

## **PDVSA: Una implementación exitosa de Gerencia de Activos Basada en Riesgo.**

Valmore Rodriguez, Centros de Excelencia, Petróleos de Venezuela SA rodriguezv@pdvsa.com

John Woodhouse, Managing Director, The Woodhouse Partnership Ltd  
john.woodhouse@twpl.co.uk

### **1 Resumen & Introducción**

Petróleos de Venezuela es una compañía muy grande, gubernamental e integrada de petróleo, gas y petroquímica. En 1995 se embarcó en una serie de iniciativas de Confiabilidad Operacional de “abajo-arriba” en sus refinerías y en el negocio aguas arriba, logrando éxito creciente y cambios de actitud significantes. Más recientemente esto se ha complementado por una adopción “arriba-abajo” de un modelo de Gerencia Integrada de Activo, involucrando un re-adiestramiento substancial de la gerencia y la aplicación de nueva estructura organizacional, medición de desempeño y procesos de decisión basados en riesgo.

Habiendo probado muchos métodos modernos de optimización de confiabilidad y mantenimiento, cada uno con éxito limitado, PDVSA ha evolucionado (con la ayuda de Woodhouse Partnership Limited) una aproximación mixta incluyendo RCM, RBI, TPM, RCA y herramientas cuantificadas de optimización costo riesgo.

Una técnica de análisis de criticidad apuntó las áreas importantes basada en el desempeño, costos, medio-ambiente y áreas de seguridad (los procesos, los sistemas, los equipos), dónde la caja de herramientas de Confiabilidad Operacional se aplica a un nivel cuantitativo de detalle total. Las áreas de volumen de criticidad alta son manejadas por técnicas basadas en reglas como RCM/RBI, técnicas basadas en plantillas para sistemas de baja criticidad.. Este juego de procedimientos técnicos se complementa por un enfoque grande en los factores humanos, la motivación, equipos de trabajo multi-destreza, la mejora continua y estrategias de comunicaciones y recompensas. Los resultados han sido espectaculares, particularmente para una compañía estatal con significantes limitaciones institucionales, políticas y comerciales.

Más de US\$230 millones por año de beneficios netos se han atribuido hasta ahora al programa y esto se reconoce como simplemente el principio. Este paper describe la jornada que todavía continua, las combinaciones de herramientas/técnicas empleadas, y algunas de las lecciones aprendidas.

## 1.1 ¿Quién es quién?

Petróleos de Venezuela SA (PDVSA) es una compañía estatal de Petróleo y Gas que se tasa como la segunda más grande en el mundo (Petroleum Intelligence Weekly), y proporciona 78% de la exportación de Venezuela. Tercera en capacidad de refinación, y cuarta en la capacidad productora a nivel mundial. Según Fortune Magazine, es la décima corporación más rentable en el mundo. PDVSA ha probado reservas de 74 mil millones barriles de petróleo y 145 teras pies cúbicos de gas. Se estima que un 40 mil millones barriles adicionales serán descubiertos todavía.

La división aguas arriba de la compañía está dividida en 24 “Unidades de Explotación”, costa afuera (el Lago Maracaibo), en los pantanos costeros, sabanas, bosques húmedos y cerca de los ambientes de desierto. Aguas abajo, posee y opera tres refinerías en el país, incluso el Centro Refinación Paraguana (CRP - la refinería de petróleo más grande en el mundo), y una planta de los químicos. Tiene propiedades significantes en otras empresas de exploración y producción y refinación (como Veba Oil en Alemania) y Citgo, uno de los distribuidores de combustible más grandes en los Estados Unidos.

Woodhouse Partnership Ltd. (TWPL) es un pequeño (45 fuertes) equipo de especialistas de campo experimentados y de pelo canoso en la Gerencia de Activos y la Confiabilidad Operacional. Está basada en el REINO UNIDO pero con operaciones en Africa, Sud-América, Francia y Australasia, y clientes en 25 países, aproximadamente 40% en el sector petroquímico y el resto en los servicios, manufactura, minería e industrias de transporte. TWPL ha estado proporcionando entrenamiento y apoyo de facilitación a PDVSA desde 1996.

## 2 ¿Donde empezó todo?

En 1995, la Refinería de Cardon estaba buscando una mejora mayor del desempeño, Confiabilidad, capacidad y problemas de eficacia estaban arrastrando la planta abajo en las referencias internacionales. Una actualización mayor estaba en marcha y en el “El Proyecto de la Transformación” fue concebido para levantar la Confiabilidad Operacional de la infraestructura existente. El RCM se vio como un contribuyente potencial a este proceso y TWPL fue llamado a realizar una auditoria y después la capacitación/facilitación de RCM. Pronto fue evidente que no todos los problemas eran de mantenimiento, sino que se necesitó la eliminación básica de ellos a través de un proceso de análisis causa de raíz y un plan de cambios del comportamiento. Solo la revisión de estrategias de mantenimiento e inspección como lo hace el RCM/RBI - u otro' normalmente promovidos por vendedores de una “sola solución” mantenía el riesgo de ser otra “moda del mes”. Lo que se necesitó claramente fue una aproximación mixta que pudiera adaptarse a la cultura local, flexible en el alcance y profundidad de aplicación y dirigida a los problemas importantes. Y tenía que construir la auto-confianza; la competencia local y seguridad para asegurar la mejora continua sostenida (en lugar de estar basada solo en el apoyo de consultoría externa). La transferencia de tecnología y fortalecimiento eran por consiguiente parte de los objetivos subyacentes.

