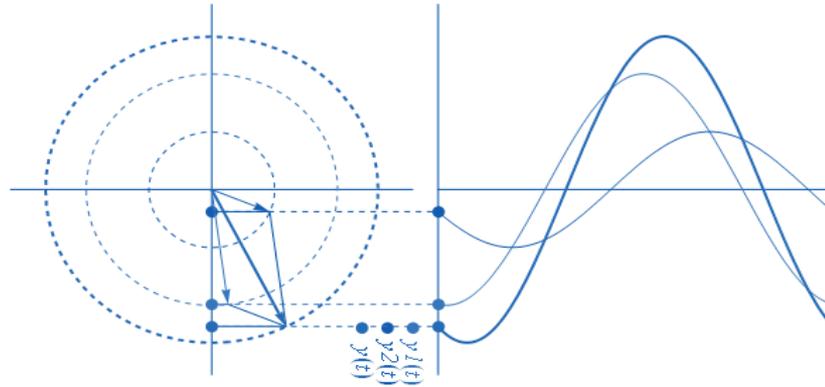


# Caracterización Estadística de los modos de estabilidad oscilatoria Sistema Eléctrico Ecuatoriano.





# ESTABILIDAD OSCILATORIA

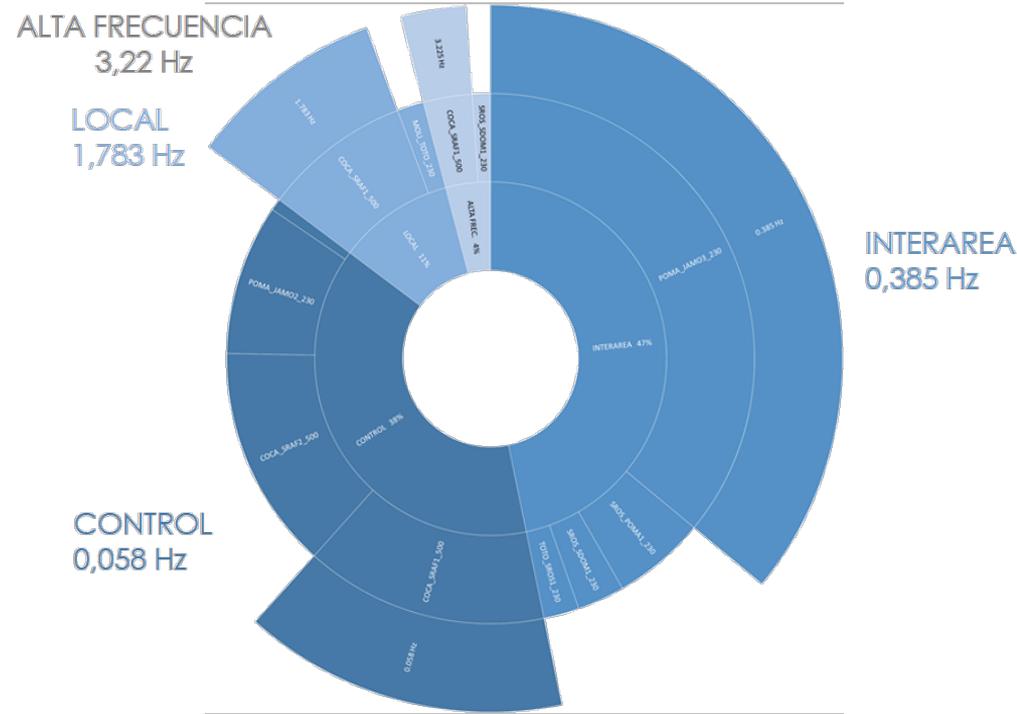
# Sistema de supervisión WAMS



- CENACE dispone de 29 PMUs que componen el sistema de monitoreo de área extendida (WAMs) ubicadas de manera estratégica en diferente subestaciones del SNI.
- La información proveniente de las PMUs, permite obtener información con resolución de 60 muestras por segundo, para la supervisión de tiempo real.
- La información recopilada para el análisis post operativo mantiene registros de los modos oscilatorios dominantes en ventanas de 4 minutos.

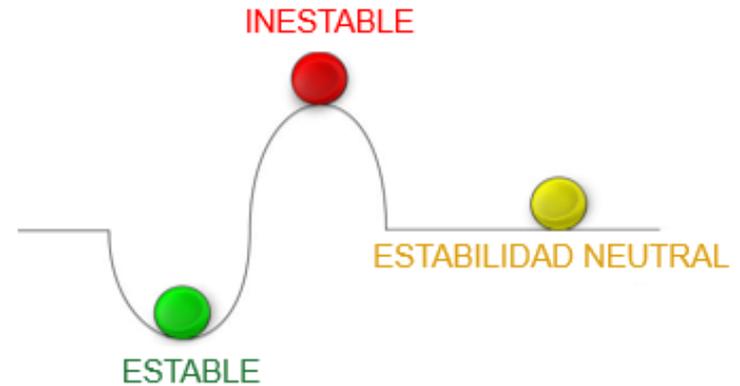
# Objetivo

- Caracterizar el estado de operación del S.N.I Ecuatoriano, mediante la minería de datos y el análisis estadístico de la información proveniente del sistemas WAMS



# Estabilidad Oscilatoria Pequeña Señal

El análisis se basa en el comportamiento de un sistema de potencia frente a perturbaciones pequeñas esto con el fin de determinar la capacidad del sistema mantener un estado de sincronismo.

