



Simulation and  
Analysis  
workshop

# KM3NeT Bootcamp Valencia 2017



**Ciencia.** El Instituto de Física Corpuscular (IFIC) de València ha reunido a lo largo de toda esta pasada semana en un singular «Boot Camp», campamento de instrucción en terminología militar, a 53 jóvenes investigadores de siete países europeos que se acaban de enrolar en el «KM3Net», el gigantesco telescopio submarino de neutrinos que se está tendiendo en las zonas más profundas del Mediterráneo con el fin de arrojar luz sobre la llamada partícula «fantasma».

## La «mili» de la física de neutrinos

► Cincuenta jóvenes físicos de 7 países se entrenan en el IFIC de València para investigar en el mayor telescopio submarino del mundo

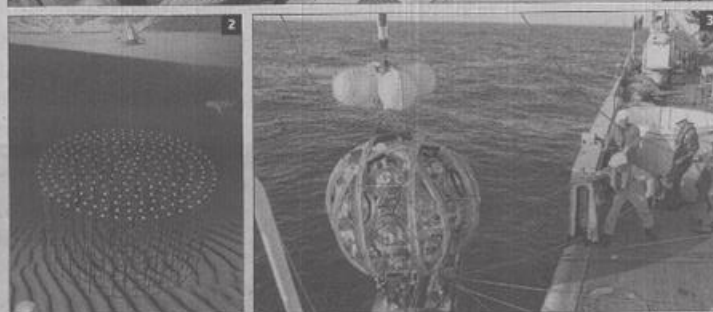
RAFAEL MONTANER / VIA ENICA

La física de neutrinos acaba de estrenar su *mili* en el Instituto de Física Corpuscular (IFIC) de València. Este centro de la Universitat (UV) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) ha desarrollado toda esta semana el primer *Boot Camp* o campamento de instrucción del gigantesco telescopio submarino de neutrinos que se está tendiendo en lo más profundo del Mediterráneo, el *KM3Net*, con el fin de saber más sobre las propiedades, procedencia y relación con la materia oscura de la llamada partícula «fantasma».

Un total de 53 jóvenes investigadores de siete países -Italia, Francia, Holanda, Alemania, Grecia, Rumania y España- se han entrenado a lo largo de cinco intensos días en las herramientas de análisis de datos y modelos de simulación de esta enorme red diseñada para «pescar» neutrinos de altas energías procedentes de fuentes astrofísicas lejanas como restos de supernovas, explosiones de rayos gamma o colisiones de estrellas.

El neutrino es, de las 12 partículas elementales, la que tiene menor masa, pues ésta es un millón de veces más pequeña que la del resto. Esto hace que apenas interactúen con el resto de la materia. De hecho, a cada uno de nosotros nos atraviesan cada segundo sin que nos enteremos miles de millones de estas diminutas partículas que viajan casi a la velocidad de la luz.

**Un Km<sup>3</sup> de agua y 12.000 sensores**  
Este primer *Boot Camp* a nivel mundial del *KM3Net* lo han organizado el físico Juan de Dios Zornoza y el doctorando alemán Moritz Lotze, dos de los 14 investigadores del IFIC enrolados en este observatorio de neutrinos. Zornoza apunta que la finalidad es acelerar la integración de los investigadores noveles en los grupos de tra-



► EL «KM3NET», UN OBSERVATORIO EN EL FONDO DEL MEDITERRÁNEO para «pescar» neutrinos. 1 Los 53 jóvenes investigadores europeos en el *Boot Camp* del *KM3Net* organizado por el IFIC en València. © M. A. MONTANER 2 Simulación de las líneas de sensores ópticos del telescopio. Cada una mide 600 metros y lleva engarzados 18 detectores. Un ancla la fija al fondo y una boya en el otro extremo las despliega en vertical. © KM3NET 3 Tendido de una de las 600 líneas de sensores. © KM3NET

bajo del telescopio, que ya aglutina a más de 200 físicos e ingenieros.