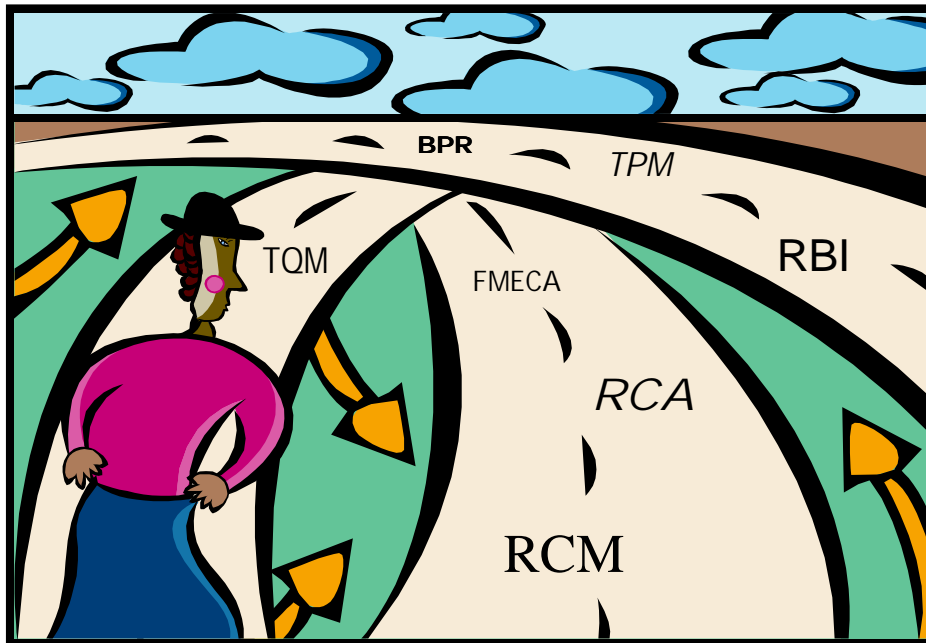


Figure 1. La mezcla confusa de metodologías de “mejores prácticas”

Así que la iniciativa se expandió al modelo total de Confiabilidad Operacional de TWPL, y se lanzó un programa de capacitación de personal, investigación y de mejora de confiabilidad. Los elementos de RCA, RCM, RBI y Optimización Costo Riesgo (CRO) fueron aplicados según la criticidad y características del problema. Alrededor de 300 personas fueron especializadas en estos métodos y el mensaje fue *"hagan lo básico bien, y sólo apliquen los métodos sofisticados donde sean claramente necesarios."* Esta aproximación tuvo un impacto rápido en las fallas de bombas para la refinería, por ejemplo, movió el tiempo promedio entre fallas de 6 meses a un promedio de 24 meses dentro del primer año. Se revisaron los requerimientos de repuestos, se evaluaron intervalos de mantenimiento e inspección y un número grande de proyectos menores se filtraron por costo/beneficio e impacto al riesgo. Las preparaciones del presupuesto anual, con alrededor de 300 componentes de proyectos y propuestas, fue filtrado, el costo/beneficio y riesgo se evaluó al igual que la jerarquía en un tiempo record, con significantes mejoras en la claridad y credibilidad.

El entusiasmo de operadores, técnicos e ingenieros era muy alentador, y el grupo completo de gerencia de la refinería dedicó tiempo para entender los conceptos de Confiabilidad Operacional y su juego de herramientas. Con los éxitos acelerados, por consiguiente, la estructura de la organización fue cambiada para apoyar la visión de mejora de desempeño multidisciplinaria de la Gerencia de Activos. Se establecieron las Unidades de Negocio con experiencia de funciones transversales, una colección de los métodos de “mejores prácticas” y se aplicó una estructura común de jerarquía por criticidad para asegurar que se aplicaran criterios consistentes de valor por dinero.