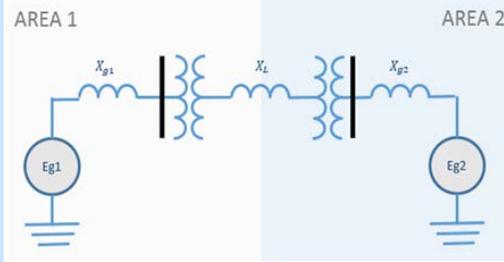


# MODOS OSCILATORIOS

## RANGO DE FRECUENCIAS

## CARACTERISTICAS

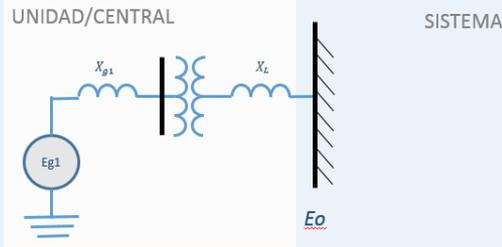
MODO  
ENTRE ÁREAS



0.2 – 0.7 Hz

Oscilaciones de coherencia de unidades de diferentes áreas

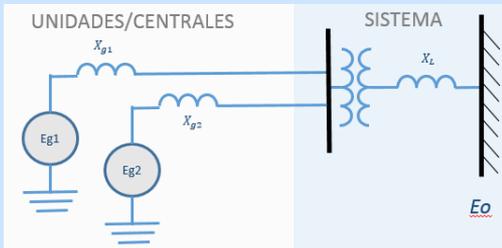
MODOS  
LOCALES



0.8 – 1.8 Hz

Oscilaciones de unidades o Centrales contra el sistema

MODOS  
ENTRE  
MÁQUINAS

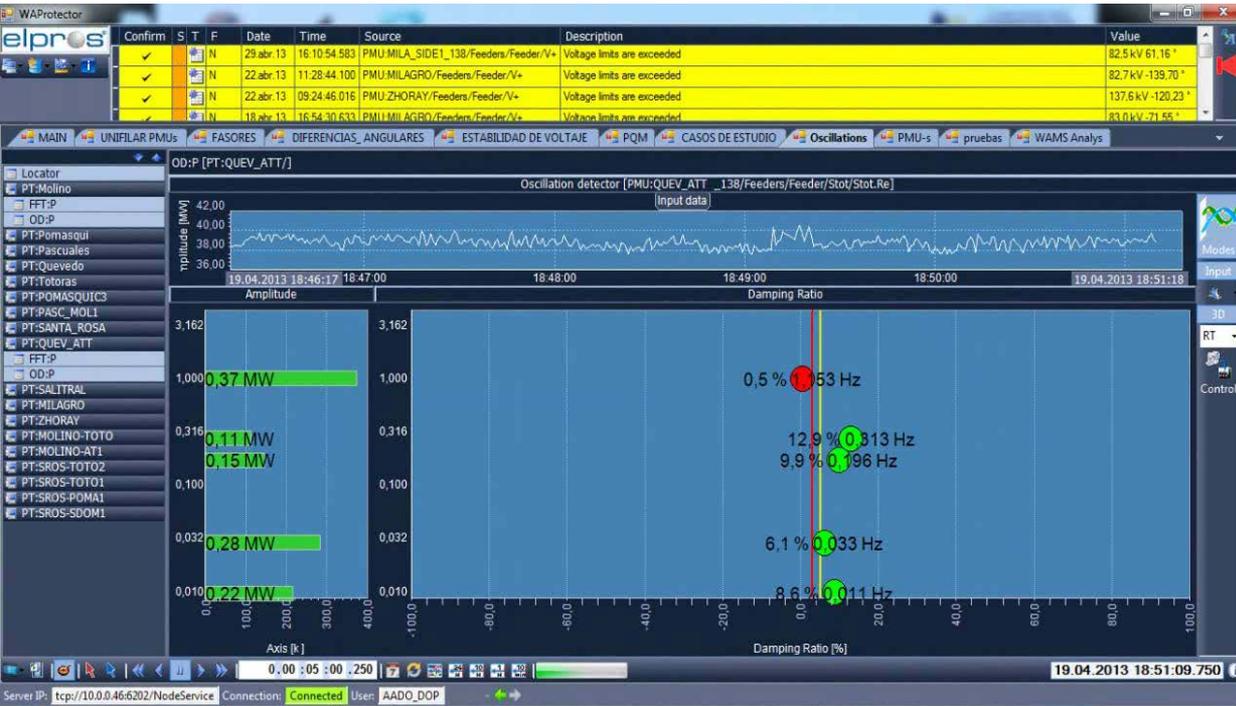


1.5 – 3 Hz

Oscilaciones entre unidades de una misma Central (controladores)

MODOS OSCILATORIOS	RANGO DE FRECUENCIAS	CARACTERISTICAS
MODO DE CONTROL	> 4 Hz	Oscilaciones relacionadas con sistemas de control, reguladores de voltaje, reguladores de velocidad
MODOS MUY BAJA FRECUENCIA	0.01 – 0.1 Hz	Oscilaciones de tipo de control. Aparecen en sistemas altamente hidráulicos.
MODOS DE TORSIÓN	10 – 46 Hz	Inestabilidad por presencia de elementos de potencia, como compensadores serie y sistemas HVDC

