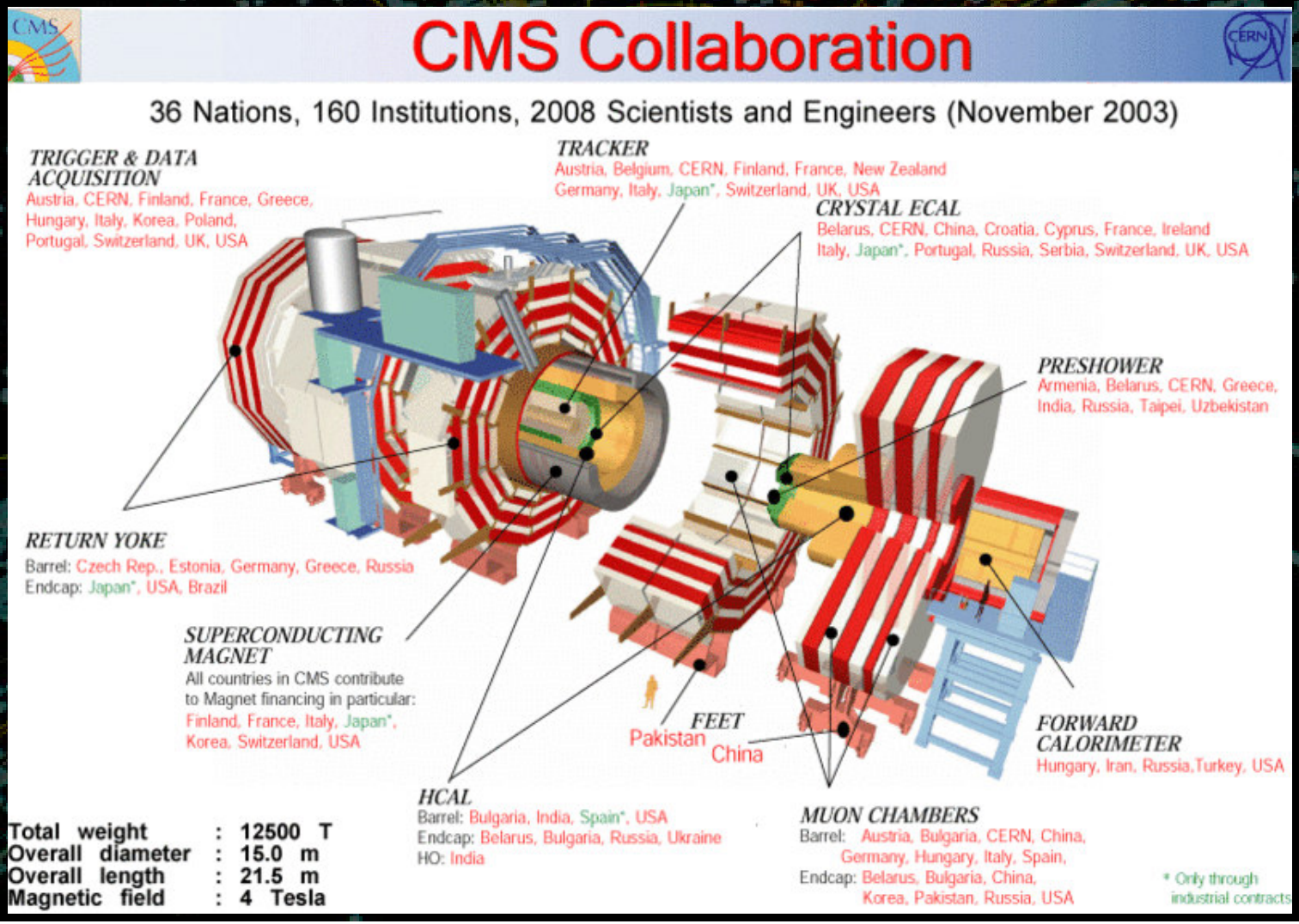
LHC : Cómo



Neutrinos en dirección Gran Sasso, 750 km !!!!