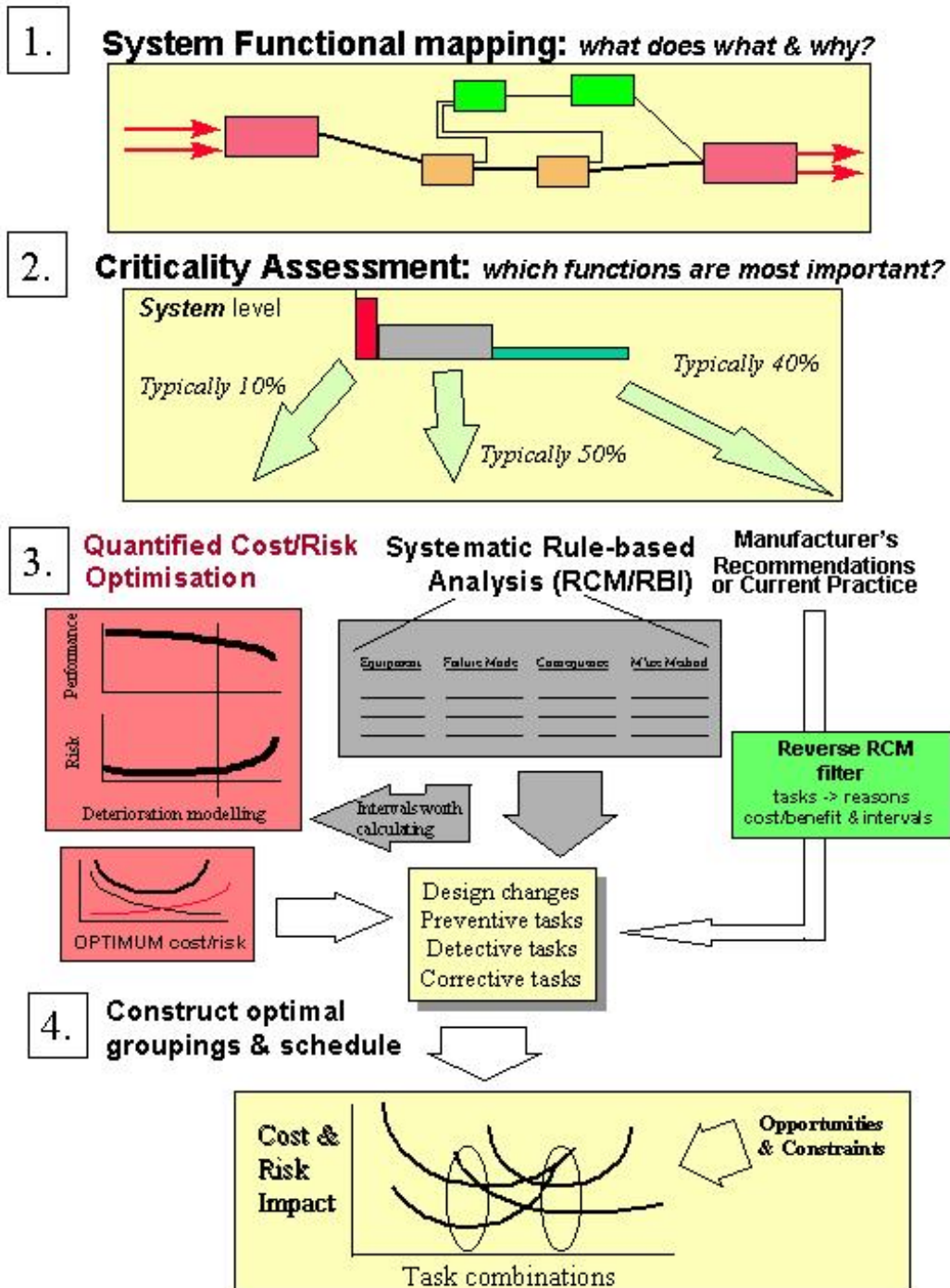
Pero entonces, en 1997, la refinería se unió con su vecino, Amuay, como la parte del programa de la integración de las cuatro subsidiarias de PDVSA. Los cambios de gerencia resultantes y el choque de cultura detuvieron el progreso de la Confiabilidad Operacional, disolvió las unidades de negocio recientemente formadas (devolviéndose a una organización basada en funciones para la conveniencia del de administración y presupuesto) y creó una mano de obra muy desilusionada, todo dentro de un período de 6 meses. Los “líderes” anteriores se esparcieron en otras partes de PDVSA, o han dejado la compañía. La experiencia de Cardon mostró lo que podría lograrse, y después mostró como *no manejar un cambio organizacional significativo*.

### 3 Mientras tanto, aguas arriba...

Las noticias de las experiencias positivas de Cardon habían estado extendiéndose aguas arriba a la Exploración y Producción de la división Occidente (el Lago Maracaibo). TWPL invitado por el departamento de mantenimiento realizó una **Evaluación Interactiva** (auditoría de la línea base más una “evaluación de la mejora potencial en varias áreas”) identificando en 1997 el alcance considerable en la mejora de la Confiabilidad Operacional, incluso un 1% extra de disponibilidad/producción rendiría entre US\$56 y 67 Millones/año de ingresos extras. Un objetivo de 3-5% mejora se sugirió como alcanzable (a pesar del considerable escepticismo local) sobre la base existente de 85-90% de disponibilidad, entonces una serie de estudios piloto fue realizada. Estos pilotos encontraron oportunidades reales inmediatas para el cambio, con significantes beneficios en costo y desempeño.

Una vez más, la *combinación* de Análisis de Causa Raíz, reglas de RCM y métodos de Optimización Cuantificada Costo-Riesgo-Beneficio produjeron más beneficio que cualquier metodología simple hubiera logrado. Proporcionó una aproximación de “caja de herramientas” con el enfoque adecuado en la transferencia de tecnología real (creando “la propiedad local” de los métodos, y facilitadores internos). La caja de herramientas consistió en una aplicación basada en criticidad, de la profundidad de sofisticación adecuada, una revisión multi-disciplinaria y el acuerdo de la mejor manera para continuar (vea Figura 2).