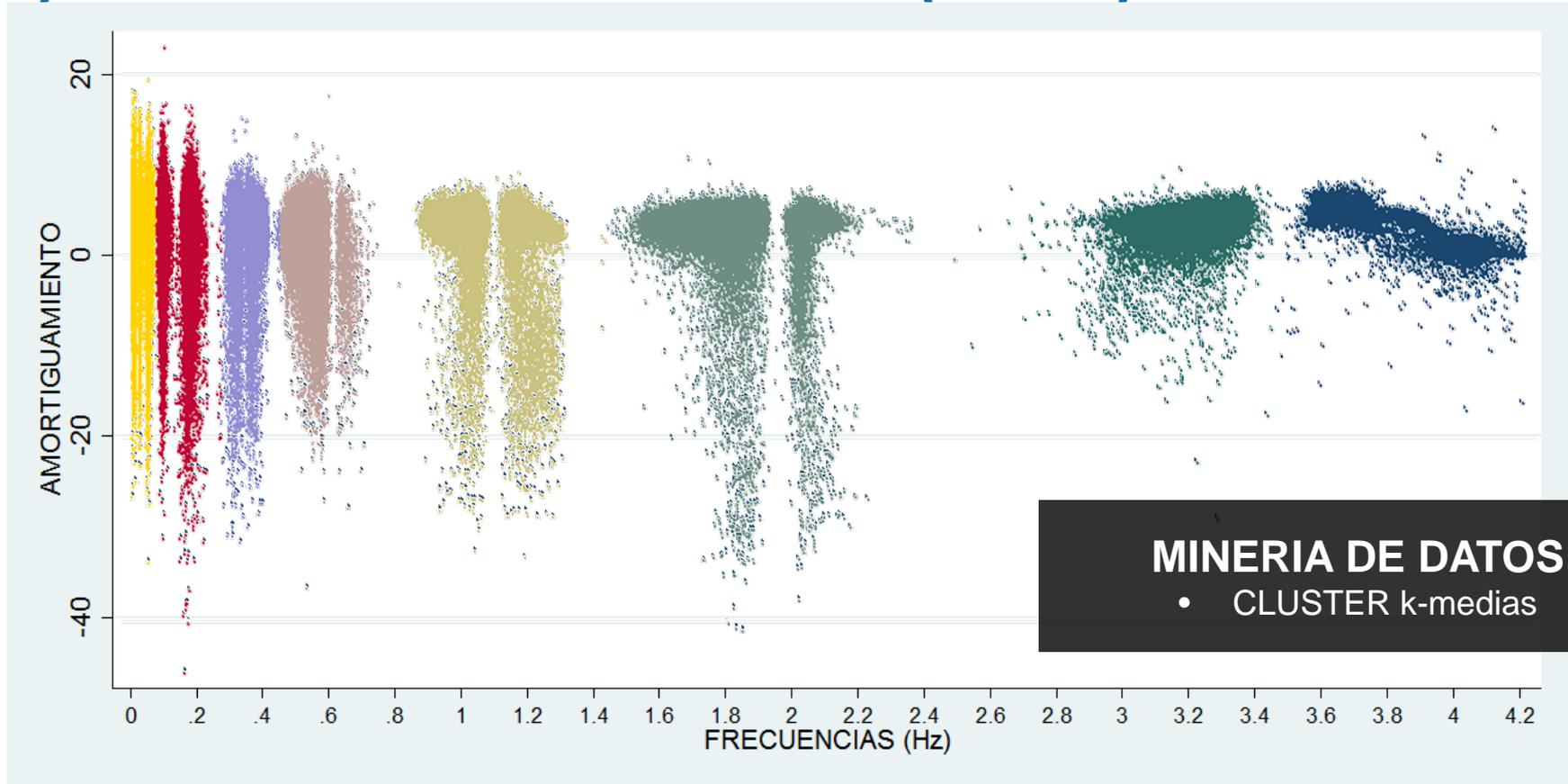
# Sistema de Monitoreo Estabilidad Oscilatoria



## VARIABLES DE ANÁLISIS

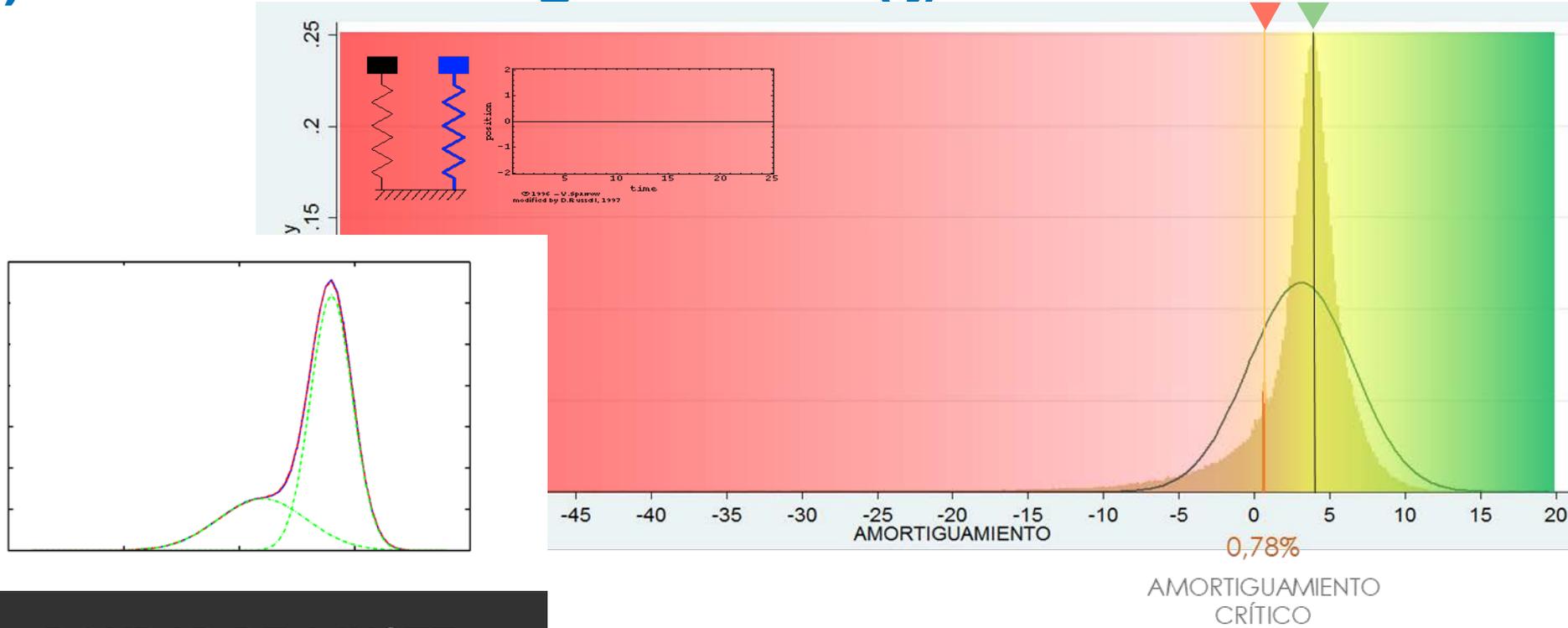
- Modo (Hz)
- Factor de amortiguamiento (%)
- Amplitud (MW)

