

Distribuciones tipo-fase



# ***Distribuciones Tipo-Fase aplicadas a la Estimación de Fiabilidad del Software***



# Motivación:

necesidad de medir la Fiabilidad  
de Sistemas Intensivos en Software

# Método:

Distribuciones Tipo-Fase

**Innovador**

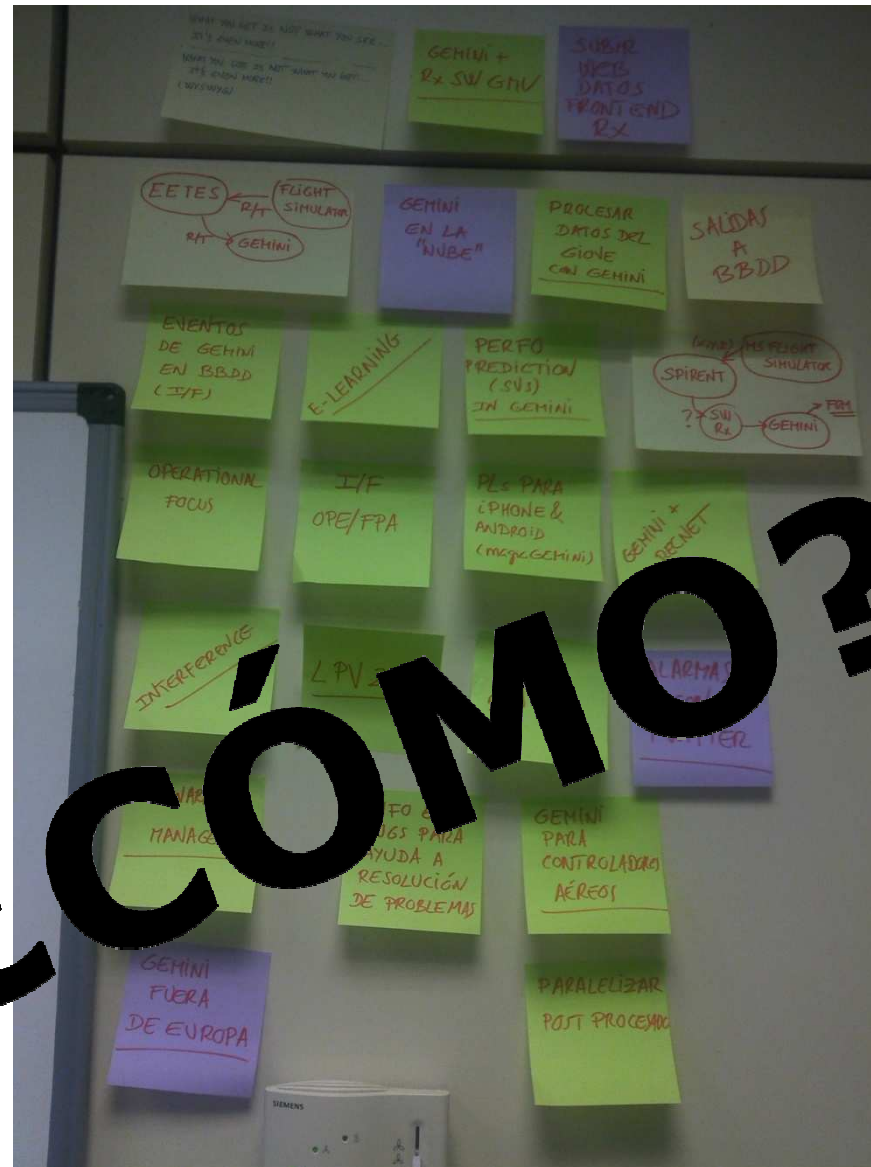
¿Cual es la **naturaleza** de los **errores** de software?

¿Se pueden **evitar**?

¿Se pueden **medir**? ¿**Predecir**?

**Sistemas críticos:  
control, robustez,  
determinismo.**

# ¿CÓMO?



# Construcción del Software



Niveles de Aseguramiento del Software: actividades definidas en función de la criticidad.



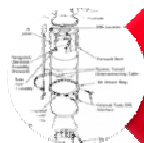
Metodologías de desarrollo



Diferentes criterios de Validación y Verificación.



