

TPM - UNA HERRAMIENTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL YACIMIENTO DIADEMA

**Lic. Florencia Perea
Ing. Jorge Bózzolo
Ing. Nicolás Tellería**

**Compañías Asociadas Petroleras S.A. - Yacimiento Diadema
Comodoro Rivadavia - Chubut - Argentina**

EN SÍNTESIS

En febrero de 1996 se reorganizó el Yacimiento Diadema a partir de los principios del TPM (Total Productive Maintenance) que propone instalar el mejoramiento continuo sobre la base de la activa participación de los operadores.

Los objetivos fueron lograr el mejoramiento de los equipos y mantenerlos en un elevado nivel de confiabilidad y absorber las necesidades derivadas de nuevos proyectos de desarrollo sin aumentar la dotación de personal. Sobre la base de los recursos existentes se organizó un intensivo plan de capacitación para una mayor preparación técnica del personal propio y contratado.

En una primera etapa, se dividió el Yacimiento en zonas autónomas y se unificó la mayor parte de las tareas de producción y mantenimiento preventivo. Posteriormente, se avanzó en gestión de información, mejoramiento de equipos y mantenimiento predictivo.

La evolución del programa permitió que, frente a un incremento del 59% en el número de pozos totales y del 145% en la producción bruta, el aumento de los costos fuera solo del 10%.

En resumen, el impacto del TPM en nuestra organización se tradujo en la mejora sustancial de algunos de los factores clave para el sostenimiento y la expansión de la actividad de explotación de hidrocarburos.

INTRODUCCIÓN

El yacimiento Diadema, ubicado en la cuenca del Golfo San Jorge, al sur de la Provincia del Chubut, República Argentina, es uno de los mas antiguos del país con 73 años de explotación petrolera ininterrumpidos.

Compañías Asociadas Petroleras S.A. lo adquirió en 1977 y desde entonces ejecutó distintas etapas de inversiones con el propósito de revertir la tendencia decadente que parecía ser su destino natural. Figura 1.

Actualmente tiene una producción de 1.450 m³/día, de los cuales el 80% corresponde a recuperación secundaria, con alrededor de 280 pozos productores y 170 pozos inyectores.

Las características operativas más relevantes son la existencia de un importante parque de motores de combustión interna y la producción de fluidos con alto porcentaje de sólidos que generan condiciones muy exigentes para los sistemas de extracción y de bombeo.

El mundo del TPM: un desafío para Diadema

A fines de 1994, se inició un agresivo plan de expansión de los proyectos pilotos de inyección de agua que implicó una modificación sustancial del escenario operativo.

Fue necesario encontrar una solución novedosa para ampliar la capacidad de respuesta ya que el aumento de equipos e instalaciones generó una mayor demanda de recursos en un contexto de reducción permanente de costos.

El análisis de alternativas concluyó que la reorganización del Yacimiento Diadema a partir de los principios del TPM permitiría resolver gran parte de los problemas operativos con la dotación de personal existente. "El mantenimiento productivo total perfecciona permanentemente la efectividad global de los equipos, con la activa participación de los operadores".

Toda la bibliografía disponible estaba enfocada hacia organizaciones con dinámica de fábrica de manufacturas. Hubo que diseñar una propuesta personalizada y flexible adecuada a la producción petrolera. Se consideraron las necesidades y prioridades reales de los equipos y, especialmente, la cultura de CAPSA como organización total y del Yacimiento Diadema en particular.

El punto de partida eran instalaciones con un alto grado de deterioro y obsolescencia, y un sistema de trabajo basado en personal de baja formación técnica. Antes de la transformación organizativa, se registraban pedidos para ampliar el personal del Departamento de Mantenimiento dado que había dificultades para completar las tareas debido a la gran cantidad de trabajos imprevistos que surgían cotidianamente.

Para realizar el estudio de factibilidad se conformó un equipo con representantes de los distintos Departamentos. El objetivo del grupo fue relevar todas las tareas necesarias y definir una zona operativa tipo.

La participación directa de la Gerencia del Yacimiento y el apoyo de la Gerencia General y el Directorio hicieron posible una instalación exitosa. Desde un comienzo se establecieron metas, se desarrollaron estrategias y se definió una política de TPM para el Yacimiento.

Tras una etapa de planificación del cambio, se priorizó el desarrollo del mantenimiento autónomo para poder atender en forma inmediata las necesidades derivadas de la incorporación de nuevos equipos.

Luego comenzó una etapa cuya característica fundamental fue formalizar los procesos, sistematizar la información y planificar los mejoramientos. Además, se desarrollaron los indicadores que permitirían que la organización evolucione hacia una gestión de administración por objetivos.

La organización del TPM

La organización del TPM se sustenta en tres pilares: Comité TPM, Departamento TPM y grupos TPM. (El esquema de la estructura organizativa del TPM se sintetiza en la figura Nro. 2).

El Comité está integrado por el Gerente, los Coordinadores y Jefes de todos los Departamentos del Yacimiento Diadema. Se reúne una vez por mes y actúa como consultor en la toma de decisiones acerca de la estrategia, realiza el seguimiento de los programas de instalación y define las políticas globales.

