



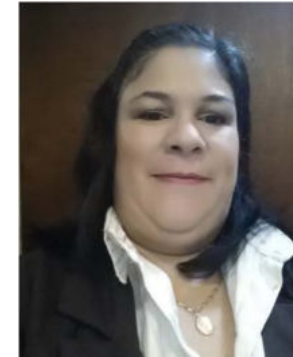
Argentine Petroleum Section



INSTITUTO ARGENTINO
DEL PETROLEO Y DEL GAS



**Análisis de Confiabilidad, Disponibilidad y
Mantenibilidad (Análisis RAM) aplicado a un
Activo de Producción de Gas y Petróleo.
Ing. María Teresa Romero.**

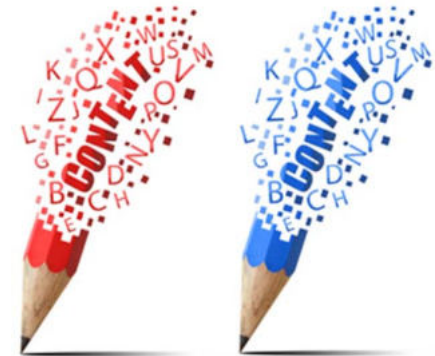


Maria Teresa Romero Barrios.

- ✓ Ingeniero Mecánico.
- ✓ Magister Especialista en Confiabilidad de Sistemas Industriales.
- ✓ Coordinador y especialista de Ingeniería de Confiabilidad con mas de 10 años de experiencia; Adiestramiento y desarrollo de proyectos en México, Colombia, Venezuela y Ecuador.
- ✓ Miembro activo de WIRAM of AMP (Women in Reliability and Maintenance of Association of Asset Management Professionals).
- ✓ Docente Universitario y Tutora de Trabajos de Grado de la Universidad Simón Bolívar, Venezuela.

Contenido.

- Qué es el Análisis RAM.
- El análisis RAM en modelos subsuelo-superficie.
- Cuándo aplicar un Análisis RAM.
- Para que un análisis RAM.
- Esquema de trabajo de un Análisis RAM.
- Etapas y resultados de un Análisis RAM.



¿Qué significa?

Acrónimo de **Reliability, Availability and Maintainability**.

¿Qué es?

Metodología que permite pronosticar la disponibilidad y el Factor de Servicio (On Stream Factor, OSF) de un proceso de producción, para un período determinado de tiempo.

¿Cómo trabaja?

Basado en la configuración de sus equipos, a la confiabilidad de sus componentes, a las políticas de mantenimiento y a la filosofía operacional existente.

Análisis RAM aplicado a un Activo de Gas y Petróleo

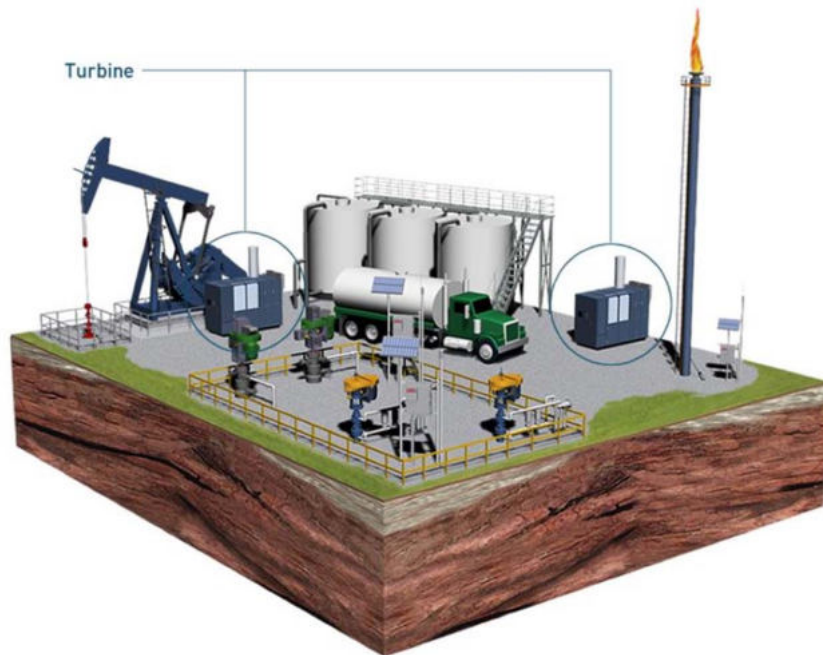
Sistema. Es todo conjunto de componentes, equipos, sub-sistemas, procesos y recurso humano que interactuando en conjunto y delimitado como un volumen de control genera un producto.

El Análisis Funcional de Sistemas:



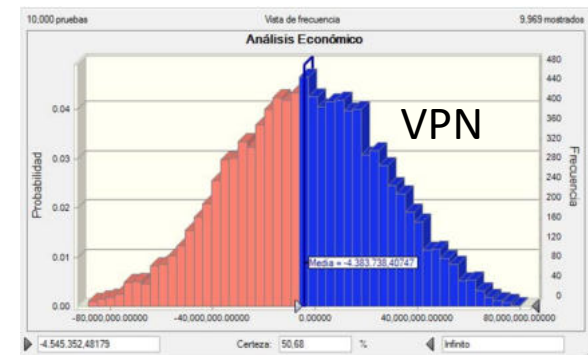
- Estimar la probabilidad de cumplir con el plan de producción de petróleo y gas de los activos.
- Realizar diagnósticos de los elementos que afectan la disponibilidad de los sistemas, permitiendo optimizar el proceso productivo.
- Se sustenta en diagramas de bloques, árboles de falla y diagramas markovianos entre otros.