Técnicas de RAMS utilizadas en distintas fases del ciclo de vida.



Especificación y diseño: Árboles de Fallos, los Análisis de Modos de Fallos y Efectos, los Árboles de Análisis de Eventos, Análisis de Seguridad, etc



Estimación de fallos latentes

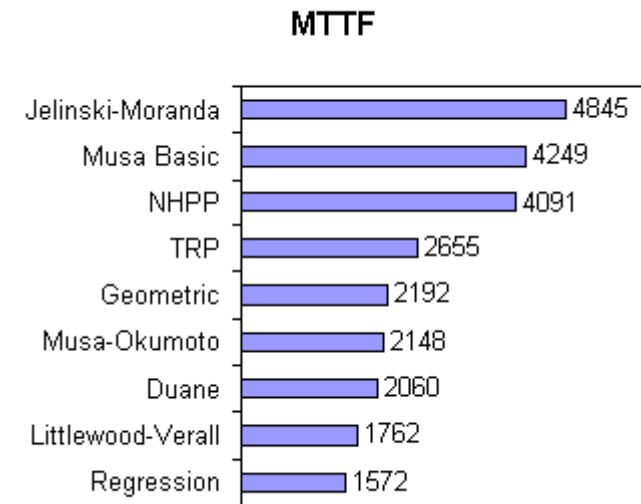
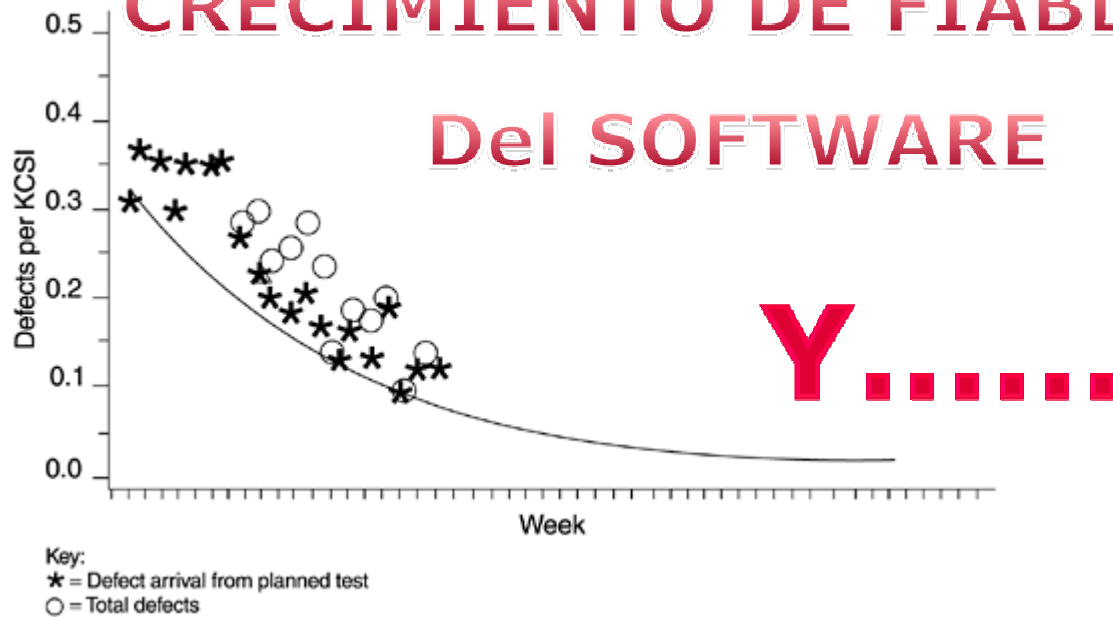
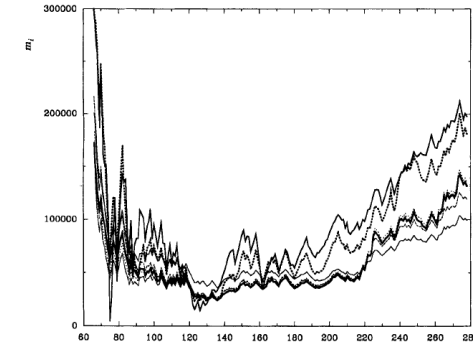
# Métodos Estadísticos para estimar fallos

## ESTIMACIÓN DE FIABILIDAD

### MODELOS DE

### CRECIMIENTO DE FIABILIDAD

### Del SOFTWARE



# Distribuciones Tipo-Fase (PH)



# Definición de Funciones Tipo-Fase

La distribución  $H(\square)$  es una distribución tipo-fase con representación  $(\alpha, \mathbf{T})$  de orden  $m$ , y se escribe  $PH(\alpha, \mathbf{T})$ .