# 1) Frecuencia de Oscilación (Modo)



slide

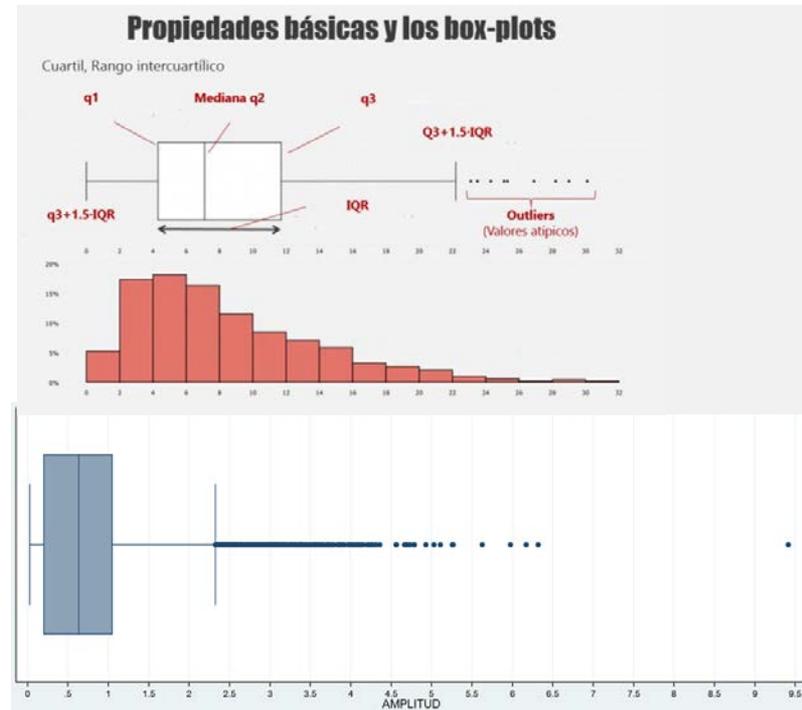
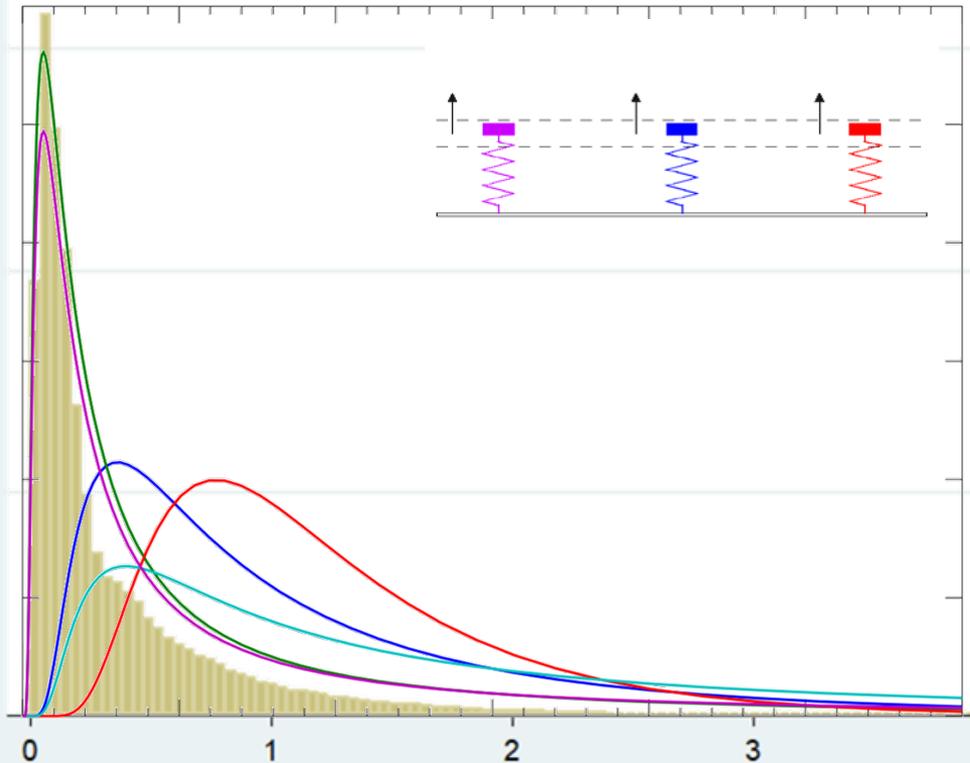
## 2) Factor de amortiguamiento ( $\xi$ )