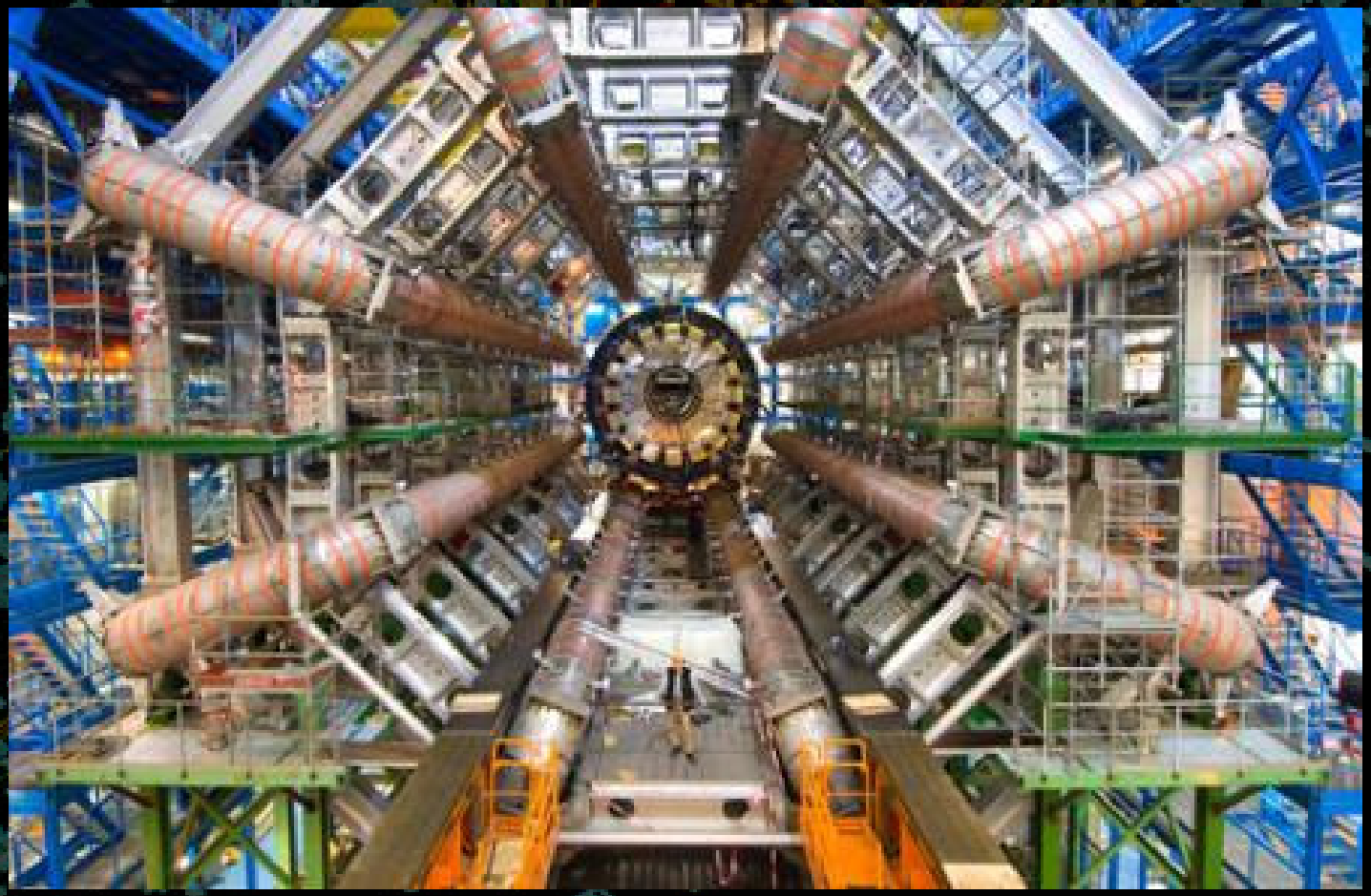
LHC : Cómo

COMPACT MUON SOLENOID: Higgs + nuevas partículas



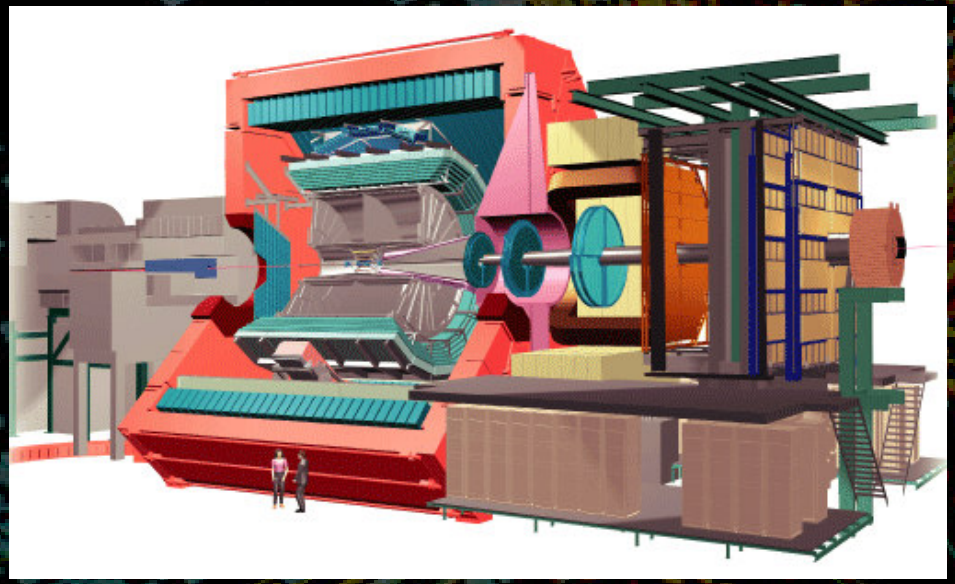
LHC : Cómo

ATLAS, A Toroidal Large ApparatuS: Higgs + nuevas partículas



LHC : Cómo

ALICE, A Large Ion Collider Experiment: Pb - Pb



LHC : Cómo

DATOS

Circunferencia: 26,659 m.

Energía de inyección del haz: 450 GeV (protones)

Energía nominal final: 7 TeV (protons: 11245/s)

Campo magnético 7 TeV: 8.33 Tesla

Temperatura de operación: 1.9 K

Imanes pre-enfriados a -193.2 ℃ (80 K) usando 10 000 ton de nitrogeno líquido,, luego se usan 60 ton de helio líquido para llegar a -271.3 ℃ (1.9 K).