*KM3Net* es el acrónimo en inglés de Telescopio de Neutrinos de kilómetro cúbico, porque su volumen de detección comprende una

masa de agua de un Km<sup>3</sup> (un billón de litros). Esto lo convierte en el mayor observatorio de neutrinos del mundo. Se está desplegando frente a las costas de Toulón (Francia), Portopalo di Capo Passero, en

la isla de italiana de Sicilia y Pylos, en el Peloponeso griego. En 2016 comenzaron a colocarse las primeras líneas de fotomultiplicadores o sensores ópticos de luz en aguas italianas y este septiembre en Fran-

### A la caza de la materia oscura

► El 80 % del universo es materia oscura, algo que desconocemos porque no emite radiación electromagnética pero que sin duda está ahí dados los efectos gravitatorios que provoca. Se cree que estas partículas opacas, al aniquilarse entre ellas, generan neutrinos de alta energía. Así pues, una fuente cósmica de partículas *fantasma* sería una evidencia indirecta de materia oscura. El IFIC trabaja en el *KM3Net* en la identificación de estas fuentes lejanas de emisión de neutrinos, explica Juan de Dios Zornoza, que coordina los análisis de materia oscura de este gigantesco telescopio submarino. Cuenta que se ha elegido el Mediterráneo «porque la mayor parte de la galaxia está en el hemisferio sur y es mejor verla desde el norte y en el agua». De hecho, los neutrinos de altas energías que el telescopio busca trazar su trayectoria con precisión para identificar fuentes lejanas son los que atraviesan la tierra procedentes del espacio. R. M. VALÈNCIA

cia. En tres años estarán funcionando sus 12.000 sensores de luz. Está a entre 3,5 y 2,5 Km de profundidad para evitar la influencia de los rayos cósmicos. Cuando un neutrino atraviesa un líquido, emite luz. Por tanto, cuanto más masa de agua vigile y más sensores disponga, más sensible será.

# Schedule

Tuesday	Wednesday	Thursday (1/2)	Thursday (2/2)	Friday
Data processing and calibration	Jpp/Aanet	Genhen	Jsirene	Mass production
Shell and optimizing workflow	KM3pipe	gSeagen	JTE	
Computing at Lyon	General analysis	MUPAGE	JGandalf chain	
Coding standards	DAQ	CORSICA	Aashowerfit	
ROOT basics		KM3	Grid	
iPython basics		KM3Sim	Software for oscillations	
			Jpp Makefiles	

All talks are recorded and the pdf's are on the wiki

Red = suggested reading

# Shell / workflow (T. Gál)

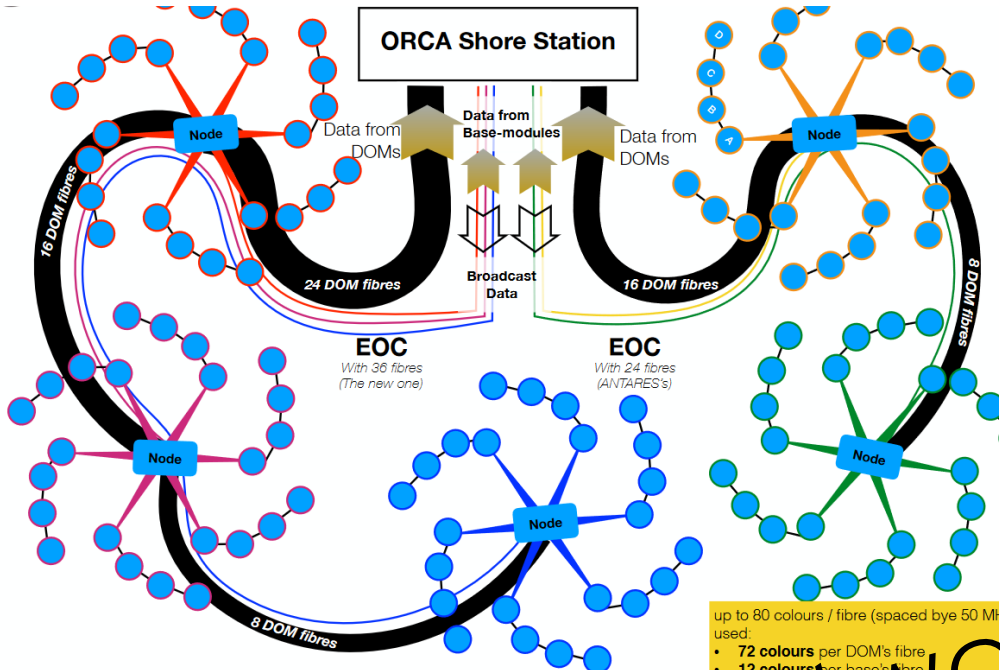
- **Shell jobs/fg/bg/wait** <http://tldp.org/LDP/abs/html/x9644.html>  
Great, blocked my shell with a "cp -R". Let's open another one... Annoying.
- **SSH config** <https://www.ssh.com/ssh/config/>  
offuser1@antoracoff1.in2p3.fr or was it du1user or off1user and was it maybe antorcaon42?
- **SSH keys** <https://www.ssh.com/ssh/public-key-authentication>  
Annoying password apocalypse, let's contact the admins.
- **tmux** <http://tmux.github.io/>  
Moving hands is annoying.
- **ZSH** <http://ohmyz.sh>  
Typing and TAB completion is annoying.
- **ZSH Plugins** <https://github.com/robbyrussell/oh-my-zsh/wiki/Plugins>  
Damn, committed on the wrong git branch \*again. Other devs are annoyed.
- **Pimp or switch your editor**  
Whaaat? You don't even have line numberings? Annoying.
- **Snippets**  
Typing the same things again and again is annoying. Typing the same things again and again is annoying.
- **Use a version control system (GIT/SVN)**  
Having current\_code, current\_code\_v2, old\_v2\_code, code\_v3\_current, code\_, code\_bugged, code\_new is annoying