Los estudios piloto fueron considerados un éxito, y una aplicación más amplia de métodos de Confiabilidad Operacional fue comenzada. Esto ocurrió al mismo tiempo, que el departamento de Servicios de Mantenimiento Central comenzaba a imponer corporativamente el "Mantenimiento Clase Mundial". Sin embargo, pronto sería claro, que un enfoque en excelencia funcional (*mejorar el mantenimiento*), es una lucha cuesta arriba a menos que el beneficiario del mantenimiento (es decir operaciones) esté estrechamente involucrado, siendo casi imposible lograr actividades de mejora sostenidas. Las actividades de RCA y de RCM mantuvieron el catalizador vital para esta colaboración, a pesar de que históricamente la división entre el mantenimiento y operaciones había sido fuerte (los presupuestos separados, medición del desempeño, etc.).



Copyright 1994 The Woodhouse Partnership Ltd

Figura 2. Una aproximación multi-vía para estrategias de mantenimiento y riesgo

### 3.1 La Inversión

#### 3.1.1 Entrenamiento

El CIED la impresionante división de capacitación de PDVSA<sup>1</sup> se llamó para proporcionar el apoyo logístico, y el programa de educación siguiente se extendió en el período 1997-2000:

<b>Tema</b>	<b>No. de personas entrenadas</b>
Confiabilidad Operacional (el nivel de introducción de conceptos)	391
El Análisis de Causa Raíz (RCA)	154
Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)	468
Inspección Basada En Riesgo	108
Optimización Costo Riesgo	112
Ingeniería de Confiabilidad de Sistemas	70
Las habilidades del facilitador	49
Gerencia de equipos de alto desempeño	59
Gerencia Parada de Plantas	12
Integración de Confiabilidad Operacional	24
<b>Total de personas capacitadas</b>	<b>1,447</b>

Los cursos variaron de los eventos de taller de un día a los programas de 10 días. Los participantes eran provenientes de un amplio rango de especialidades funcionales: 374 eran de los departamentos de producción, 42 de plantas de compresión de gas, 50 de los servicios eléctricos, 34 de los operaciones marinas, 47 de perforación, 55 de construcción, 67 de planificación, 245 de mantenimiento/inspección, 17 de apoyo logística, 18 de ingeniería de proyectos y 14 especialistas en Confiabilidad Operacional.

#### 3.1.2 Trabajo en Equipo, Facilitación y Herramientas

Empezando con un equipo de 6 facilitadores, el grupo de Confiabilidad Operacional fue liderado por un Superintendente de Mantenimiento, Luis Fernández. Este grupo apoyó una serie de grupos de trabajo multi-disciplinarios, que se reunían como promedio medio una vez por semana. Cuando los resultados se hicieron evidentes, el volumen de demanda para estudios similares creció y el nivel de actividad alcanzó el máximo con 27 facilitadores soportando los grupos de trabajo en 1999-2000. Conforme la competencia local y experiencia creció, la dependencia en expertos externos bajó, hasta a un nivel de semanas de control de calidad trimestral, en las que los grupos presentaron su trabajo y preguntas a los consultores de TWPL para comentarios y guías direccionales. Habiendo revisado la gran mayoría de sistemas críticos y estrategias de mantenimiento, este programa de trabajo se ha estabilizado ahora a un nivel de “la Mejora Continua”, con alrededor de 6 facilitadores especializados a tiempo completo y capacitación para las nuevas caras y los nuevos temas (como la Gerencia de Activos y Costos de Ciclo de

<sup>1</sup> Declarada por 4 años consecutivos la mejor Universidad Corporativa del mundo

Vida). Las experiencias también están siendo modeladas y compartidas por redes de conocimiento con otras áreas de la compañía.

Debe notarse que una fortaleza cultural de los ingenieros venezolanos es la aproximación para colaborar en equipos, y el soporte de PDVSA hacia los “Equipos Naturales de Trabajo” incrementa ese buen deseo para compartir y trabajar juntos. La contrapartida de este atributo, por otra parte, es la resistencia para tomar las decisiones, soportándose en referencias hacia arriba, dilaciones o las estrategias basadas en comité. La aplicación de Confiabilidad Operacional tomo en cuenta esto, introduciendo las herramientas de software APT para proporcionar números duros y opciones evaluadas por riesgo, ambas para explotar “conocimiento tácito” de los equipos multi-disciplinarios de una manera estructurada, y para alentar la mayor confianza en la toma de decisiones. Esto demostró una clave en la credibilidad de la iniciativa: los equipos pudieron “probar” el valor de los cambios propuestos y proporcionar una prueba auditable de asunciones y comparaciones “¿qué pasa si?” con estrategias existentes o alternativas.

### 3.2 Los resultados hasta ahora

En este sector la iniciativa de Confiabilidad Operacional ha logrado espectaculares y sostenidos éxitos. La siguiente es una muestra pequeña de los tipos de actividad que ocurrieron en 2001, y el impacto medido o potencial descubierto.