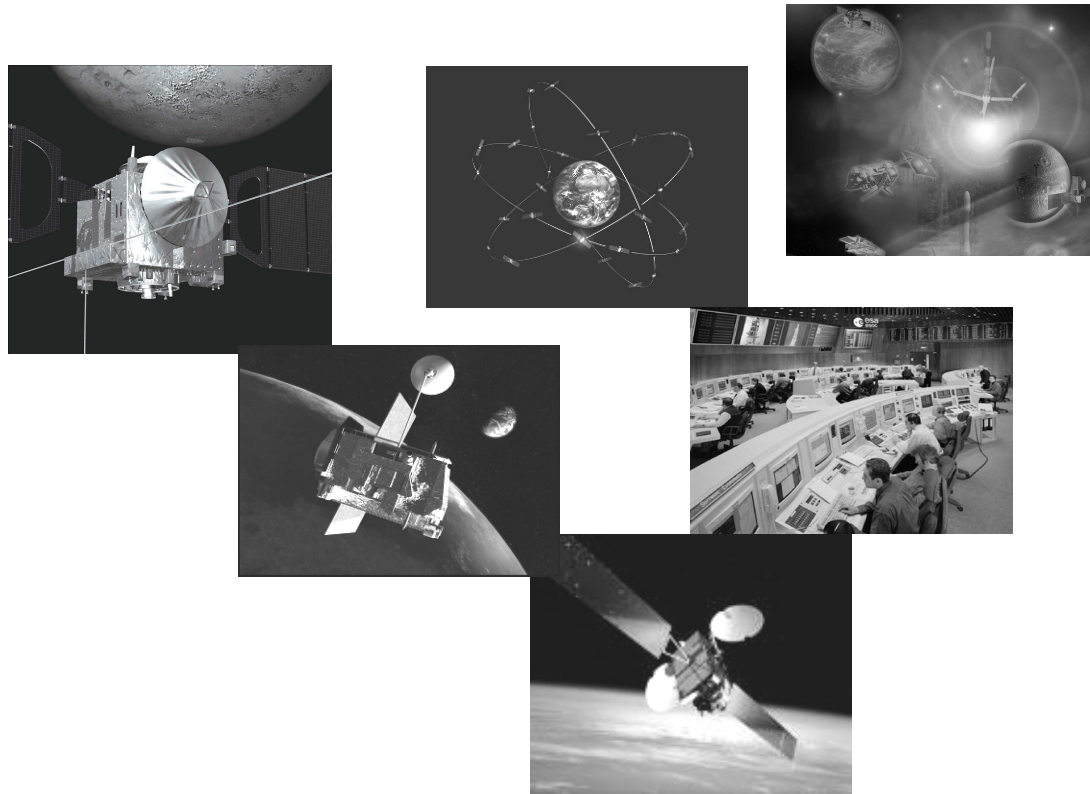
$$H(t) = 1 - \alpha \exp(\mathbf{T}t)\mathbf{e}, t \geq 0$$

$\alpha$  el vector inicial de probabilidades del proceso,  $\mathbf{T}$  la matriz cuadrada de orden  $m$  cuyos elementos son las razones de transición entre los estados transitorios, y  $\mathbf{e}$  un vector columna de unos de orden  $m$



# Propiedades de las distribuciones PH





# CASO DE ESTUDIO

**Análisis:** Universidad de Granada

**Caso práctico:** SW Centro de Control de Satélites.  
Desarrollo GMV.

# Objetivo

Obtener:

Probabilidad de ocurrencia de un fallo de software

Estimación del número de fallos remanentes en el software (esto es, aquellos que están por aparecer).