# DAQ (T. Chiarusi)

- The KM3NeT **Data Acquisition System**, a general overview
- The detection element, **the DOM**
- Details about the **data transfer**: UDP packets and timeslice
- **PMT signal** (hit digitization,  $\Pi$ , ToT, delayed, afterpulses)
- **Trigger**, data writing (event concept)
- **Run setup**: how to use the detector
- **Monitoring**



# DAQ Overviews



up to 80 colours / fibre (spaced by 50 M used.  
 • 72 colours per DOM's fibre  
 • 12 colours per base's fibre

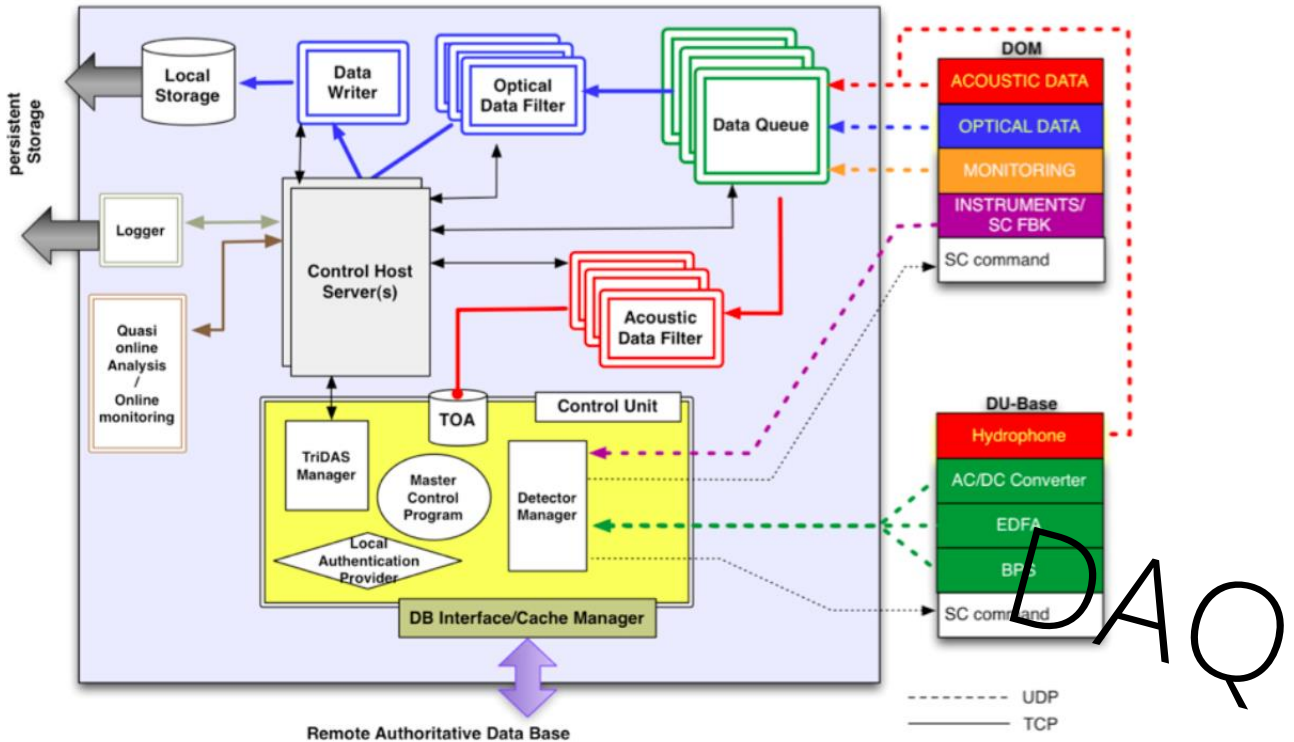
Network

One hit (6B)

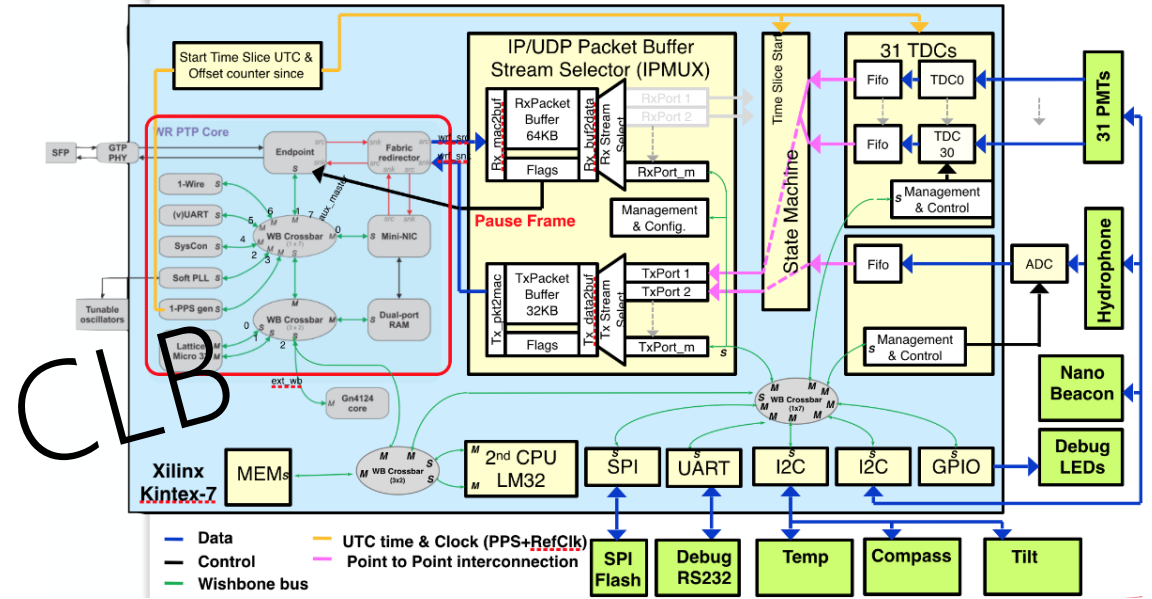
Data

CLB Optical Format Structure

Size (bit)	Description
448	DAQ Common Header
8	TDC channel
32	Time Stamp
8	Pulse Width
...	...
8	TDC channel
32	Time Stamp