<b>La Unidad de explotación</b>	<b>Los estudios del ejemplo</b>	<b>Impacto (beneficio potencial o logrado) *</b>
Lagomar	Optimización de alcance para comandante reparan en estaciones de flujo (bombeo)	\$500k/año logrado
	RBI revisión de tareas de inspección de estaciones flujo	\$220k/año logrado
	El análisis de Confiabilidad de “risers” de tubería	\$300k/año Potencial \$80k/año logrado hasta ahora
Lagomedio	Optimización de mantenimiento de servicios de producción	\$220k/año logrado
	RBI revisión de tareas de inspección de estaciones de flujo	\$2 Million/year comprendió
	Rediseño de planes de mantenimiento para los manifolds de producción, separadores, tanques y tuberías	\$800k/año Potencial \$300k/año logrado hasta ahora
	Rediseño de mantenimiento de bombas	\$300k/año Potencial
	El intervalo de renovación para válvulas	\$200k/year logrado
	La Nueva estrategia de mantenimiento para válvulas del mando inteligentes	\$450k/año potencial
La Salina	Optimización de mantenimiento de estación flujo TJ21	\$120k/año logrado
	Nueva solución de tecnología para medición de condición de motor	\$80k/año Potencial
Tierra Oeste	Análisis de riesgo tubería de 24" de efluente	\$3million/año Potencial
Tia Juana Lago	Intervalo de mantenimiento para el tren de inyección de agua	\$60k/año logrado

	El uso de técnica de mantenimiento predictivo (Ultraprobe)	\$120k/año Potencial
	Mejorar procedimiento reparaciones motor eléctricos	\$60k/año Potencial
	Nueva estrategia de mantenimiento para almacenamiento y bombeo	\$90k/año Potencial
	Los intervalos del mantenimiento preventivo para el equipo dinámico en la inyección de agua	\$22/año Potencial
El Tierra Pesado Este	Análisis Causa Raíz de fallas de motores eléctricos	\$210k/año Potencial
	Rediseño de planes de mantenimiento planta vapor	620k/año Potencial
	Rediseño de planes de mantenimiento para los hoists / grúas	\$2.6 million/año potencial
Lagocinco	Uso de venting packer en 16" riser pipelines	\$1.6 Million/año potencial
	Rediseño la estrategia de mantenimiento las tuberías petróleo y de gas	\$2 Million/año potencial
	Nueva estrategia mantenimiento sistema de separación	\$150k/año Potencial
	Nueva estrategia de mantenimiento para las válvulas del mando inteligentes	\$520k/año Potencial

\* Los beneficios "potenciales" son aquéllos calculados para las soluciones implementadas que tienen un tiempo de entrega largo, o el impacto basado en riesgo. "Logrados" son aquéllos validados por la medida directa. En ambos casos, los beneficios son el impacto neto de costos (el capex & el opex), Confiabilidad, la disponibilidad, la tasa producción, eficiencia, etc.

La mezcla de métodos que fueron aplicados en cada caso varía, pero un análisis de los métodos principales usados para cada caso reveló la distribución siguiente, junto con la diferencia interesante entre el impacto *potencial anticipado* ("visualizado") ésa era la base original para priorizar estudios, y los beneficios *reales* logrados por los estudios en sí. Esto muestra cuan difícil es predecir el alcance de la mejora antes que se hagan los análisis disciplinadamente.

Methodology	ANALISES			TOTAL IMPACT (\$K/year)	
	PLANNED FOR 2002	COMPLETED (1st 6 months)	IN PROGRESS at July 2002	VISUALISED 2002	ACHIEVED AT JULY 2002
<b>CRITICALITY ANALYSIS</b>	6	1	9	-	-
<b>LOST OPPORTUNITY ANALYSIS</b>	3	-	3	-	-
<b>CROSS-FUNCTIONAL TEAMS BUILD</b>	1	1	3	4865	350
<b>ROOT CAUSE ANALYSIS</b>	16	1	9	13890	1100
<b>STATISTICAL DISTRIBUTION ANALYSIS</b>		1	-	-	-
<b>RELIABILITY CENTRED MAINTENANCE</b>	14	1	12	888	5269
<b>RISK BASED INSPECTION</b>	7	1	2	600	-
<b>COST/RISK OPTIMISATION (APT)</b>	10	8	9	950	15140
<b>OPERATIONAL IMPROVEMENTS</b>	13	1	10	780	1500
<b>NEW TECHNOLOGY APPLICATIONS</b>	11	1	9	1480	176
<b>SYSTEMS RELIABILITY ENGINEERING</b>	4	1	5	1500	457
	<b>85</b>	<b>17</b>	<b>71</b>	<b>24,953</b>	<b>19,221</b>

Figure 3. El resumen de resultados de los primeros 6-meses del 2002



## 4 La migración del mantenimiento al lecho de producción

A pesar de los éxitos sustanciales del programa de Confiabilidad Operacional, y su expansión progresiva a otras regiones del país, uno grupos llamados los “Centros de Excelencia” recientemente establecidos en la oficina principal de Caracas reconoció que los premios mayores estaban al aplicar conceptos similares a las decisiones de *producción* (en lugar de solo al mantenimiento/confiabilidad de los servicios). Esto lanzó un derivado de la Confiabilidad Operacional para la producción, llamado “Producción Basada en Confiabilidad” (PBC).