Presión: 10^{-13} atm (1/10 de la presión en la Luna)

9000 m^3

LHC : Cómo

DATOS

Número de imanes: ~9300

Número de dipolos magnéticos: 1232

Número de cuadrupolos magnéticos: ~858

Número de imanes correctivos: ~6208

Número de cavidades de RF: 8 por haz

Campo eléctrico a energía máxima ≈ 5.5 MV/m

RF frecuencia: 400.8 MHz

Frecuencia de revolution: 11.2455 kHz

Potencia consumida: ~120 MW (2009 total 1000 GWh)

LHC : Cómo

100,000 millones de protonos por grupo, 2835 grupos circulando

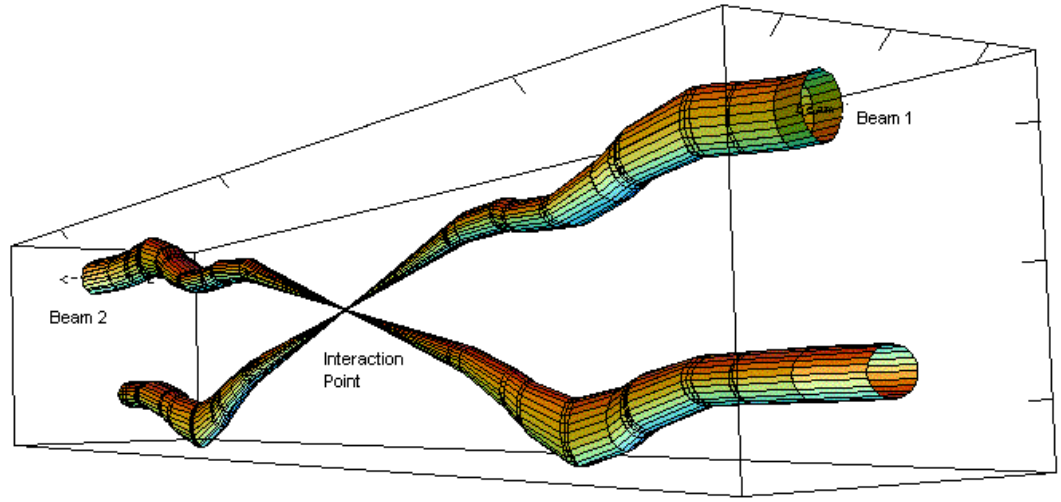
concentrados en 64 micras (pelo humano) en el punto de interacción.