### BONDAD DE AJUSTE

- Gaussian Mixture

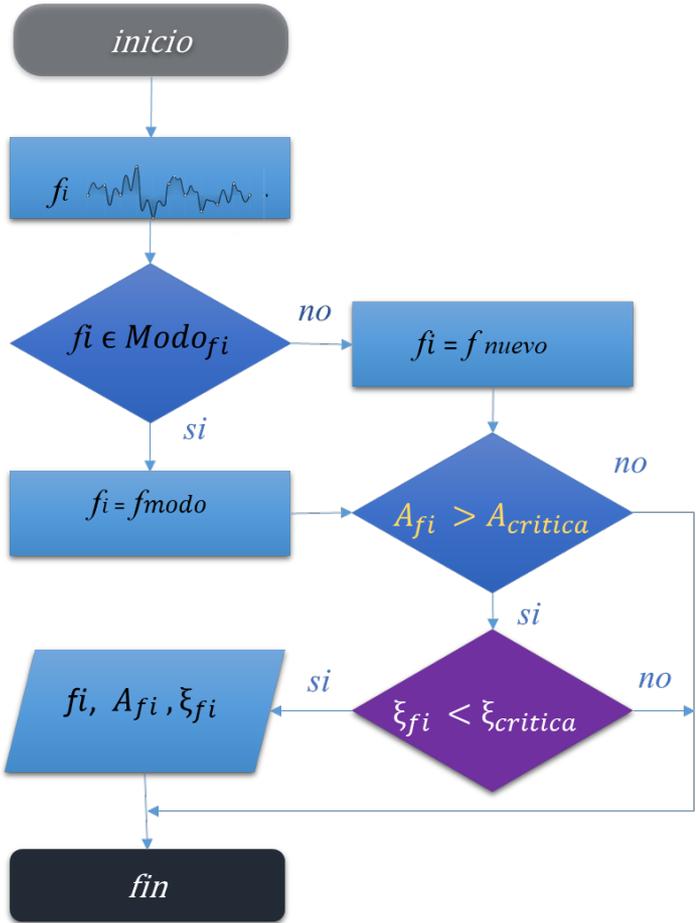
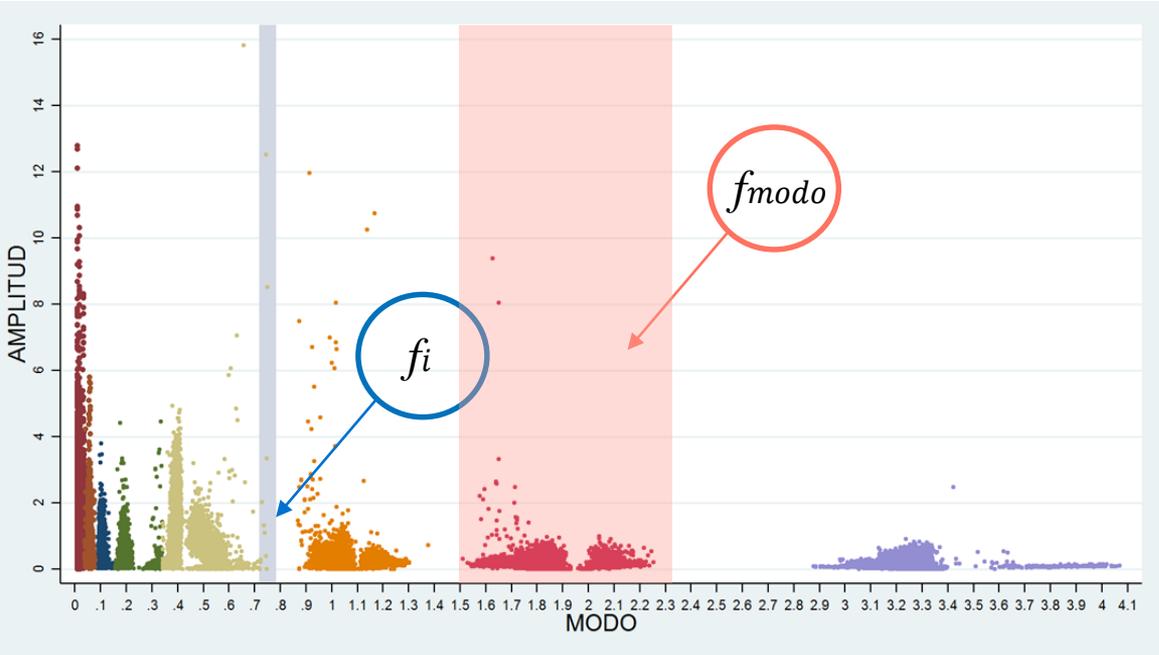
# 3. Amplitud de Oscilación