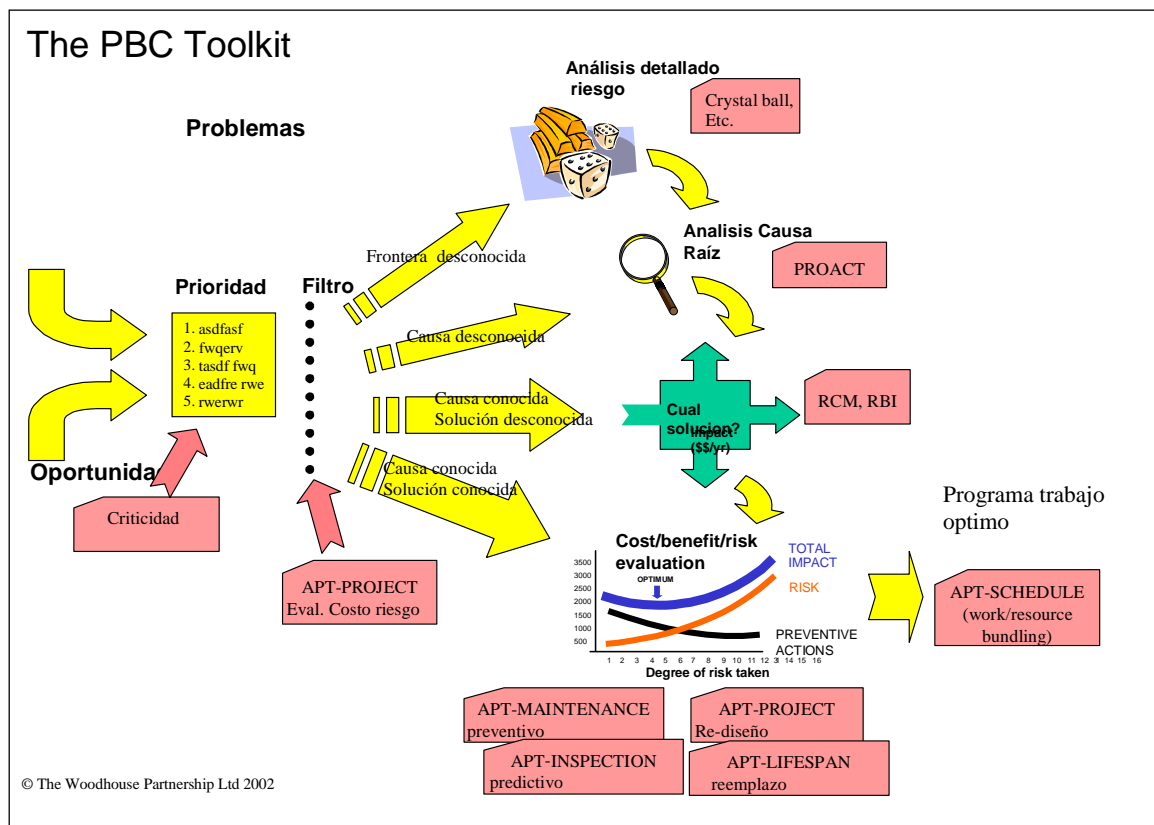


Figure 4. El kit de herramientas de PBC

Tres de los facilitadores líderes de Confiabilidad Operacional se enviaron a ayudar y, juntamente con TWPL, un trabajo de capacitación particularizado de 9 semanas fue creado. Los primeros tres grupos actualmente ya han completado este programa y han generado algunos resultados notables. Los números son ciertamente aun más grandes que aquéllos de los primeros estudios. Las decisiones se relacionan directamente con las cifras de producción y la reserva potencial total. Estudios de taladrado, opciones de gerencia de yacimiento, workovers, reemplazos de entubados, equipos down-hole y estrategias de monitoreo han demostrado todas ser directamente compatibles con los métodos disciplinados de estudio basados en riesgo y herramientas de modelado de deterioro. Un ejemplo representativo se muestra debajo:

## 4.1 Taponamiento de Asfalteno en pozos de UE Pirital

*Situación actual:* la acumulación rápida de depósitos de asfaltenos restringe las tasas de producción hasta que los pozos están totalmente bloqueados (al punto que se requiere re-abrir y limpiar el pozo). Las frecuencias actuales para este bloqueo varían de 1-4 veces por año para cada pozo.

*El proceso del análisis:* El software APT MAINTENANCE® fue usado para describir tanto la pérdida de eficiencia progresiva (a través del tapón parcial) y la distribución de bloqueos totales (incluyendo otras fuentes de bloqueo, tales como errores del workover u otros eventos aleatorios). Los costos de la limpieza preventiva reactiva fueron entrados también, junto con el impacto de tiempo fuera de servicio para los tales eventos.