Modelos Subsuelo Superficie



MODELO
RAMP

Modelos de Decisión



VPN → Factor de Rentabilidad

$\text{Prob}_{\text{VPN} < 0}$ → Factor de Riesgo

¿En qué fase de una instalación se puede desarrollar un Análisis RAM?

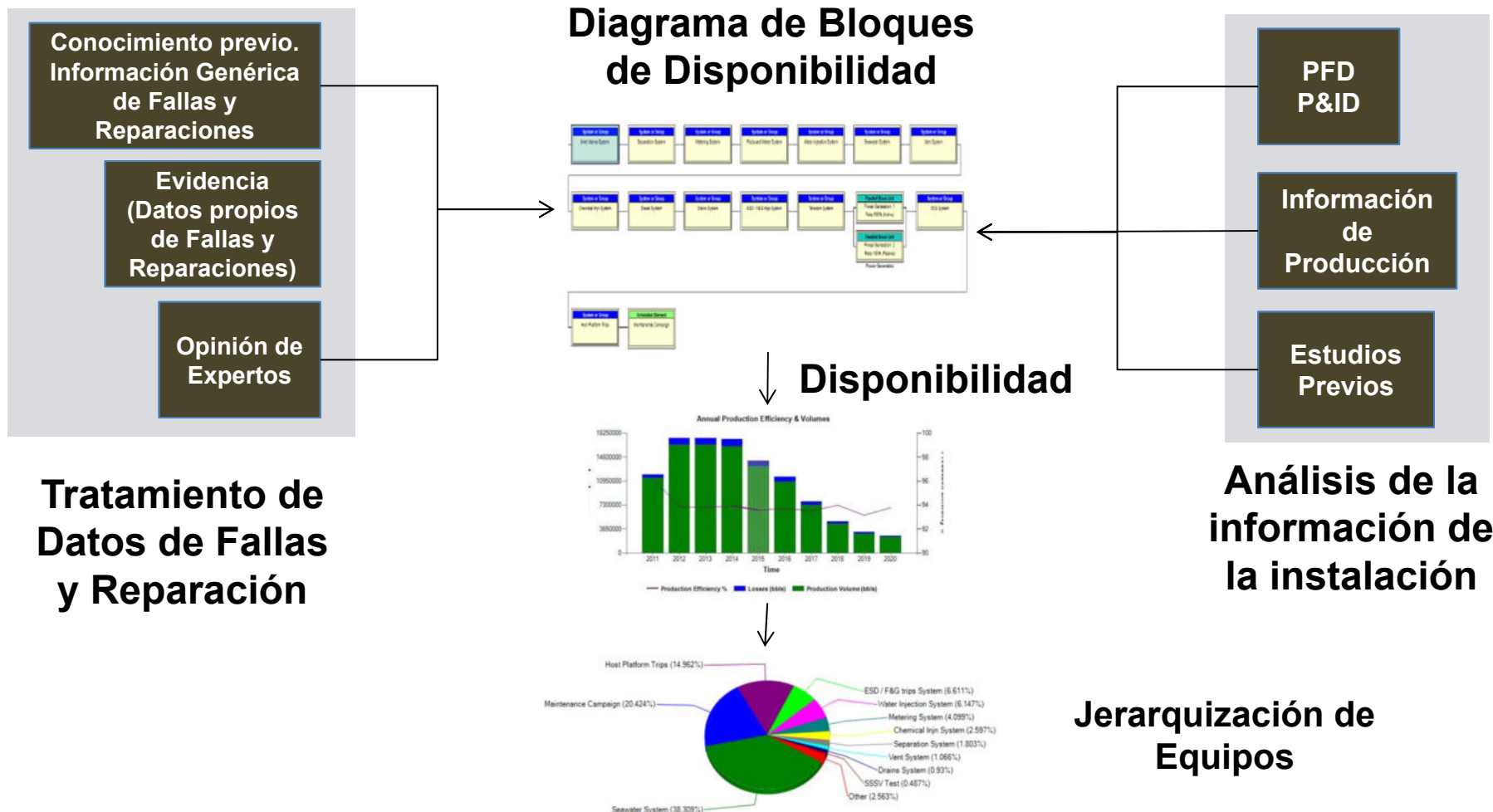
	Diseño Conceptual	Diseño Básico	Diseño Detallado	Puesta en Marcha/Arranque	Operaciones
Variables que impactan	• Configuración del proceso. • Tasas de falla y reparación inherentes • Políticas de mantenimiento (asumidas).	• Distribución de la planta. • Tasa de capacidad de los equipos.	• Componentes de repuesto instalados. • Detalle de los planes de mantenimiento. • Selección de proveedores.	• Errores en la instalación. • Programas de capacitación del operador. • Adquisición de equipos.	• Plan de mantenimiento. • Tamaño de las cuadrillas de mantenimiento. • Repuestos en almacén. • Retrasos logísticos y administrativos. • Errores humanos.
Datos	• Datos genéricos y de referencia		• Datos de los proveedores	• Datos de prueba	• Datos operacionales actuales

Un Análisis RAMP ¿Para qué?...UN DIAGNÓSTICO



- Producción.
- Costo del Ciclo de Vida.
- Análisis de portafolio.
- Medio Ambiente y Seguridad.