El Departamento de TPM está conformado por un Coordinador e Ingenieros de TPM. Ha sido responsable de articular todas las actividades necesarias para el desarrollo del programa, optimizaciones en general, planificación de tareas, revisión de procedimientos y programas de mantenimiento, la incorporación de nuevas tecnologías y la coordinación de actividades inherentes a seguridad. También ha desarrollado y dirigido la capacitación específica, como así también la medición e información de los avances y ha actuado como enlace entre los distintos grupos TPM de zonas o sectores. Este Departamento contó con el aporte de Gerencia en áreas vinculadas a la comunicación y la organización.

La dinámica de trabajo de este equipo fue sumamente importante. En un primer momento la dedicación a las actividades del proyecto fue parcial, pero luego se evidenció la necesidad de contar con personal con dedicación completa. Este cambio fue sin dudas un punto de inflexión en las características que asumía esta nueva organización.

Los supervisores de las zonas operativas, de la Planta de Tratamiento y de mantenimiento eléctrico se transformaron en los líderes de los distintos grupos TPM. Operan desde el concepto de mantenimiento autónomo, planifican las tareas de mantenimiento preventivo e incorporaron las tareas de rutina, inspecciones y limpieza. Durante este proceso han desarrollado mayor autonomía en la toma de decisiones.

DESARROLLO

I.- Los equipos

El proceso que propone el TPM se denomina Gestión Productiva Total de los Equipos y se compone de tres elementos:

1. TPM-MA: mantenimiento autónomo (Autonomous Maintenance)
2. TPM-MP: mantenimiento preventivo y predictivo (Preventive / Predictive Maintenance)
3. TPM-EM: administración y mejoramiento de los equipos (Equipment Management / Improvement)

El mantenimiento autónomo

Para absorber el crecimiento de la operación sin aumentar la dotación de personal, había que redefinir tareas, potenciar los puestos operativos y capacitar al personal. La propuesta era lograr un mayor sentido de pertenencia, autonomía operativa, reducción de los tiempos de traslado, mayor eficiencia por área y mayor participación de los operadores.

Los pilares del proyecto fueron: zonificar el Yacimiento y unificar los Departamentos de Producción y Mantenimiento integrados como Operaciones.

1. La zonificación

Para generar áreas de pertenencia perfectamente delimitadas se crearon zonas operativas autónomas y se asignó a cada una de ellas un equipo de trabajo que debía ocuparse del mantenimiento de las instalaciones y de las tareas de control de la producción en su área. Cada zona operativa se constituyó como grupo TPM, bajo el liderazgo del supervisor.

Fue necesario además, crear una estructura similar en la Planta de Tratamiento y un área no zonificada de servicios, con una coordinación centralizada, que agrupó aquellas actividades que, por su naturaleza, distribución y frecuencia, no justificaban distribuir recursos en cada zona operativa.

Se consideró necesario, además, que cada grupo TPM tuviera un ámbito adecuado para compartir experiencias, realizar reuniones técnicas y generar un sólido espíritu de equipo. A tal efecto, se instalaron trailers con las comodidades necesarias y un pequeño depósito/taller a fin de minimizar la necesidad de desplazarse hasta las oficinas centrales por circunstancias que pudieran ser resueltas en el lugar.

Durante la implementación del mantenimiento autónomo se equipó cada cuadrilla con todas las herramientas necesarias y cada supervisor de zona recibió una computadora portátil que le facilitó el manejo de la información.

La zonificación fue el esquema que permitió crear y organizar la participación de los operadores en el mantenimiento de los equipos (especialmente preventivo) y en la realización prácticamente autónoma de todas las tareas de rutina, las inspecciones e inclusive las reparaciones menores sin necesidad de acudir a personal especializado.

Al ser los operadores responsables de “su” equipo comenzaron a ser más cuidadosos con los mantenimientos preventivos y la eliminación de fallas recurrentes. Fueron capacitados para analizar alternativas ante problemas en los equipos, buscar las soluciones y reducir así los tiempos fuera de producción. El equipo les pertenece y se enorgullecen por su aspecto, su óptimo funcionamiento y participan de las posibilidades de mejora en su condición operativa.

Se incluyó el personal propio en una experiencia piloto para apoyar y facilitar la adaptación al nuevo esquema, incluidos los cambios que implicó la reducción de la jornada laboral. Se organizaron talleres grupales de apoyo psicológico, denominados Urbanopatías, y en la mayoría de los casos el grado de motivación fue muy elevado.

La flexibilidad de esta nueva estructura organizativa pudo comprobarse cuando, en diciembre de 1997, se incorporó una nueva área de operaciones que se integró como una nueva zona autónoma con similar concepto que las demás.

2. El Departamento Operaciones

Antes del TPM la organización operativa del Yacimiento se basaba en los Departamentos de Producción y de Mantenimiento, coordinados por un Superintendente de Producción.

El Departamento de Producción tenía la responsabilidad principal del control del proceso de producción, deshidratación y entrega de crudo.

El personal de este Departamento emitía las ordenes de trabajo pero no tenía responsabilidad sobre los costos que originaba ya que el seguimiento de los mismos era realizado por Mantenimiento. Tampoco efectuaba tareas de mantenimiento preventivo, correctivo o de limpieza.

Los procedimientos operativos resultantes, en gran medida, del estado de las instalaciones justificaban puestos de trabajo, como los recorredores de campo, de escaso valor agregado.