**ANÁLISIS VALORES EXTREMOS**

- Outlier

# Lógica de selección de datos



# PI System OSIssoft

# Esquema de registro de información



CAPTURA

- Sistema WAMs
- PMUs



TRANSFORMACIÓN

- CSV
- Tabla de Datos



ALMACENAMIENTO

- Pi System
- Time Series



ANALISIS DE DATOS

- Clasificador en Software especializado



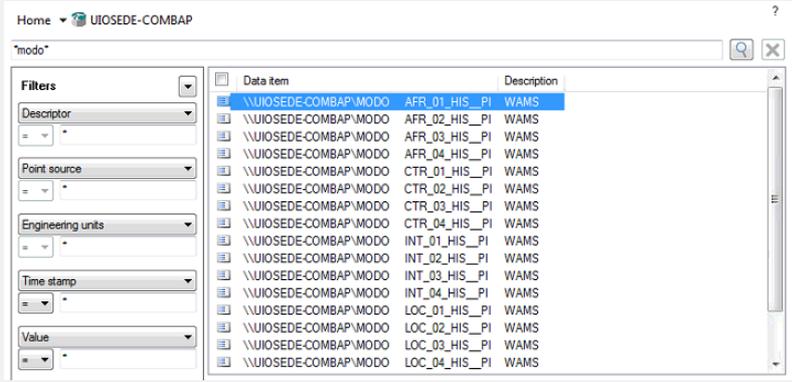
# Almacenamiento en PI Data Archive

ALMACENAMIENTO

- Pi System
- Time Series




- Creación de Pseudo TAGs



- PI API (Visual for applications)

TIME STAMP	01-may-17 00:00		ALMACENAR DATO	
NUMERO DE TAGS	48			
SERVIDOR HIS				
TIME STAMP	TAGNAME		VALORES GRABAR	RESULTADO
X 01-may-17 00:00:00	MODO	CTR_01_HIS_PI	0,057	Value written
X 01-may-17 00:00:00	MODO	CTR_02_HIS_PI	0,102	Value written
01-may-17 00:00:00	MODO	CTR_03_HIS_PI		
01-may-17 00:00:00	MODO	CTR_04_HIS_PI		
X 01-may-17 00:00:00	AMORTIGU	CTR_01_HIS_PI	4,587	Value written

# Análisis de Datos

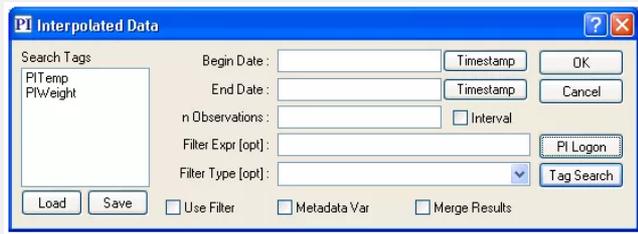


ANÁLISIS

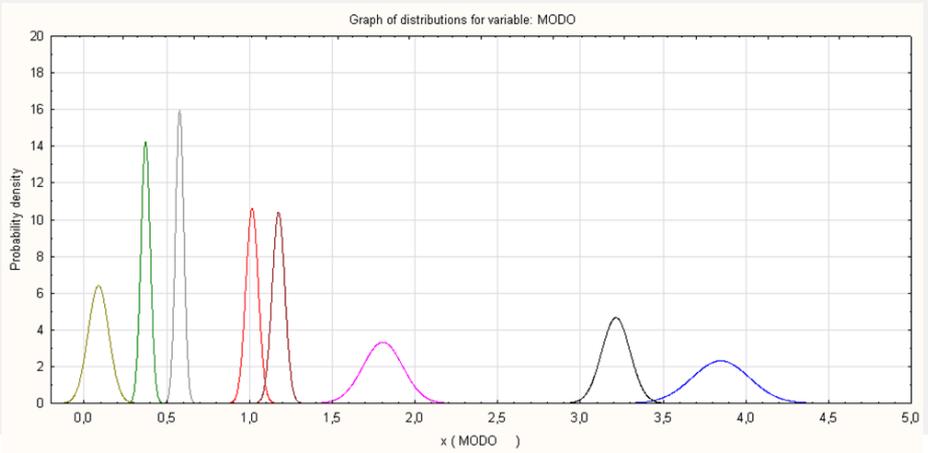
- Modos Dominantes
- Amplitud
- Amortiguamiento