ESQUEMA DE TRABAJO



Análisis RAM aplicado a un Activo de Gas y Petróleo

ETAPA I Tratamiento de Datos de Fallas y Reparación

Censo de Equipos

Información
Técnica y
Operacional

				Información Técnica y Operacional		
Descripción del Equipo	Situación Actual del Equipo/Pozo	Denominación del Proyecto Futuro	Año Esperado de Inicio de Operación	Tipo de Sistema de Levantamiento	Formación	Tipo de Completación
POZO 6021	PROYECTO FUTURO	DESARROLLO DE CAMPO	2015	BOMBEO ELECTROCENTRIFUGO	MESOZOICO	SIMPLE
POZO 6033	PROYECTO FUTURO	DESARROLLO DE CAMPO	2015	BOMBEO ELECTROCENTRIFUGO	MESOZOICO	SIMPLE
POZO 7151	OPERANDO			BOMBEO ELECTROCENTRIFUGO	MESOZOICO	SIMPLE
POZO 1	OPERANDO			FLUJO NATURAL	MESOZOICO	SIMPLE
POZO 1011	OPERANDO			BOMBEO ELECTROCENTRIFUGO	MESOZOICO	SIMPLE

ETAPA I Tratamiento de Datos de Fallas y Reparación

FUENTES DE INFORMACIÓN DE DATOS DE FALLAS Y REPARACIÓN

1. Datos Históricos Propios (Evidencia):

- La EVIDENCIA está constituida por los tiempos para fallar y para reparar observados en equipos o poblaciones de equipos en una planta bajo análisis. También pueden considerarse como EVIDENCIA los tiempos para fallar y para reparar en equipos similares operando en plantas o procesos productivos similares.
- La fortaleza de este tipo de información es su representatividad de la “realidad” y su debilidad es que probablemente “sean muy pocos datos” (información estadísticamente poco robusta).



ETAPA I Tratamiento de Datos de Fallas y Reparación

FUENTES DE INFORMACIÓN DE DATOS DE FALLAS Y REPARACIÓN

2. Opinión de Expertos:

- Los expertos poseen valiosísima información sobre parámetros como las tasas de falla y las tasas de reparación normalmente sustentada en la observación y experiencia con equipos similares en operación (equipos similares al equipo al cual se le estimará la tasa de fallas).



ETAPA I Tratamiento de Datos de Fallas y Reparación

FUENTES DE INFORMACIÓN DE DATOS DE FALLAS Y REPARACIÓN

3. Data Genérica:

- 1.- Offshore Reliability Data (OREDA).
- 2.- WELL MASTER – para los pozos productores de gas.
- 3.- PHMSA (Pipelines and Hazardous Materials Safety Administration – U.S. Department of Transportation, DOT) – para las tuberías.
- 4.- IEEE STD 493-1997 – para equipos eléctricos.
- 5.- EXIDA: Instrumentación y Control.