El Departamento de Mantenimiento, por su parte, realizaba todas las tareas de mantenimiento preventivo, correctivo, overhauls y limpieza del yacimiento. Solamente algunas eran programadas y, dada la estricta división entre los Departamentos, la mayoría de las actividades se ejecutaban a partir de una orden de trabajo o por avisos de emergencia.

El grupo de Mantenimiento estaba dividido por especialidades y los recursos eran insuficientes. La especialización de las cuadrillas requería que cada instalación fuera atendida por varias personas sin que ninguna asumiera la responsabilidad por su estado general. Además la dispersión de las mismas en el campo originaba tiempos de traslado que insumían gran parte de la jornada laboral.

Para unos y otros, la falta de áreas de pertenencia y la escasa participación en las decisiones operativas creaba un clima de poca motivación, especialmente en los puestos más bajos de la estructura.

La división producción - mantenimiento, con una fuerte tendencia a la formación de reinos, provocaba comportamientos sectarios que perjudicaban las comunicaciones horizontales y la interacción con las distintas disciplinas de ingeniería.

El cambio profundo en la organización minimizó los obstáculos para instalar un nuevo esquema de mantenimiento. La creación del Departamento Operaciones permitió involucrar a todos en el mismo proyecto y así superar el desinterés inicial de Producción y la necesidad de Mantenimiento de defender su espacio. Hubieron resistencias, las menos. No a nivel de los técnicos de campo sino especialmente en los niveles superiores y en las jefaturas no involucradas directamente en la planificación del cambio. Los miedos se manifestaron como dudas respecto a la eficacia de la nueva organización.

El mantenimiento preventivo y predictivo

El mantenimiento era uno de los puntos más débiles de la organización. La mayoría de las instalaciones eran obsoletas, carecían de programas de mantenimiento adecuados, demandaban atención permanente por su baja confiabilidad y no se ajustaban a las normas ambientales vigentes.

El énfasis estaba puesto en apagar incendios y arreglar averías. El contexto era de emergencia permanente y con una organización ineficiente que resentía la calidad del mantenimiento y afectaba la producción.

La apuesta fue lograr un compromiso total de los operadores con sus equipos. Luego de una primera etapa de eliminar averías, se comenzó a destinar tiempo al mantenimiento en forma sistemática y luego, a los proyectos de mejoramiento de los equipos.

Se integraron todos los equipos de cada zona en un plan anual considerando los períodos de vacaciones y la época invernal para tender a una programación estable. Se implementó además una planilla de seguimiento mensual para evaluar la relación entre mantenimiento proactivo y reactivo en forma periódica.

También se analizó la importancia crítica de cada instalación y su prioridad respecto a las restantes. Basados en la categorización propuesta en la bibliografía, dividimos los equipos en tres niveles según las condiciones operativas de nuestro Yacimiento. Esta clasificación es una herramienta para priorizar la toma de decisiones en situaciones de emergencia o anormales.

Todas las etapas precedentes permitieron recabar la información necesaria para proponer modificaciones a las listas de verificación y actualizar los procedimientos. En reuniones conjuntas entre el Departamento TPM y los operadores se redefinieron las distintas frecuencias y se modificaron los listados para mantenimientos diarios, semanales, quincenales, semestrales y anuales. De esa manera los operadores mejoraron su productividad y disponen de tiempo para documentar los procesos y analizar los datos.

La consolidación del mantenimiento preventivo impulsó el inicio formal y sistemático de un programa anual de mantenimiento predictivo en Yacimiento Diadema. Se integraron así todas las acciones aisladas que se realizaban y se consideraron nuevas tecnologías para aplicar en mayor cantidad de equipamientos.

El próximo paso será el desarrollo de un Sistema de Mantenimiento Computarizado (CMMS) que integre los informes, los programas de mantenimiento preventivo y predictivo, los formularios implementados, los costos y todos aquellos datos que permitan monitorear los avances y la continuidad del proyecto. El diseño, previsto para el 2000, responde a una propuesta personalizada que contempla la dinámica operativa de este Yacimiento.

La administración y el mejoramiento de los equipos

El objetivo del tercer eje del TPM consiste en mejorar el rendimiento y disponibilidad de los equipos. Para este proceso fue necesario potenciar las habilidades de los operadores hacia el análisis de situaciones, identificación de prioridades, selección de los equipos críticos y resolución de problemas.

El mayor desafío fue establecer los puntos de referencia para cada parámetro de medición. Una vez definidos los parámetros para la actividad petrolera la tarea se simplificó y fue posible realizar mediciones periódicas para establecer los progresos. Utilizar la información, es una de las claves ya que partir del análisis de los datos surgen las oportunidades de mejoramiento.

Las principales fuentes de información implementadas son: cálculo de la OEE, análisis del estado del equipo, historia del equipo y hoja de información de fallas.

II.- Los protagonistas del cambio

Compromiso, tiempo y motivación

Un resultado impactante es el orgullo que sienten los empleados por sus logros. Si uno visita sus trailers dirán cómo han producido mejoramientos en sus equipos. Es un elemento intangible en cuánto a la reducción de costos o al mejoramiento del rendimiento, pero está allí y se lo puede palpar.

Los operadores se sienten mucho más satisfechos con su trabajo porque están involucrados, desarrollaron un sentido de “propiedad” e incrementaron el trabajo en grupo. Hay mayor interacción, mayor intercambio de ideas relacionadas con la resolución de problemas.