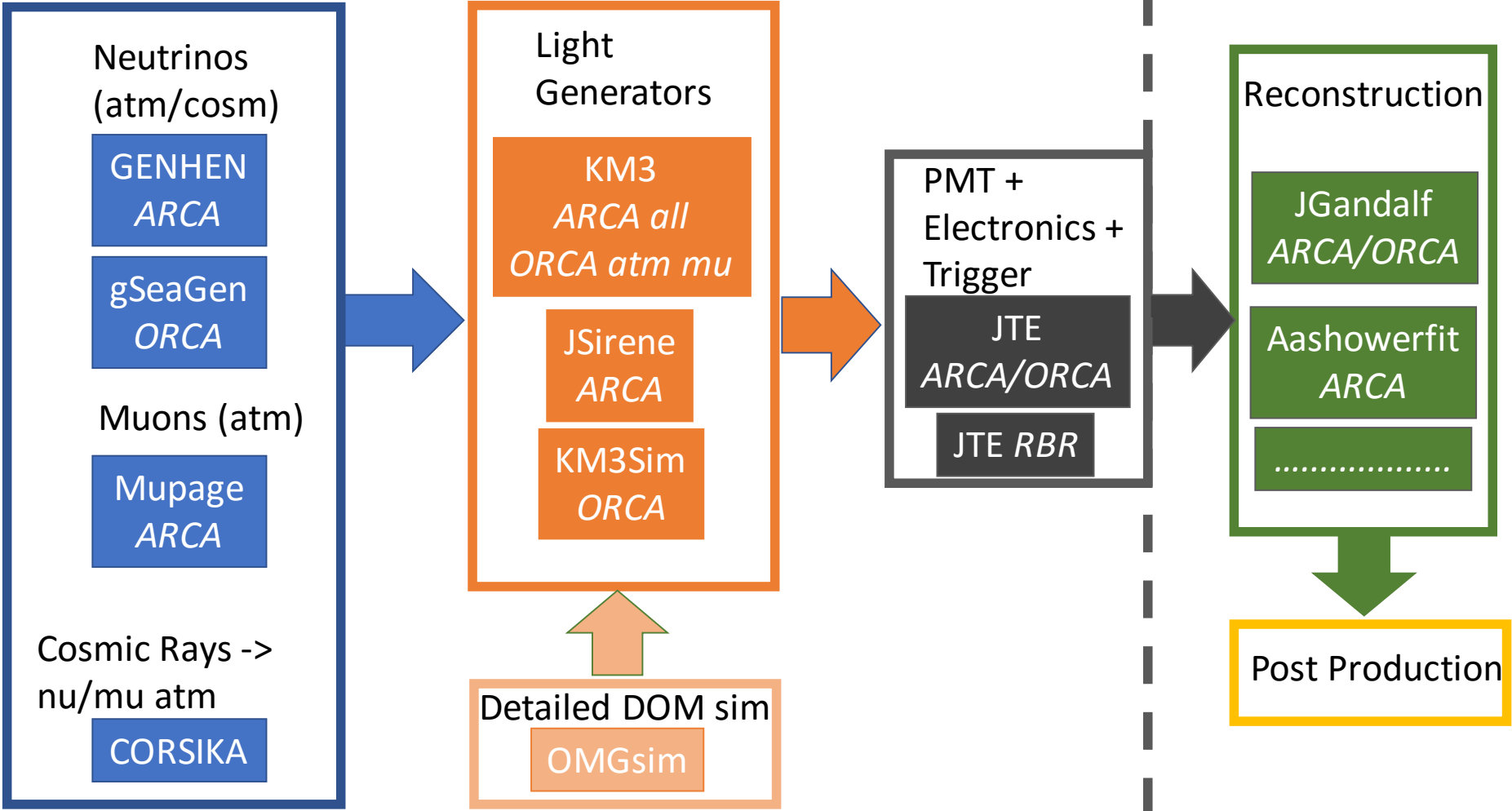


DAQ



CLB

# Software packages (V. Kulikovskiy)



Simulation is *almost* identical to the real data at this step.

# JGandalf chain (L. Quinn)

- JPrefit** A scan of the entire sky to find a good starting point
- JSimplex** A fast  $\chi^2$ -based fit to get closer to the true solution
- JGandalf** A more complete direction fit, which takes into account light scattering, brehmsstrahlung and PMT direction
- JEnergy** A muon energy fit, based on the track length and brehmsstrahlung contribution along the track
- JStart** An application which finds the track start and end points
- JEvt** Convert the output to the aanet format (official offline data format)



# Jpp Makefiles (R. Ruiz)

- Most people just copy a makefile and change it
- What is make?
- Makefiles in Jpp
- JMakefile

# Resources

- All slides can be found here:  
<https://indico.cern.ch/event/670868> --> p.....a  
[http://wiki.km3net.de/index.php/Bootcamps/2017\\_Valencia](http://wiki.km3net.de/index.php/Bootcamps/2017_Valencia)
- All code examples and data files can be found here:  
[/sps/km3net/users/KM3NeT\\_common/bootcamps/201711](https://sps.km3net.de/users/KM3NeT_common/bootcamps/201711)  
Warning: there are some 'large' data files, be careful when copying
- All code per presentation can be found here:  
<http://git.km3net.de/bootcamp>
- A good guide on analysis essentials (shell/git/python) by LHCb:  
<https://lhcb.github.io/analysis-essentials/>