# SW operacional Centros de Control de Satélites: Datos de Fallos

## Issues (SPRs/SMR...

Updated Date	Type	Name
08/03/2010 16:52	Issue	[hiflyab5] TER programs should create the directori
12/03/2010 15:37	Issue	[hiflyab5]BUILT-IN configuration for all E3K satellite
18/06/2010 11:05	Issue	[PPR.3542] HFAEV memory leak in retrieval
19/11/2009 14:35	Issue	[PPR1894]CCOMhfaCacheInterface bad initializati
03/02/2011 11:40	Issue	hiflyViews plots relocation in display (regression) [A
12/11/2009 18:01	Issue	[AR 867] [OOL definition deleted from DB]Graph reti
25/06/2010 09:29	Issue	[configurer]: missions.dat file contains incorrect sat
19/11/2009 15:17	Issue	[GMV-NEO-SPR-1487] Raw real commands bad enco
28/12/2009 11:55	Issue	[hiflyAB5] Error messages when starting AB5A missic
15/01/2010 12:22	Issue	[hiflyAB5] Even Scheduler does not always take into
17/02/2010 10:16	Issue	[hiflyAB5] Iconizing the Alarm Acknowledgment win
30/04/2010 11:12	Issue	[hiflyAB5] Impossible to print a MIMIC either to prin
17/11/2009 14:25	Issue	[hiflyAB5] Impossible to replay telemetry when only

**Muestra: 1 de Enero de 2008 hasta el 31 de Mayo de 2011**

**91 tiempos de fallo (en días)**

Datos Reales en operación

Registro de fallos que afectan a la funcionalidad del sistema.

Herramienta de recogida de datos, introducción manual

No se ha discriminado por criticidad

Fallos corregidos implementados en versiones posteriores

# Proceso

Datos ajustados con diferentes distribuciones usuales en fiabilidad.

- Exponencial, Weibull y Erlang.
- Ajuste rechazado a los niveles de confianza usuales.
- Test Kolmogorov-Smirnov para efectuar el contraste.

Ajustar una distribución Tipo-Fase (PH)

- Programa Emphnt: método iterativo, algoritmo EM (estimación máximo-verosimil)

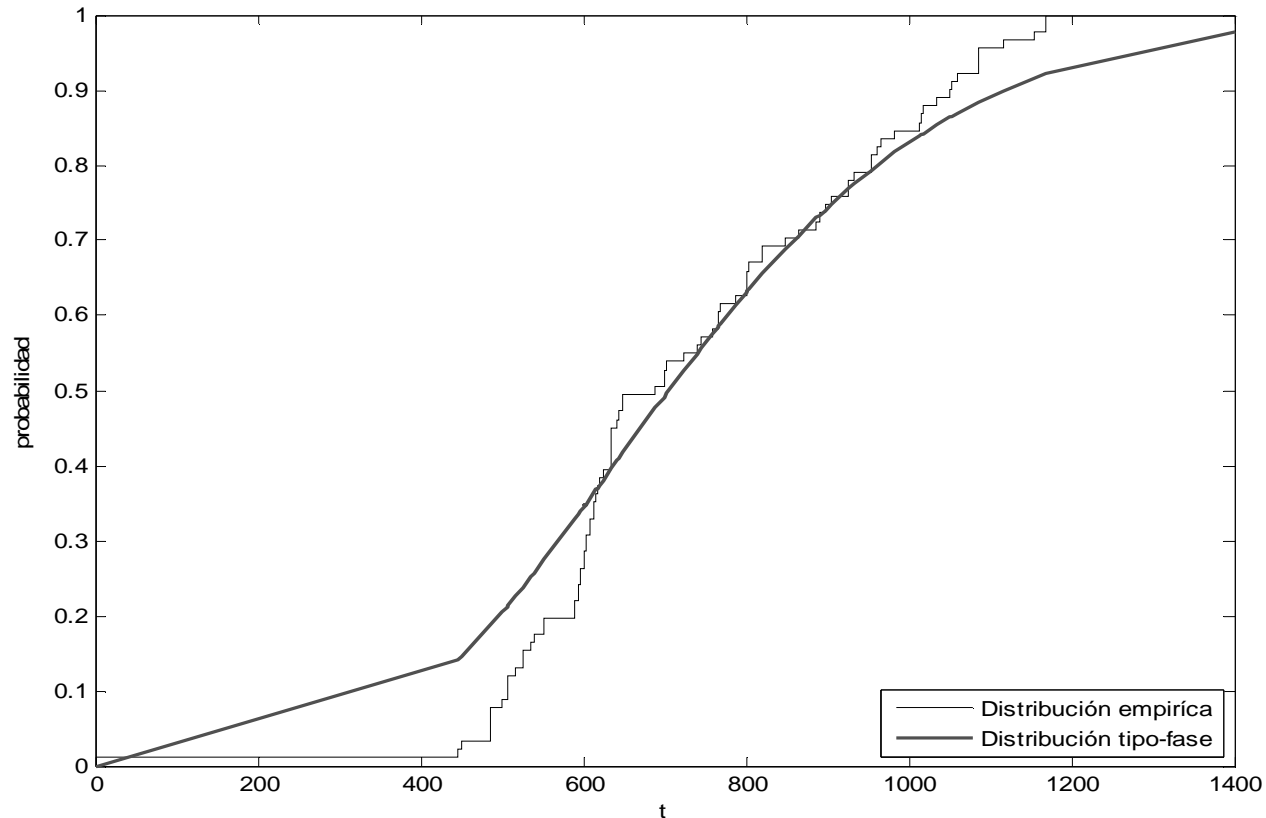
El orden de la distribución PH a ajustar: debe ser al menos 3.