Con el TPM, los operadores fueron capacitados y motivados a trabajar en forma segura. En los comienzos cada técnico de zona llamaba a su supervisor ante cualquier operación. Hoy en cambio el silencio de radio refleja el mayor grado de autonomía y las habilidades adquiridas.

Todos debieron asumir tareas distintas a las que realizaban hasta ese momento. Mecánicos de vehículos, torneros o recorredores de producción se encontraron con la responsabilidad de “su” pozo y “su” batería. La reestructuración significó eliminar las horas extras y articular todas las actividades para que éstas se realicen durante las ocho horas de la jornada laboral (excepto la Planta que por sus instalaciones requiere turnos rotativos). Estos cambios no significaron reducción de sueldo sino por el contrario se promediaron las horas extras en un período dado y se incorporaron a las remuneraciones corrientes. Todas estas modificaciones fueron acordadas oportunamente con el Sindicato.

La capacitación

El primer desafío fue preparar a los operadores de las nuevas zonas para que pudieran realizar mantenimiento autónomo. El personal operativo tenía un nivel de conocimientos y habilidades por especialidades porque la organización no requería un desempeño multifunción. Las propuestas de capacitación abordaban temáticas específicas y los destinatarios eran personal profesional con exclusividad. La capacitación se realizaba en forma esporádica y fuera de la empresa.

Se puso en marcha entonces un plan global, sobre temas básicos, en forma sistemática, con secuencias pautadas en lecciones de un punto, destinado al conjunto del personal (en todos los niveles de la organización) y a cargo de instructores internos seleccionados por su idoneidad en los temas y con facilidad de comunicación y liderazgo. Esta tarea permitió definir la línea de base para comenzar.

La experiencia de capacitación con los instructores internos fue realmente interesante pero debían destinar demasiado tiempo a la preparación de los materiales y a la capacitación misma por lo que fue necesario recurrir a instructores externos.

En forma paralela a los proyectos globales continuaron las lecciones de un punto y se desarrollaron talleres específicos para que todo el personal conociera los distintos aspectos del TPM y cómo los involucraba. La mayoría de estos encuentros se realizaron en los lugares de trabajo.

Para lograr una confiabilidad total en los datos y una mayor comprensión de los distintos procesos se planificó una capacitación básica de matemática y física que permitió sentar bases sólidas para un continuo crecimiento en la formación técnica del personal propio y contratado no profesional.

En general, son contados los casos de operadores no motivados o sin entusiasmo por aprender. La mayoría aceptó el desafío de redefinir sus proyectos hacia nuevas metas, conscientes de los cambios en el mercado laboral y frente a la operación de nuevos equipos y más complejos.

Para relevar el nivel técnico alcanzado por los operadores de cada zona se realizaron evaluaciones escritas por tema con el objetivo de detectar las necesidades de capacitación existentes. Durante el próximo período se priorizarán las lecciones de un punto que permitan reducir

la brecha del 10% existente entre el nivel de habilidades requerido y el nivel de habilidades relevado.

Como herramienta para garantizar la consolidación del mejoramiento continuo, la política de capacitación es que cada operador participe de 40 horas por año de entrenamiento. Durante 1999 se documentaron 38 horas promedio por operador TPM, tres veces las horas anuales asignadas al comienzo del proyecto con una reducción del costo per capita. Figuras 3.

Seguridad, Higiene y Medio Ambiente

Dentro de la organización el área de seguridad está a cargo del Coordinador de TPM, quien da continuidad a las sugerencias del asesor externo y supervisa que se incluyan en todos los procedimientos. Esta dinámica garantiza que la seguridad se integre a todas las actividades en el lugar de trabajo y se articula en un programa anual de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente.

Para consolidar el plan se programaron asistencias periódicas del asesor externo durante las cuales capacita al personal, analiza situaciones de riesgo y asesora respecto a instalaciones, planes de contingencia y normas de seguridad. El crecimiento del área se refleja en la evolución de los días promedio perdidos por año.

Imagen y comunicación

La imagen y la comunicación cumplieron un rol importante en el proceso del cambio cultural de la organización. En primer lugar se identificaron las actividades relacionadas con esta nueva propuesta de trabajo con un logotipo que surgió de ideas propuestas por el personal. Luego se instalaron carteleras en oficinas y centros de reuniones de los grupos TPM, se incluyó en todos los formularios, se imprimieron afiches, se repartieron calcomanías para los cascos, se identificaron los trailers con placas de alto impacto y se confeccionaron banderas, gorras para el personal y alfombras para los centros de reunión y el ingreso principal a las oficinas.

También se publicó periódicamente una revista destinadas a todo el personal del Yacimiento involucrado directa o indirectamente con el TPM. Esta publicación refiere a las actividades y la filosofía de instalación del TPM, los resultados de los proyectos de mejoramiento y demás datos que reflejan los avances del programa.

Una de las tareas más difíciles fue incorporar en la cultura laboral la disciplina del papel. Documentar cada rutina fue un aprendizaje de la organización en su conjunto e implicó compromiso y disciplina. La retroalimentación sistemática de los datos permitió que los operadores aprecien el valor agregado de la información que generan.

Hubo además que desarrollar con los grupos dinámicas de planificación e instalar la realización de reuniones semanales como espacio para la definición de metas y objetivos de cada grupo TPM.