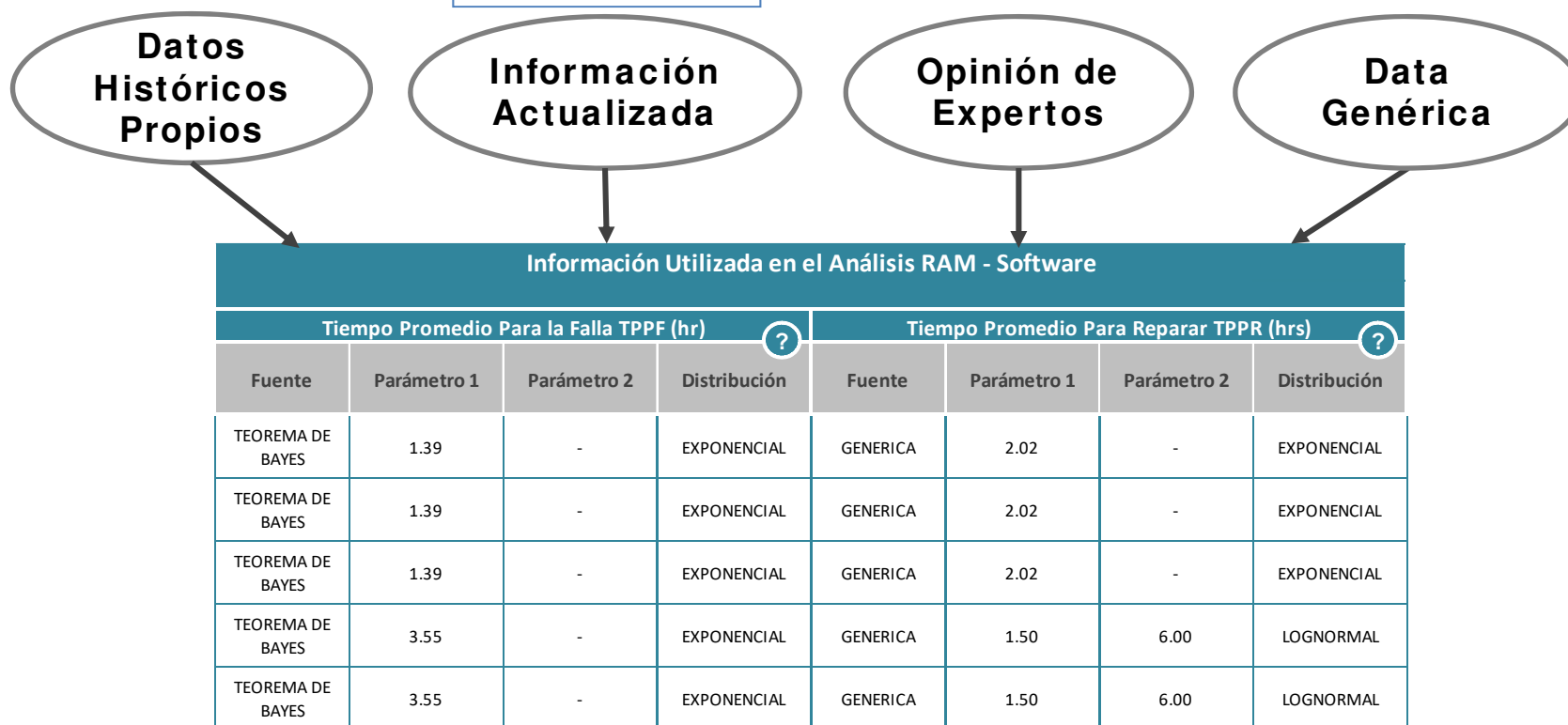
Debido a la heterogeneidad de las muestras analizadas para construir estos bancos de información; la misma se presenta en forma de distribuciones de probabilidad de las tasas de falla y reparación.

Análisis RAM aplicado a un Activo de Gas y Petróleo

ETAPA I Tratamiento de Datos de Fallas y Reparación

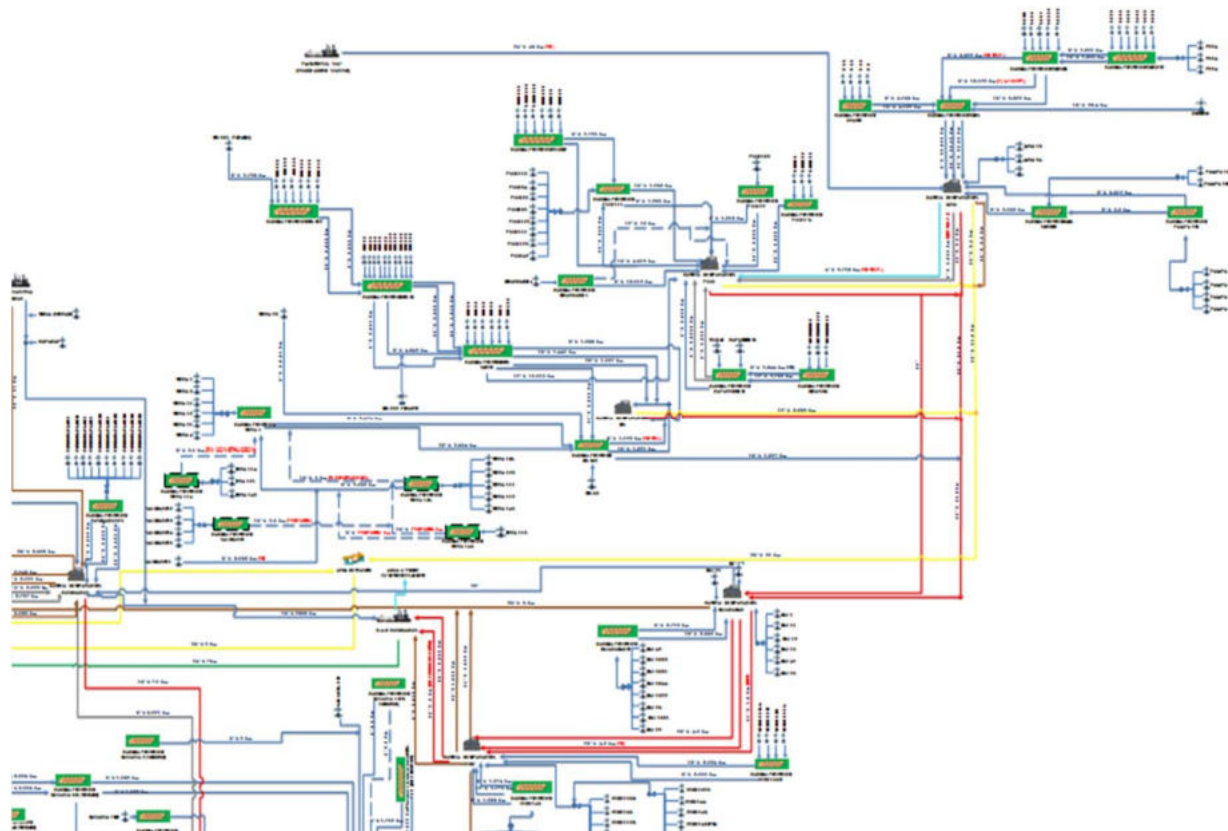
Teorema de Bayes

$$f(\lambda / X) = \frac{L(X|\lambda)g(\lambda)}{\int_{-\infty}^{\infty} L(X|\lambda)g(\lambda)d\lambda}$$