20 colisiones por cruce, los grupos se cruzan cada 25 ns

600 millones de colisiones por segundo

el haz circula 10 horas

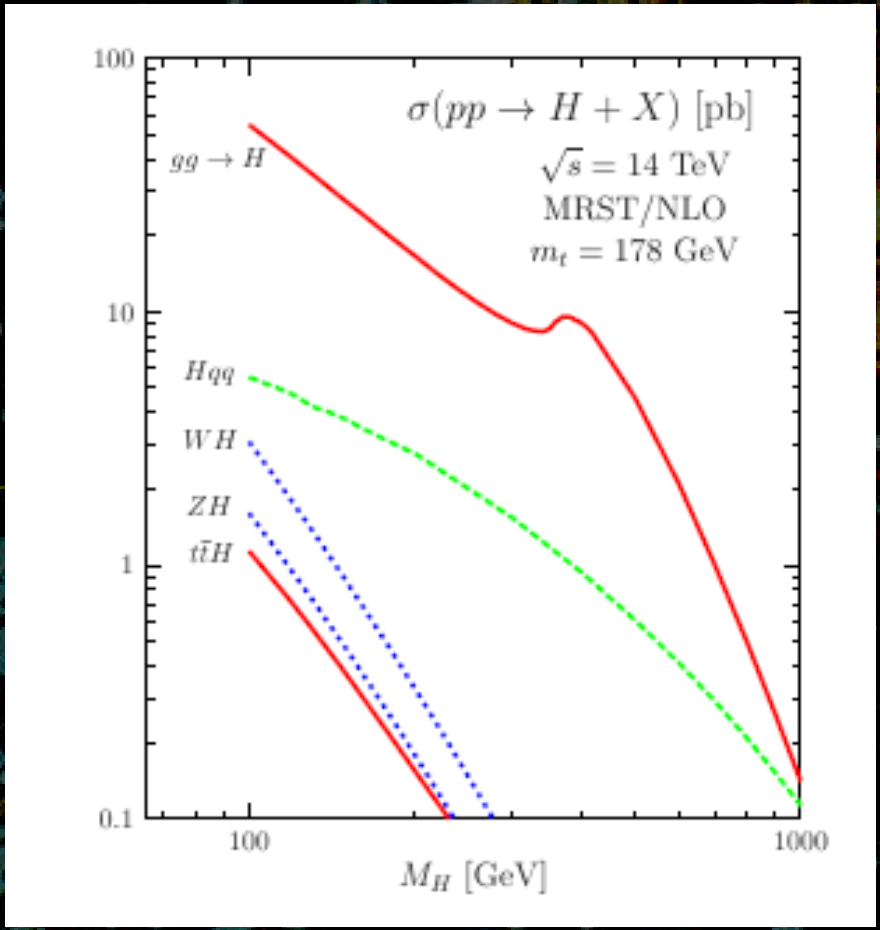
radiación sincrotrón: 4 kW

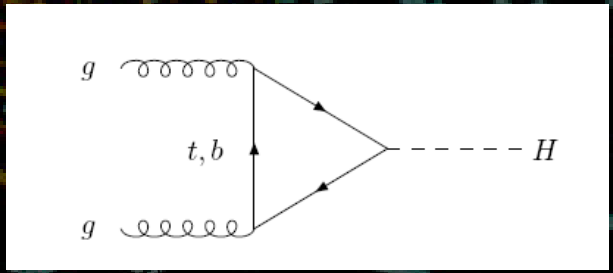


Relative beam sizes around IP1 (Atlas) in collision

LHC : Cómo

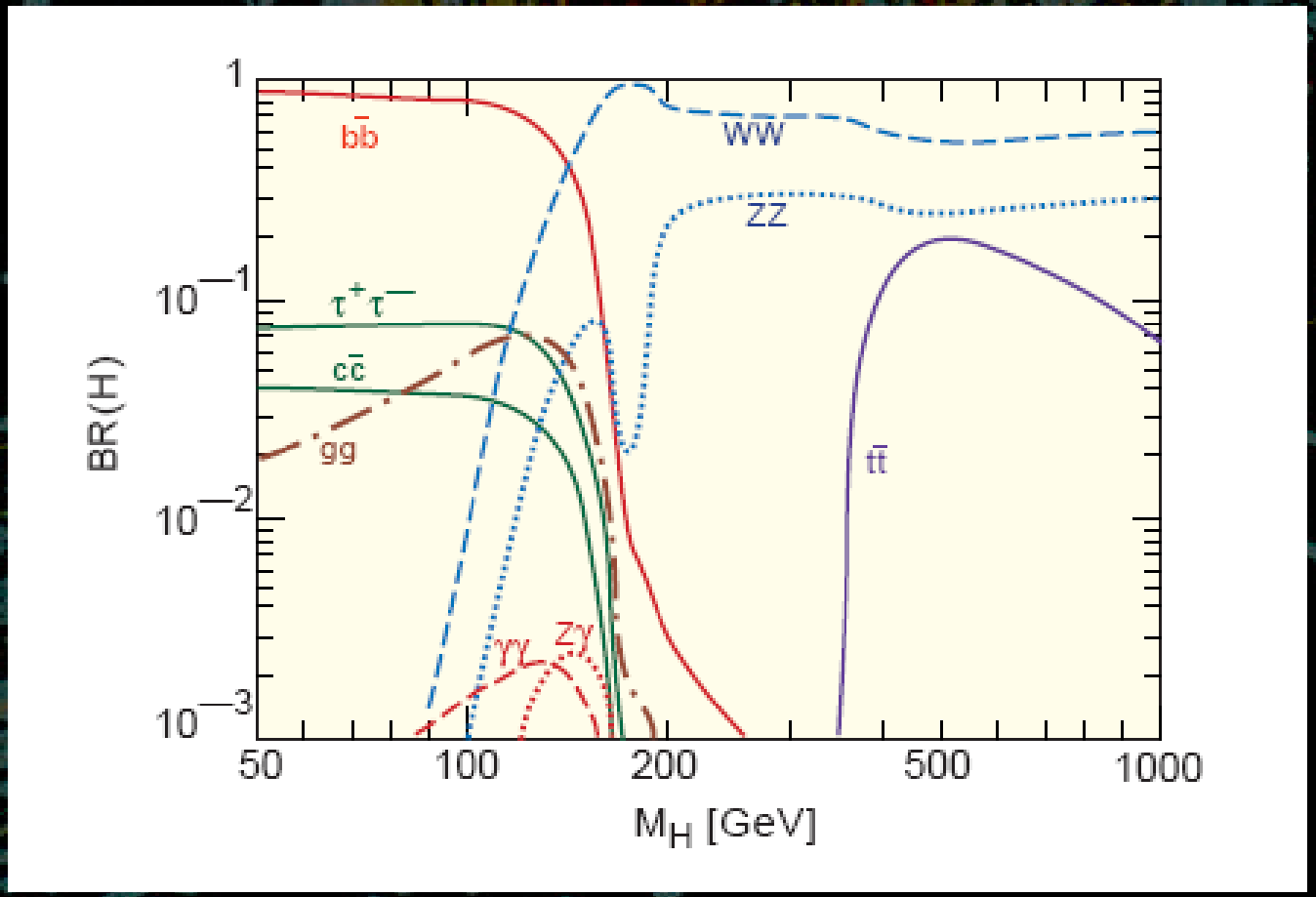
Producción del bosón de Higgs





LHC : Cómo

Decaimientos del bosón de Higgs



LHC : Cómo

Software/Hardware

Scientific Linux desarrollado por el CERN/Fermilab

15 Pb (15 millones Gb) de datos por año
(1.7 millones de DVD dual-layer por año)

LHC computing Grid: 33 países

LHC : Cómo

Seguridad: mini black holes?

Rayos cósmicos de altas energías en interacción con:

- La Tierra
- Estrellas de neutrones
- Enanas blancas

LHC : Coda

¿Si el Bosón de Higgs no se encuentra?