III.- Los resultados

La productividad

Uno de los primeros resultados detectados en el proceso de zonificación fue la reducción de los tiempos improproductivos por los traslados extensos para recorrer los pozos o para la provisión de materiales. El impacto inmediato se reflejó en la mejora de la productividad y en la reducción de costos. Fue el resultado de una planificación minuciosa, de un proceso de capacitación y con los operadores motivados para lograr que sus equipos funcionen al máximo de eficiencia.

Estos cambios se produjeron en un contexto de expansión operativa. Entre 1994 y 1999 mientras la cantidad de pozos se incrementó un 60% y la producción bruta aumentó más del doble, la variación en la nómina de personal propio y contratado fue solo del 7%.

Los análisis en términos de productividad del personal indican resultados mínimos del 54% y máximos del 142% según las variables de producción bruta, neta y la cantidad de pozos del Yacimiento. Figura 4.

Los costos operativos

Antes de la instalación del TPM, el seguimiento presupuestario -tanto de costos como de inversiones- era responsabilidad de las jefaturas y la circulación de la información se restringía en ese ámbito. Los ahorros o desvíos que se producían se analizaban sobre las tareas y obras ya ejecutadas pero no se anticipaban las actividades futuras. Frente a roturas o desperfectos la solución era cambiar las piezas o descartarlas.

Una de las primeras acciones luego de zonificar fue actualizar el plan de cuentas de la compañía para poder identificar los cargos que genera cada zona. De esta manera, cada supervisor presupuesta los costos de su área de responsabilidad y participan mensualmente de una reunión de seguimiento en la cual se analizan las proyecciones en forma integrada a las futuras decisiones operativas. Esta información se revisa en un proceso prácticamente simultáneo (on line) y se corrigen los desvíos en forma inmediata.

El control presupuestario fue la primera herramienta de medición durante la etapa inicial de instalación. La evolución del programa permitió presupuestar para el ejercicio 99/00 un 10% más de costos para lograr un 145% más de producción bruta respecto al ejercicio 95/96, anterior al comienzo del programa. Estos cálculos se realizaron sobre la base de excluir la nómina del personal propio -que no sufrió modificaciones- y los costos provocados por el consumo de energía. Figura 5.

OEE

La eficiencia global de los equipos (OEE: Overall Equipment Effectiveness) es un indicador que permite medir cómo rinde el equipo en forma global mientras está funcionando y que resulta de considerar

$$\text{OEE} = \text{disponibilidad} * \text{eficiencia} * \text{calidad}$$

donde

- la disponibilidad del equipamiento de superficie refleja las pérdidas por down time (mantenimiento correctivo, tiempos de preparación, paradas por fallas, roturas o averías imprevistas, o por factores externos)
- la eficiencia del equipamiento de fondo considera las pérdidas por mermas (documentan la diferencia entre producción potencial y producción real de los pozos)

- y para el índice de calidad del proceso (agua y petróleo) se equipara el concepto de piezas defectuosas por fluido fuera de especificación para las mediciones en la Planta de Tratamiento.

El desafío fue superar un índice del 85% ya que se definió que para el equipamiento de superficie debía ser mayor del 95% y para fondo debería superar el 90%. Entre agosto y diciembre de 1999, el índice promedio de los equipos del Yacimiento fue del 90%.

Para el caso específico de la Planta de Tratamiento se determinó calcular el índice de disponibilidad y el índice de calidad del proceso. En el mismo período de análisis los resultados fueron del 98% y del 96% respectivamente.

A partir de la actualización del Sistema de Control de Producción (SICOP), en el mes de agosto de 1999, el cálculo de la OEE de las zonas operativas es automático y se monitorean los resultados mensualmente. Por el momento, los indicadores de la Planta de Tratamiento se registran en una base de datos fuera del sistema y se calculan en forma manual.

Esta misma base de datos permite analizar, también con seguimiento mensual, las principales causas de tiempos de paro para ordenar y planificar las acciones correctivas.

La condición de los equipos

La condición de los equipos mejoró un 41% en dos años.

Este indicador refleja el índice de mejoramiento en la confiabilidad, capacidad y el estado general (apariciencia/limpieza, seguridad y medio ambiente y facilidad de operación) de los equipos. Es menos preciso que el análisis de OEE y más subjetivo pero incluyen aspectos distintos. Con ambos datos, OEE y condición del equipo, los grupos TPM logran una evaluación óptima y sumamente completa de sus equipos.

La dinámica de trabajo que instala el TPM propone que los operadores estudien sus equipos en forma crítica y que puedan demostrar en qué requieren mejoramiento o mayor nivel de mantenimiento.

Tal lo esperado, las primeras evaluaciones reflejaron una visión muy crítica de los operadores respecto a sus equipos y sin reparos por expresar sus opiniones. Este proceso generó conciencia y participación. Les gustó actuar sobre la base de análisis y datos que han ayudado a generar. Ellos, mejor que nadie conocen las fallas, los ruidos, los problemas repetitivos.

Las evaluaciones se transformaron en proyectos de mejoramiento que posibilitaron estandarizar las señalizaciones, protecciones e instalar códigos visuales en todas las instalaciones. Al unificar marcas se facilitó la operación, especialmente, para los turnos de guardia que deben recorrer los equipamientos de otras zonas con situaciones variables.

La propuesta para continuar es realizar un relevamiento de la condición de los equipos una vez por año. De esta manera se impulsará la continuidad de los proyectos pendientes y se generarán nuevos proyectos.