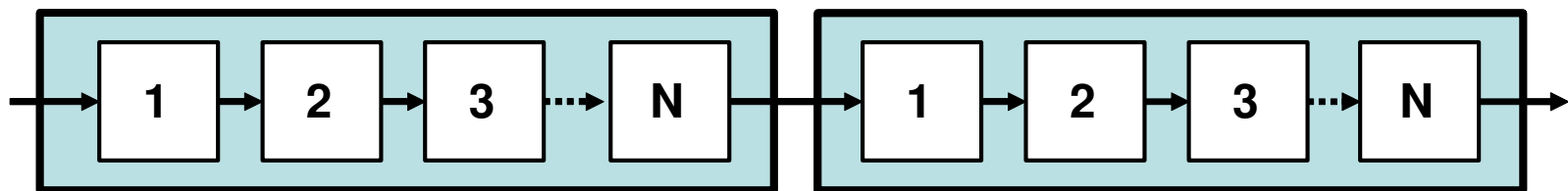
Análisis RAM aplicado a un Activo de Gas y Petróleo

ETAPA II Arquitectura del Modelo ANALISIS DE PRODUCCION

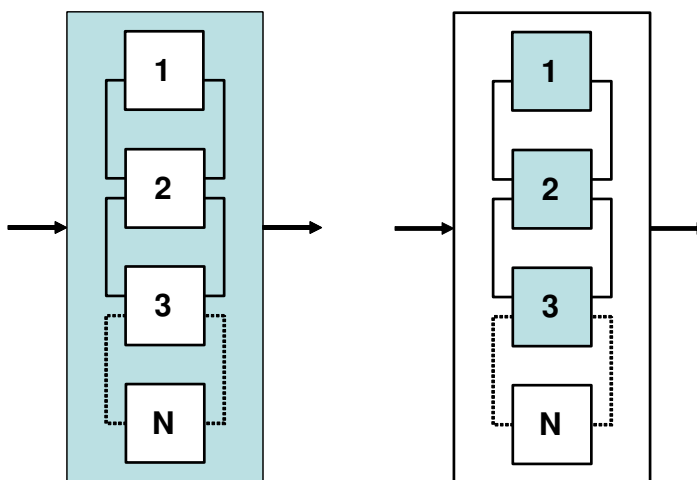