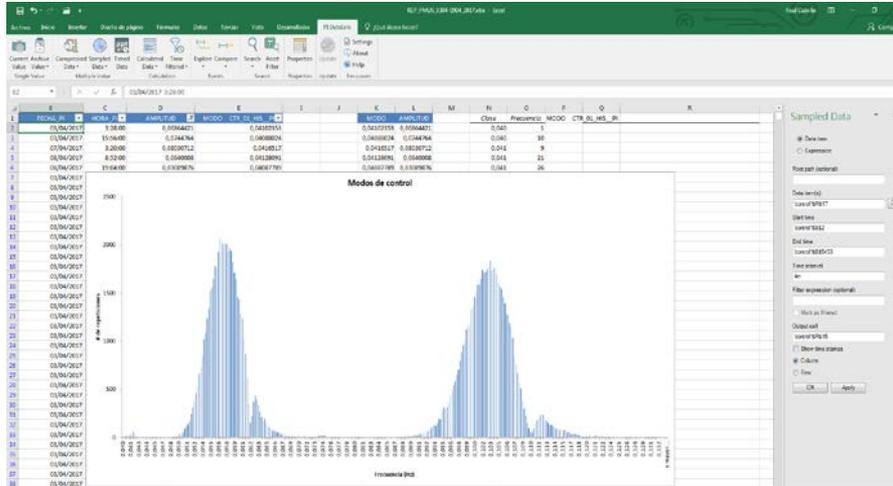
- **STATISTICA PI Connector**



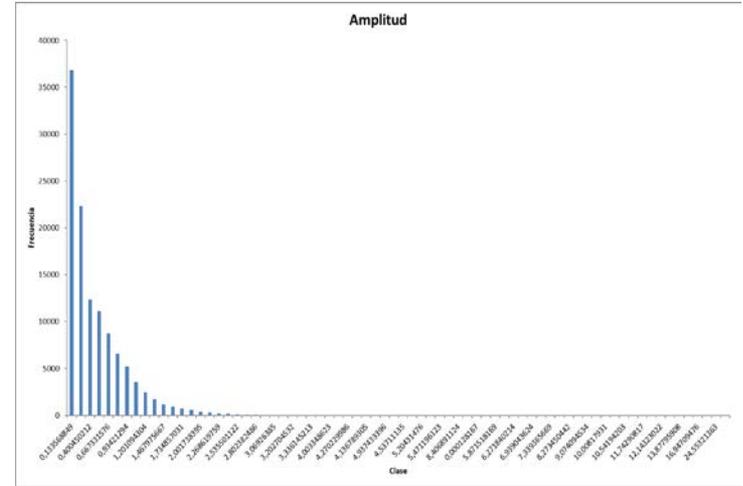
- **Analítica de Datos (Cluster)**



- Modos



- Amplitudes



# VISUALIZACIÓN

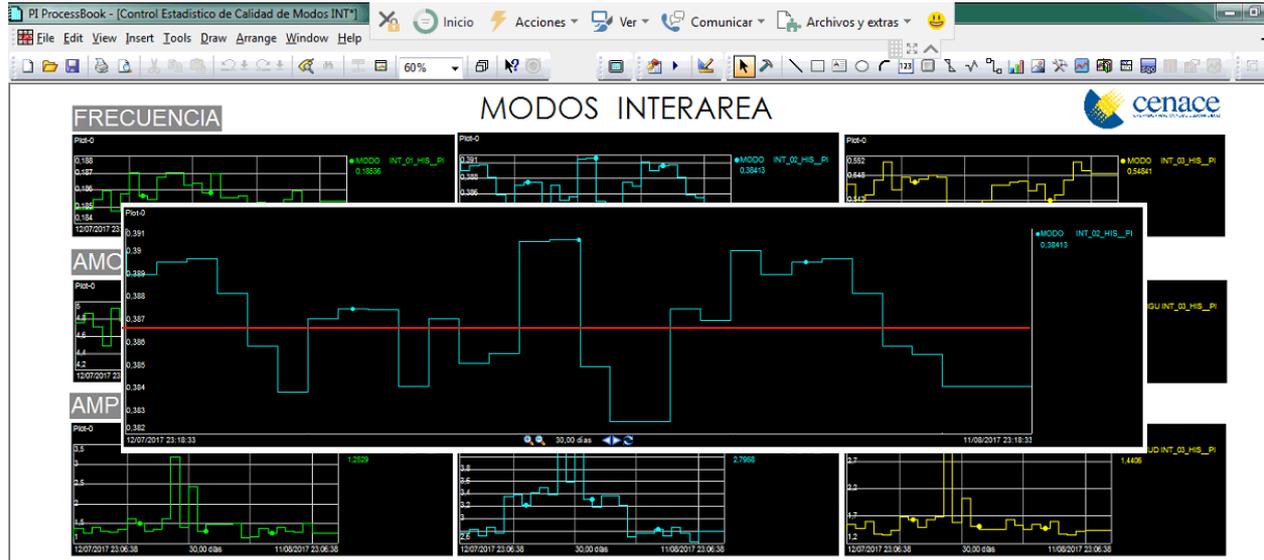


VISUALIZACIÓN

- PI Data Link
- PI Process Book
- SQC



- **PI Process Book**



Modo Interarea 0,38 Hz – Sistema Ecuador - Colombia

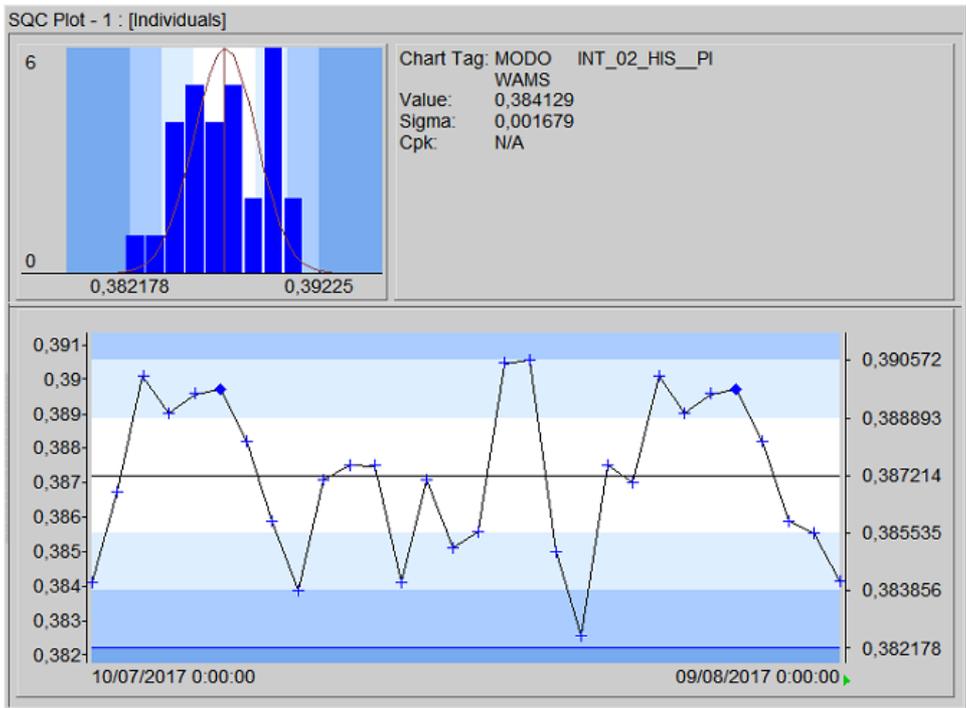
# VISUALIZACIÓN

- **SQC (PI Process Book)**



VISUALIZACIÓN

- PI Data Link
- PI Process Book
- SQC



# Modelo Matriz de datos obtenida



PI Server



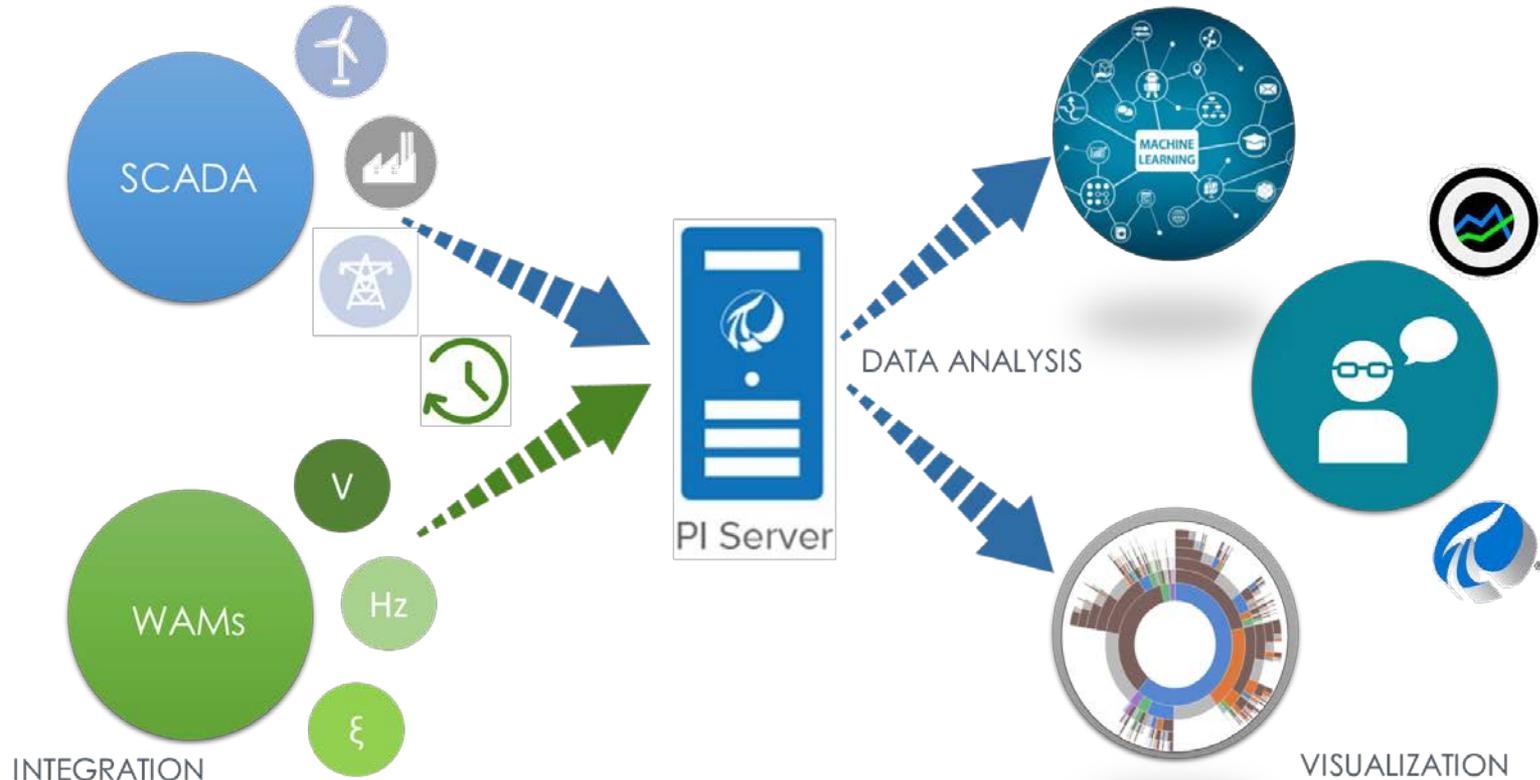
	$PG_i$	$QG_i$	$PL_i$	$QL_i$	$VB_i$	$f_i$	$Af_i$	$\xi_{f_i}$
0:00	$PG_0$	...	...	...	...	$f_{ctrl}$	...	$\xi_{ctrl}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
23:59	$PG_{24}$	...	...	...	...	$f_{ctrl\ 24}$	...	$\xi_{ctrl24}$

# Almacenamiento en PI System

DATA ACQUISITION

DATA STORAGE

DATA MODELING



# Conclusiones



Registro de la Información de estabilidad oscilatoria relevante en la base de datos histórica de PI.



Reducción de volumen de información en comparación al sistema WAMS



Integración de las bases de datos de EMS y PI en un mismo ambiente



Análisis técnicos complementarios, estudios eléctricos, visualización.



Análisis actualmente de manera post operativo y con frecuencia diaria.



La lógica aplicada puede ser utilizada incluso a nivel de tiempo real.

# Thank You



**OSI**soft®

감사합니다

谢谢

Danke

Merci

Gracias

**Thank You**

ありがとう

Спасибо

Obrigado