El mantenimiento preventivo

Respecto al mantenimiento preventivo se establecieron dos parámetros: el cumplimiento de los programas debía ser del 100% y la relación entre actividades programadas e imprevistos debía superar el 80-20.

Se alcanzaron ambos objetivos. El índice de cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo -incluidas las frecuencias de lubricación- fue del 100% y la relación entre mantenimiento proactivo y reactivo fue de 90/10, promedio del Yacimiento durante el período agosto-diciembre de 1999.

Para realizar este cálculo, se diseñó e implementó un nuevo parte diario que permite un seguimiento mensual y genera acciones correctivas inmediatas sobre las tareas de emergencias y actividades no programadas.

Todos los datos que surgen sobre cada equipo son fundamentales para la toma de decisiones y se registran en el historial del equipo, formulario que permite detectar las fallas repetitivas y definir acciones hacia futuros mejoramientos. Estas planillas y su seguimiento son responsabilidad de los mismos operadores. Además, anualmente analizan los equipos críticos en conjunto con los ingenieros de TPM.

Los costos de TPM

Respecto al inicio de la zonificación, la reducción de los costos de mantenimiento preventivo, reparaciones y overhauls ha sido del 12% promedio año. Debe tenerse en cuenta que esta cifra corresponde a una comparación directa sin ajustes por los incrementos de producción bruta y cantidad de pozos. Estos montos incluyen todas las erogaciones que se realizaron para mejorar los equipos y llevarlos a una condición operativa óptima. Figuras 6 y 7.

La reducción en los costos de mantenimiento es significativamente mayor si consideramos dos variables fundamentales:

- a.- la mayor producción bruta aumentó un 145% y el costo por m3 se redujo en un 61% promedio
- b.- aumentó la cantidad de pozos en un 59% y el costo por pozo mejoró un 66% promedio

El ROI del TPM

La instalación del programa de TPM permitió un retorno sobre la inversión del 330 %. Durante los cuatro primeros años se realizó una inversión de Mu\$s 1.124 y la reducción documentada durante el mismo período fue de Mu\$s 4.829. La instalación del TPM generó un ahorro de Mu\$s 3.705.

Cabe señalar que los datos y resultados expresados en este proyecto no incluyen variables que por sus características no fue posible cuantificar. Principalmente, porque los mejoramientos se ejecutaron en un contexto de plena expansión y modificación de las instalaciones existentes.

CONCLUSIONES

El Mantenimiento Productivo Total integró equipos y personas en un proceso de mejoramiento continuo que transformó la cultura del Yacimiento Diadema. En la actualidad los equipos han sido llevados y mantenidos en niveles óptimos de eficiencia por personal que tiene un alto grado de motivación y avidez de nuevos conocimientos.

La instalación del TPM culminó en diciembre de 1999 cuando el Yacimiento obtuvo el Galardón TPM tras un proceso de certificación realizado por Edward Hartmann, del International TPM Institute, Inc.

Esta instancia se transformó en el comienzo de una nueva etapa ya que, en términos de mejoramiento continuo, los desafíos continúan. Solo se han sentado las bases del TPM y los nuevos objetivos son consolidar todos los procesos iniciados, involucrar los restantes Departamentos en los encuadres posibles y tender a la calidad total como entorno de desarrollos futuros.

BIBLIOGRAFÍA

Hartmann, Edward H. Como instalar con éxito el TPM en una planta no japonesa. TPM Press, Inc. Pittsburgh, Pennsylvania. Charlotte, North Carolina. 1992

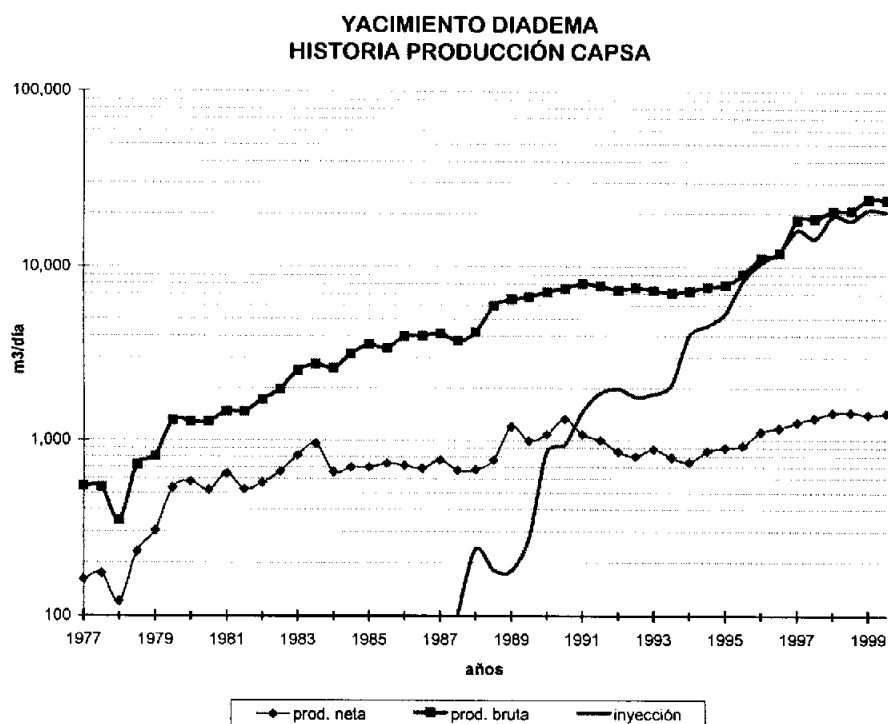
Propuesta de reestructuración general. Yacimiento Diadema. Junio de 1995