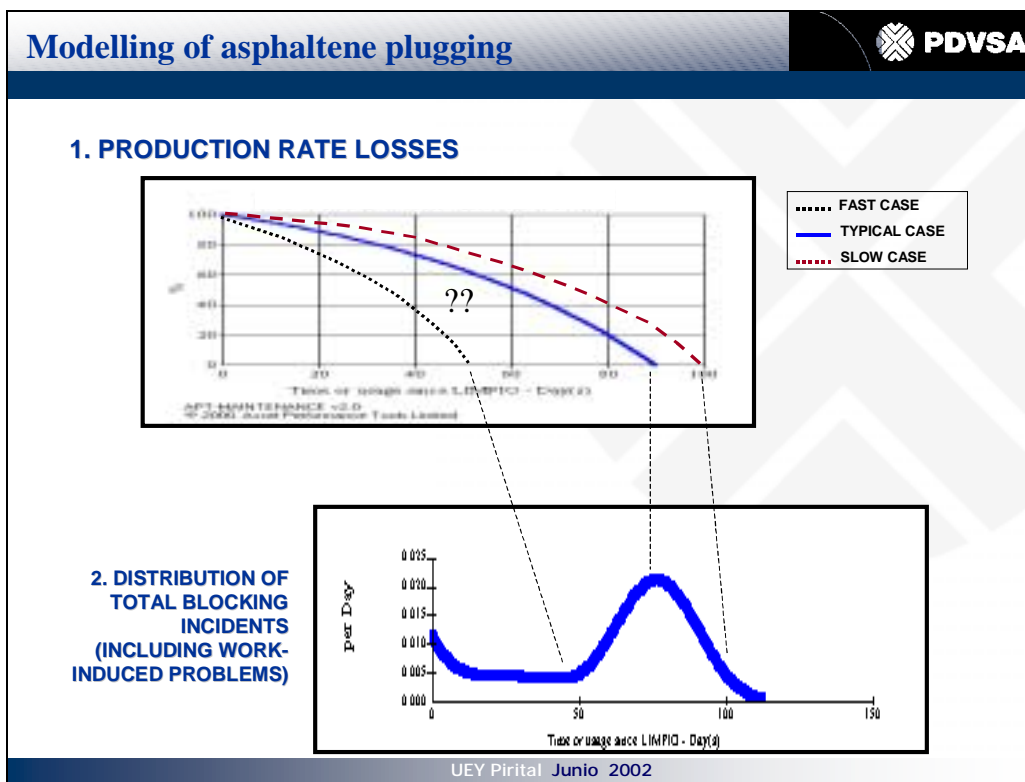


Figure 5. El modelado del deterioro y descripción de modelo de Confianza

® APT Asset Performance Tools Ltd: [www.aptools.co.uk](http://www.aptools.co.uk)

Los resultados (el caso promedio): OFM = Mantenimiento hasta la Falla (política actual)

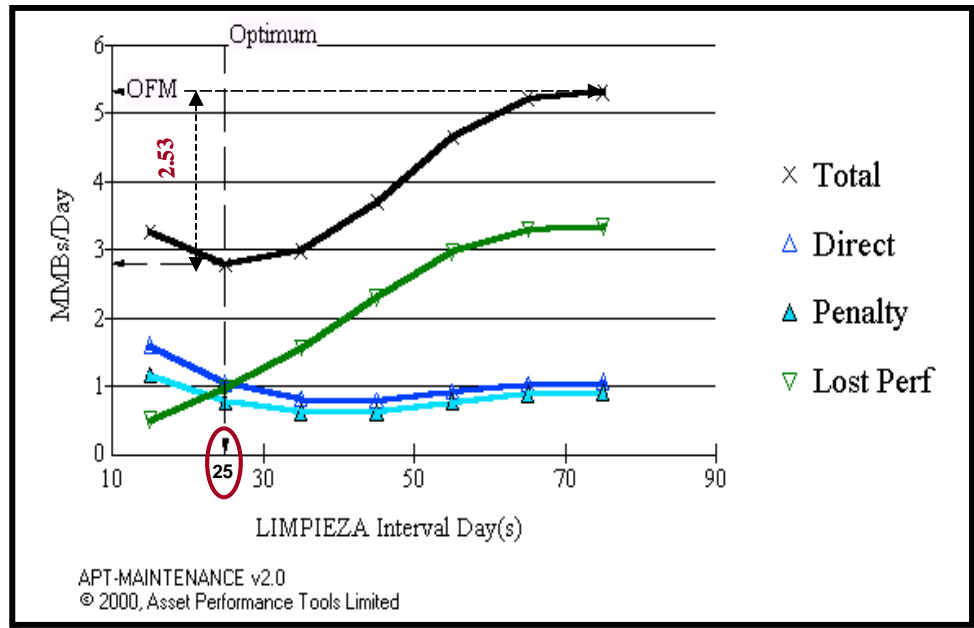


Figure 6. Los resultados del “negocio” costo-riesgo, mostrando que las pérdidas de eficacia parciales son grandes para justificar los costos de paradas de limpieza planeadas.

Los resultados sistemáticos de este estudio, particularizados para el perfil de desempeño de cada uno de los pozos afectados, reveló las siguientes frecuencias óptimas de limpieza y los beneficios netos (totalizando más de 5.3 millones/año comparados con la política actual)

WELL	Optimal Frequency & range (/yr)	% losses at the opt. cleaning pt.	% losses at current avge cleaning	Net Benefit (US\$K/year)
SBC 20SL	5 (4-6)	7.12	16.0	211.7
SBC 57L	3 (3-5)	5.45	11.42	266.45
SBC 97 M	6 (5-8)	11.7	10.0	0.0
SBC 115 M	7 (5-11)	16.9	50.76	981.85
SBC 98	3 (2-4)	7.84	14.15	180.31
SBC 100	4 (4-5)	6.52	4.3	0.0
PIC 24	8 (6-10)	20.8	64.43	1620.6
SBC 45 L	2 (2-3)	4.12	12.0	602.25
SBC 104	7 (6-10)	13.3	14.5	3.64
SBC 103	4	6.46	26.86	1394.3
SBC 94	3	5.92	8.0	80.3
<b>TOTAL</b>				<b>5,341.41</b>