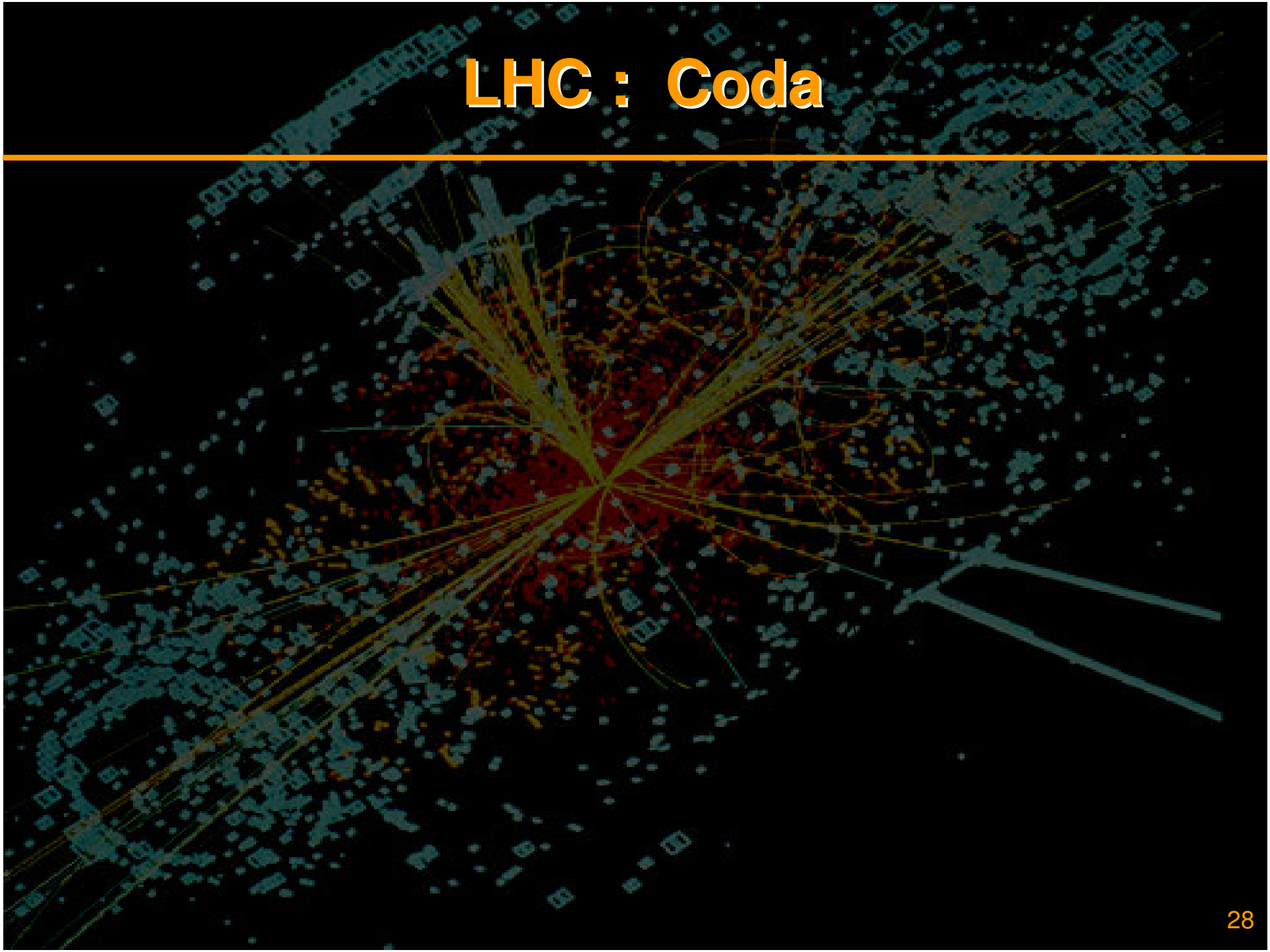
LHC : Coda

¿Si el Bosón de Higgs no se encuentra?

Muchas ideas y trabajo se necesitarán para:

- Entender cómo ha habido un impresionante acuerdo teoría - experimentos

- Encontrar un mecanismo de generación de masa alternativo

- ……..

LHC : Coda