TPM - Implementación en Yacimiento Diadema. Una experiencia en la industria petrolera. Octubre de 1997

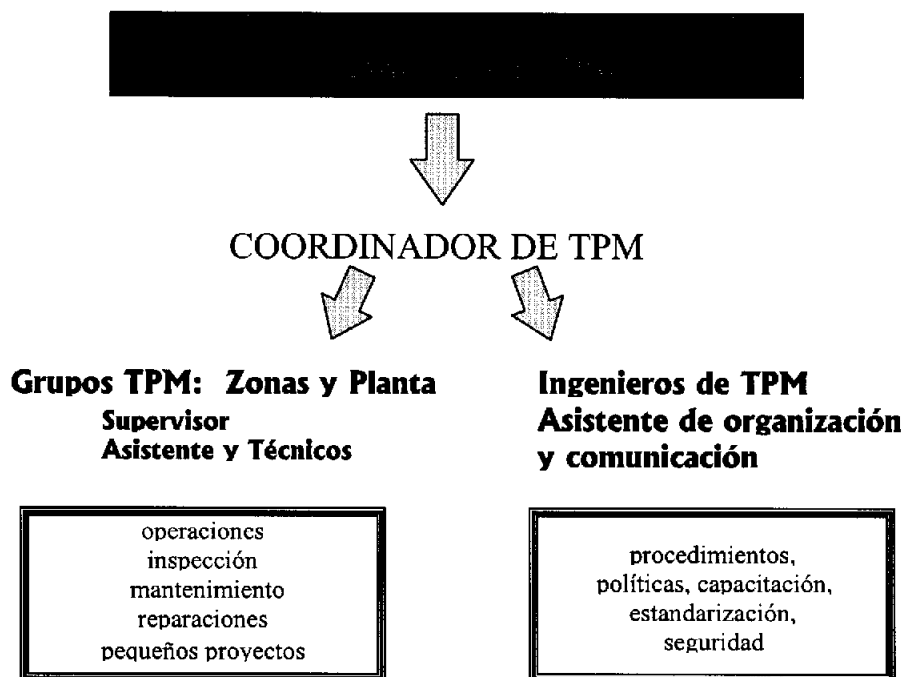
Informe de instalación del TPM en Yacimiento Diadema. Una experiencia en la industria petrolera. Mayo de 1999