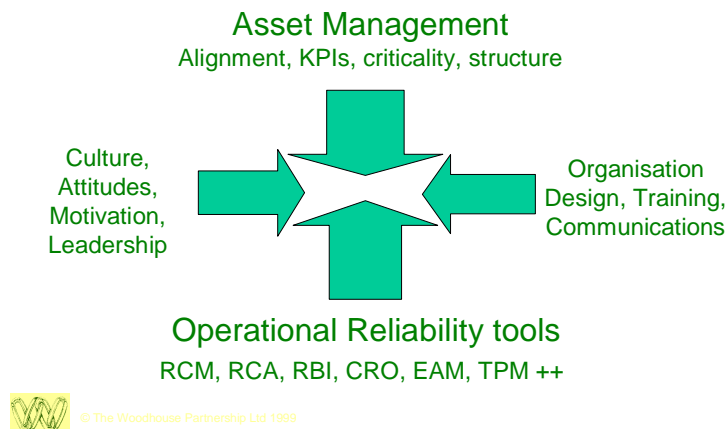
Figura 7. Resumen de resultados de una optimización de limpieza de pozos

## 5 La Etapa Siguiente: Gerencia Integral de Activos

El siguiente capítulo en la historia comenzó dos años atrás con una iniciativa en paralelo, comenzada por el grupo de los Centros de Excelencia: la exploración de una aproximación total hacia la Gerencia de Activos, usando métodos que aplicaron con gran éxito en el Mar del Norte por empresas de Petróleo y Gas. Esta actividad facilitada por Edinburgh Petroleum Services, Robert Gordon University en Aberdeen y TWPL fue lanzada como un programa de educación para gerentes medios y altos en la división de exploración y producción. Este fue originalmente comprimido en un programa de 16 semanas en Escocia para grupos de 16 gerentes por ocasión. Esto incluyó el desarrollo de planes (con las manos) de Gerencia de Activos para cada Unidad de Explotación. En el cuarto de estos programas ya ha sido ajustado el plan y el recorte de presupuesto ha reducido este a 9 semanas de trabajo en Europa suplementado por soporte local en Venezuela. La implementación de una estructura “centrada en el activo” ha comenzado, usando las Unidades de Explotación y de Distrito como los activos discretos para la Gerencia de Activos.

La Gerencia Integral de Activos (“GIA”) está declarada como el nuevo modelo de negocios para PDVSA Exploración y Producción. Aun hay algunas barreras significantes para su implementación total. La existencia de ciclos de presupuesto anual, la fuerte separación vertical de controles de presupuesto y autoridades verticales y la resistencia a la toma de decisiones facultada (empowerment) generará muchos retos de implementación. Sin embargo la dirección, la visión y evidencia de beneficios substanciales son claros. PDVSA esta haciendo substanciales inversiones y alcanzando grandes mejoras. Esto esta tomando nuevas ideas y haciendo que las técnicas conocidas trabajar de manera sostenible. Incluso las “Comunidades de Conocimiento” en la intranet corporative son realmente usados para compartir las mejores prácticas y experiencias. Resumiendo y a pesar del ambiente politico actual y la reputación de resistencia al cambio cultural de America Latina, PDVSA va a lograr avances notables en los próximos años futuros. La nueva forma (arriba-abajo-arriba) de negocios (GIA) y un numero de iniciativas en la línea base para herramientas, destrezas y métodos (Confiabilidad Operacional, SAP, etc.) son el corazón de esta transformación.

### Top-down & Bottom-up



**Figura 8. Iniciativas arriba-abajo y abajo-arriba en armonía**

### ***Reconocimientos***

Los autores se disculpan por no poder listar a todos aquellos cuya participación valiosa es cubierta en este programa, la lista es muy grande. A pesar de esto nosotros reconocemos agradecidamente los esfuerzos considerables, destrezas y ayuda contribuida por todos aquellos involucrados en los programas considerables. En particular el equipo de Confiabilidad Operacional de Lagunillas, Los Centros de Excelencia y los líderes de PAM en el nuevo pensamiento de la Gerencia de Activos. Sin el compromiso, confianza y soporte de aquellos Luis Fernández, Rosendo Huerta, Medardo Yañez, José Pabón, José Perdomo, Carlos Tovar, Jesus Perez, Domingo Orta, José Luis Ortiz y muchos otros, esta historia no habría sido posible. Y como nosotros lo observamos la historia está solo comenzando a ponerse realmente interesante....

<b>Abreviaciones:</b>
-----------------------

APT: Asset Performance Tools: [www.apr.co.uk](http://www.apr.co.uk)

RCA: Análisis Causa Raíz

RBI: Inspección Basada en Riesgo.

FMECA: Análisis de Modos y Efectos de Falla

RCM: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

MCO: Mejoramiento de la Confiabilidad Operacional

RBM: Risk Based Management

SPC: Control Estadístico de Procesos

TI: Tecnologías de Información

TPM: Mantenimiento Productivo Total

TWPL: The Woodhouse Partnership Ltd. [www.twpl.co.uk](http://www.twpl.co.uk)

Si desea mayor información de este u otro caso estudio contactar a:

jose.duran@twpl.co.uk