ETAPA II Arquitectura del Modelo CONSTRUCCION DE DBD

Bloques en Serie



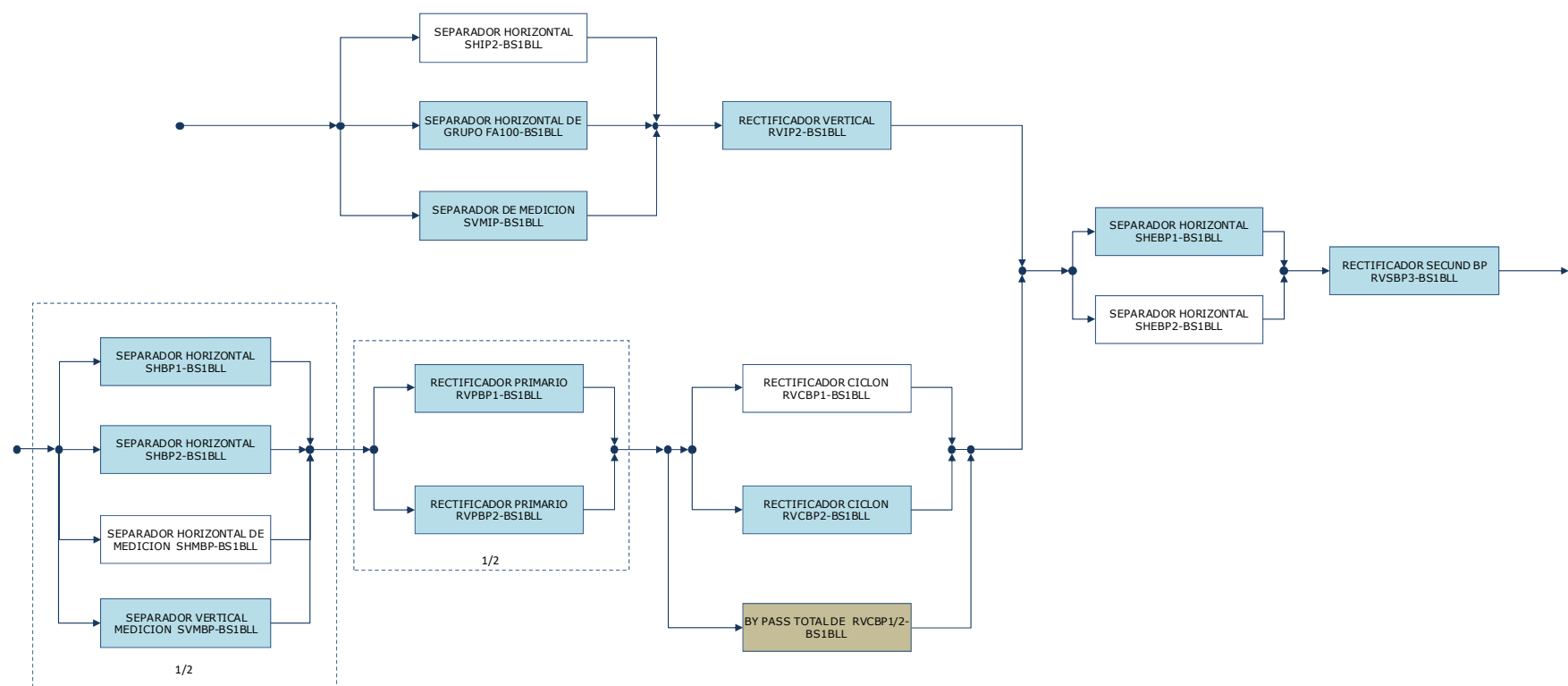
Bloques en Paralelo



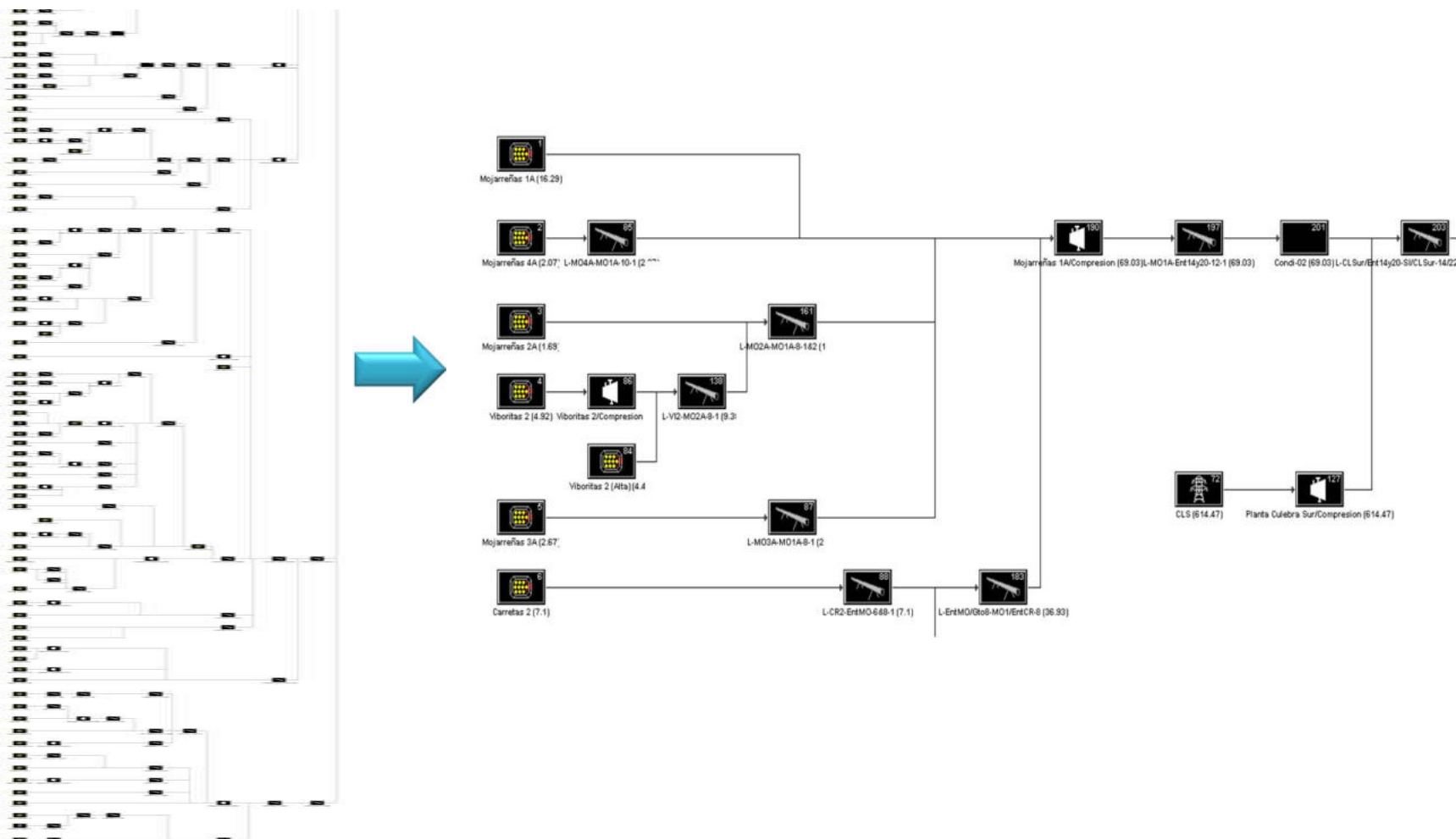
Análisis RAM aplicado a un Activo de Gas y Petróleo