TPM - Informe final. Diciembre de 1999

FIGURAS

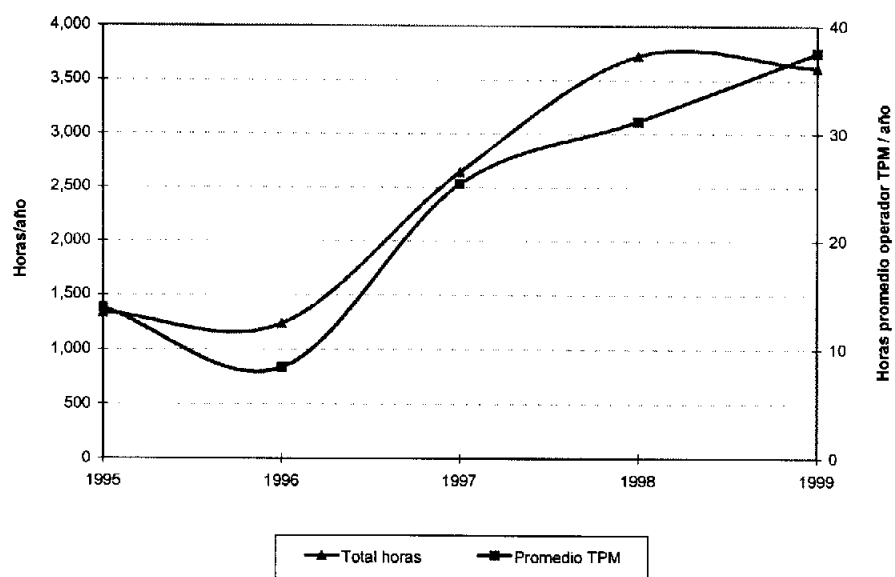


Producción - Figura 1



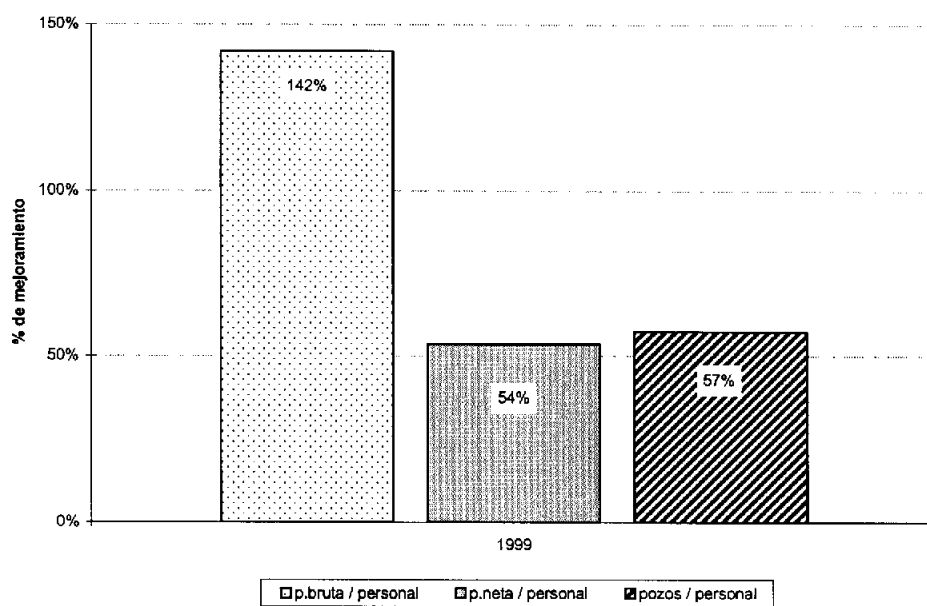
Organización del TPM - Figura 2

CAPACITACIÓN 1995 - 1999



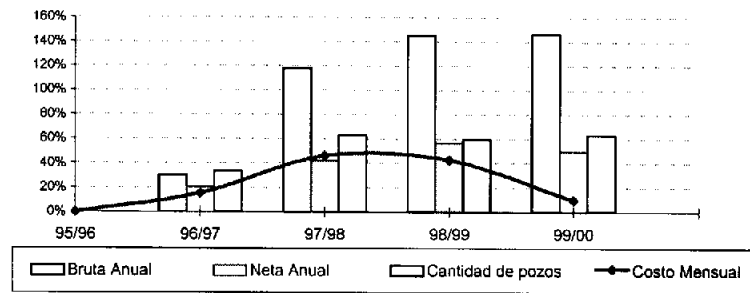
Capacitación - Figura 3

INDICE DE PRODUCTIVIDAD respecto a 1995



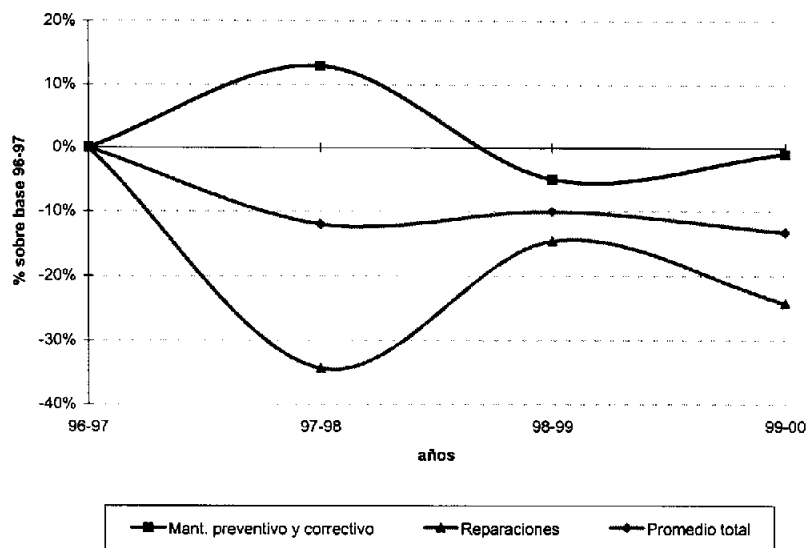
Productividad - Figura 4

EVOLUCION % DE PRODUCCION, POZOS Y COSTOS (costos sin personal ni energía)



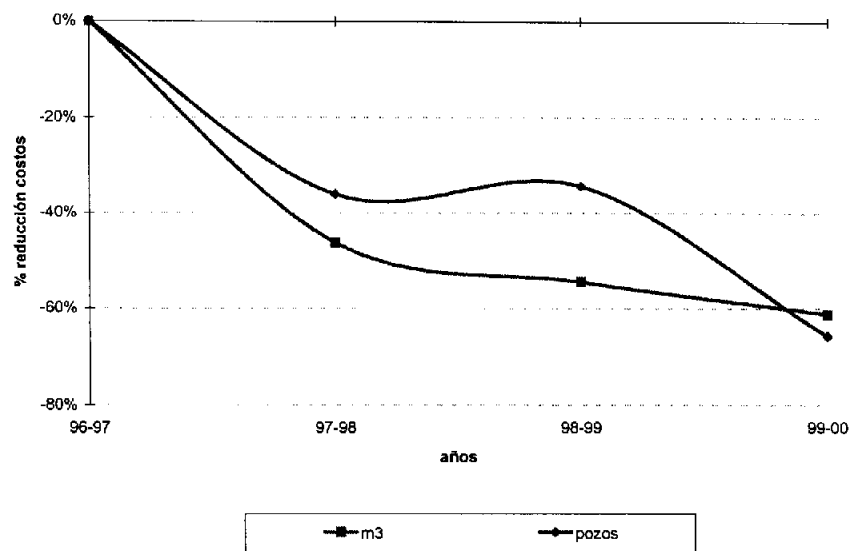
Costos operativos - Figura 5

EVOLUCIÓN COSTOS MANTENIMIENTO



Costos TPM - Figura 6

EVOLUCIÓN COSTOS TPM POR PRODUCCIÓN BRUTA y POZOS



Costos TPM - Figura 7