Iniciar el ajuste con el mínimo número de fases e ir incrementando para mejorarlo:

- se han ajustado distribuciones hasta el orden 8, es decir, con 8 fases
- Ha resultado ser el mínimo mejor
- **STOP!** aquí: capacidad computacional del ordenador

# Resultados del ajuste

- Gráficas de la distribución empírica y de la PH ajustada



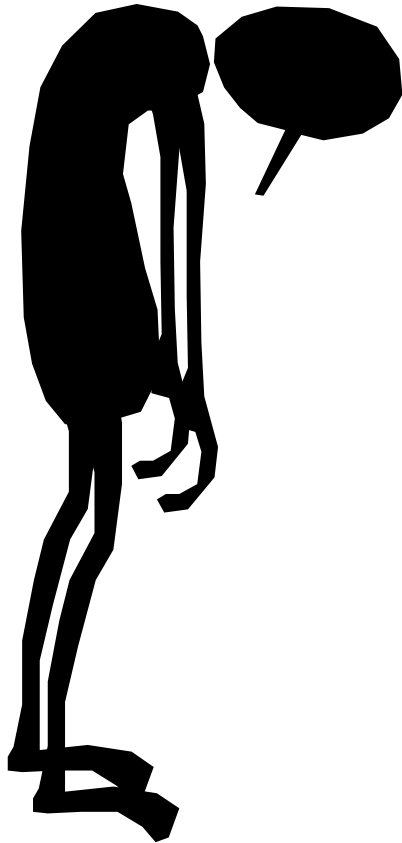
- Estadístico K-S, nivel de significación 0,5% → Ajuste aceptable.
- No es un gran ajuste, pero se ha usado la aproximación estándar para construir la gráfica.



# Conclusiones



# ¿Desilusión?



NO HEMOS PODIDO CALCULAR LA  
TASA DE FALLOS

HEMOS AJUSTADO LA  
DISTRIBUCIÓN EMPÍRICA  
**¡BIEN!**  
PERO...

**NO ES UN GRAN AJUSTE**



# ESPACIO PARA EL OPTIMISMO: CAUSAS ANALIZADAS




PROBLEMAS **COMPUTACIONALES**,  
POCOS DATOS REQUIEREN **MÁS  
CAPACIDAD**

APROXIMACIÓN ESTÁNDAR USADA  
PARA CONSTRUIR EL AJUSTE...  
**USAR OTRAS FORMAS**



# FUTUROS ANÁLISIS

## ADEMÁS....



**¡SIEMPRE ES POSIBLE  
ENCONTRAR  
UNA DISTRIBUCIÓN PH  
QUE AJUSTE!**

# ¡Gracias!