ETAPA II Arquitectura del Modelo

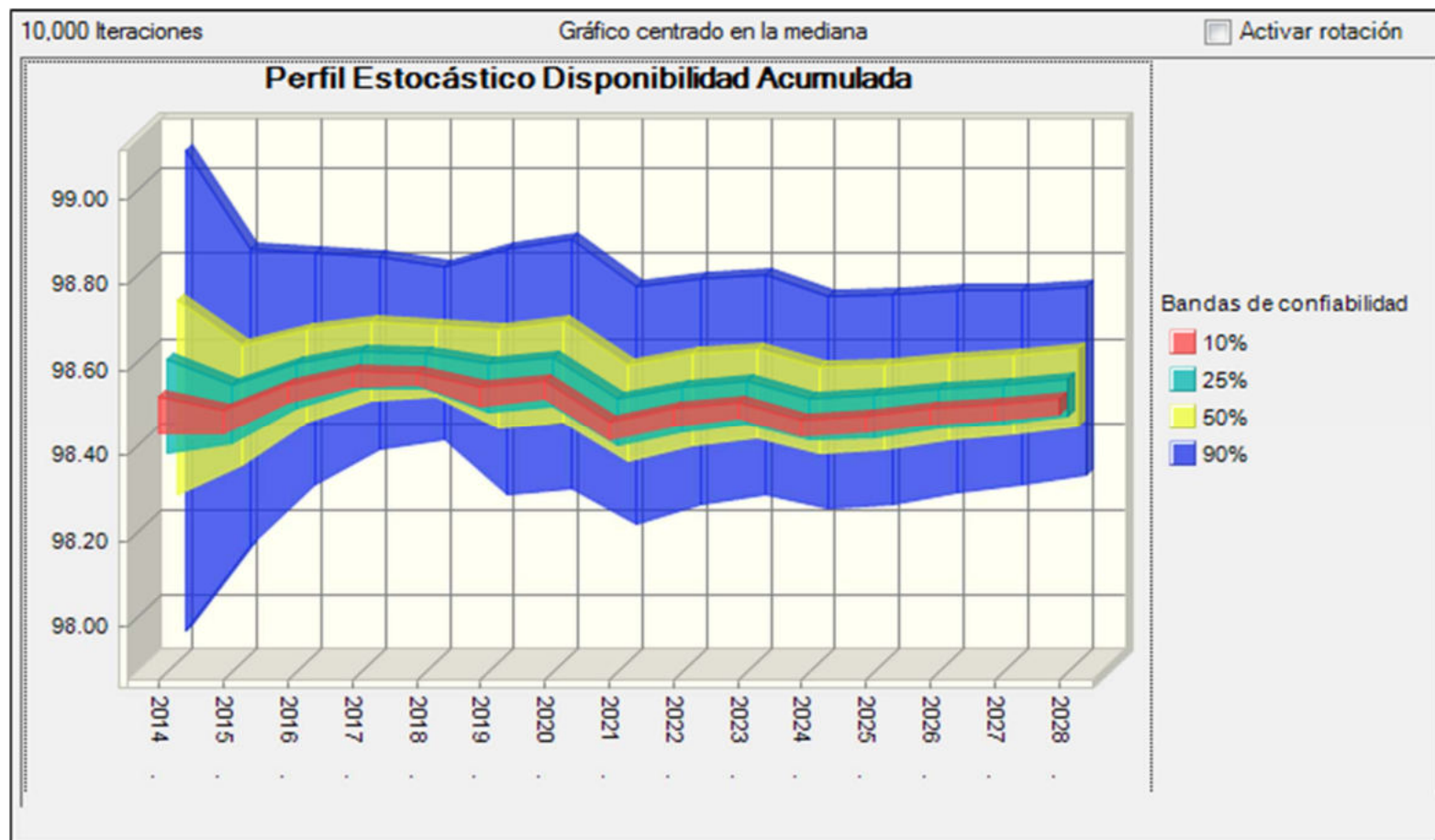
CONSTRUCCION DE DBD Y VALIDACIÓN DEL MODELO



ETAPA III Modelaje del Sistema

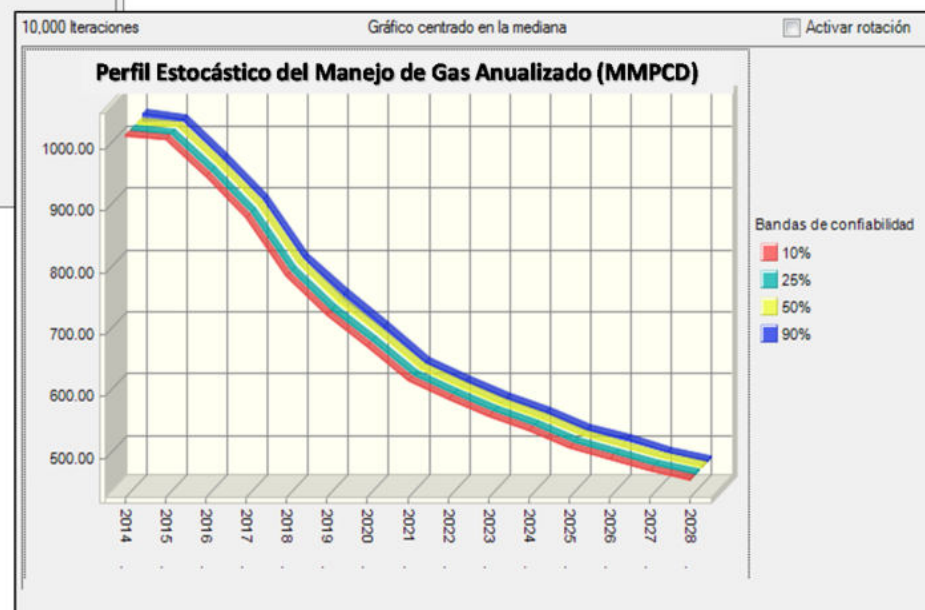
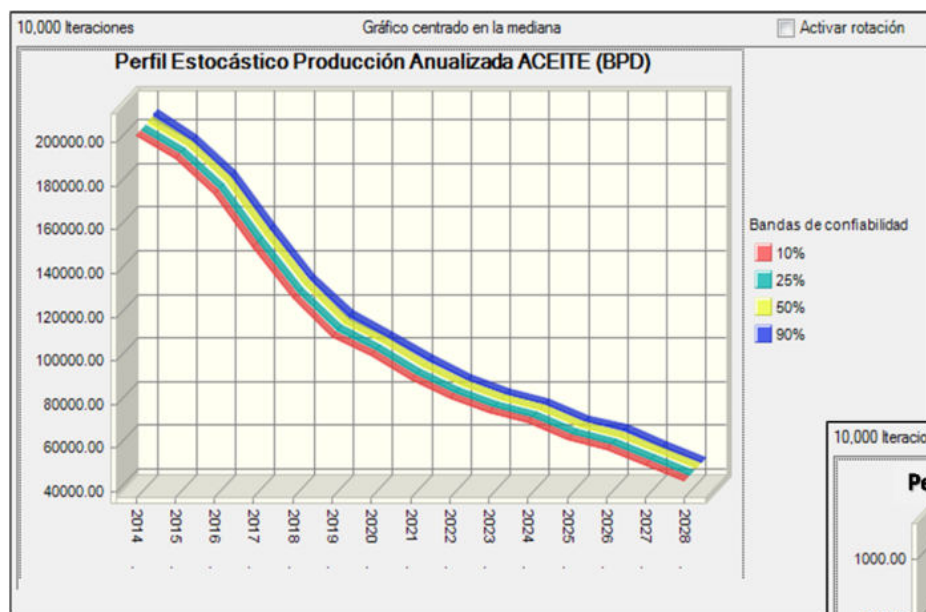


ETAPA III Modelaje del Sistema



Análisis RAM aplicado a un Activo de Gas y Petróleo

ETAPA III Modelaje del Sistema



Análisis RAM aplicado a un Activo de Gas y Petróleo

ETAPA III Modelaje del Sistema

LISTA JERARQUIZADA CON BASE A LA CRITICIDAD

DESCRIPCION	% PERDIDA RELATIVA GLOBAL	% PERDIDA RELATIVA LOCAL	NRO. PROMEDIO DE FALLAS	% MEDIA DE LA PERDIDA ABSOLUTA	MTTF (AÑOS)
ELIMINACION AGUA	5.7212	38.7478	26.18	0.0849	0.573
SIST SEP MESOZ TERC BSSAM2	4.959	33.5856	20.77	0.0736	0.7222
SISTEMA RECT Y ESTAB BSSAM2	3.2067	21.7181	824.41	0.0476	0.0182
PLANTA TRAT AGUA BSSAM2	0.7386	5.0023	554.5999	0.011	0.027
SISTEMA DESFOGUE BSSAM2	0.1397	0.9463	126.24	0.0021	0.1188
SISTEMA BALANCE ALMAC ENV ACEITE BSSAM2	0	0	1173.37	0	0.0128



El Análisis RAM una poderosa herramienta para el diagnóstico de un sistema de producción y toma de decisiones de inversión.

Cuando las empresas fallan o dejan de crecer, casi siempre es porque no invierten en las personas, los sistemas y los procesos que necesitan.

Howard Schultz.

Información de contacto:
romeromariatr@gmail.com

PUBLICACIONES

- Libro “Herramientas de Confiabilidad alineadas a la Gestión de Activos ISO 55000”. Alexis Lárez, María T. Romero y Robinson J. Medina. Editorial Circulo Rojo, 1ra. Edición. Noviembre 2.017. ISBN: 978-84-9183-114-3.
- Publicación “Optimización de Inventarios basado en Confiabilidad”. Revista Predictiva 21. Año 4. No. 22. Agosto 2017.
- Publicación "Análisis Costo Riesgo Beneficio para la selección de los conductores para una Planta de Generación Eléctrica”. Revista Mantenimiento en Latinoamérica Volumen 7 # 2 Marzo 2015.
- Publicación “Experiencias en el Desarrollo de Análisis de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad (Análisis RAM)”. Revista Predictiva 21. Año 2. No. 7. Diciembre 2014.
- Publicación “Optimización Costo Riesgo para la Determinación de Frecuencias de Mantenimiento y Reemplazo”. Revista Mantenimiento en Latinoamérica. Volumen 6 # 3. Abril 2.014.