

# Universidad Técnica para operadores autónomos: Una experiencia de construcción con visión de medio y largo plazo para la confiabilidad operativa

Eduardo Trujillo Hernández

Ingeniero Electromecánico

[eduardotrujillohernandez@gmail.com](mailto:eduardotrujillohernandez@gmail.com) / [ltruji7@eafit.edu.co](mailto:ltruji7@eafit.edu.co) / [letrujilloh@ufpso.edu.co](mailto:letrujilloh@ufpso.edu.co)

## Contenido

1. Introducción..... 1
2. Diagnóstico y contexto ..... 1
3. Currículo y programa de entrenamiento..... 3
4. Operadores y sus intervenciones de Mantenimiento ..... 4
5. Conclusiones y aprendizajes..... 4
6. Bibliografía..... 6

### 1. Introducción

Los retos actuales en las empresas nacionales del sector manufacturero ante la economía mundial, hace más relevante contar con personal cualificado en todos los niveles y, en particular enfocado en prevenir problemas o fallas identificadas, a través de rutinas sencillas de operación y mantenimiento de activos, que aseguren la calidad en el proceso y las condiciones de seguridad, conservando e incrementando la Eficiencia del activo. Metodologías como el Mantenimiento Productivo Total (TPM por sus siglas en inglés), Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM por sus siglas en inglés) o la Optimización del Mantenimiento Planeado (PMO por sus siglas en inglés), recomiendan que los operadores sean más protagonistas en el cuidado de los activos, interviniendo en diferentes tipos de actividades con niveles de complejidad

diferente de acuerdo al desarrollo de las competencias y el incremento de la Confiabilidad Humana para atender los equipos a cargo.

A continuación, se describen, de forma sencilla y concreta, las actividades desarrolladas y los aprendizajes adquiridos en un programa de entrenamiento para operadores y mantenedores en una empresa de manufactura en Colombia, primero desde el la enfoque de la metodología TPM y luego, con esta base, incluir en el plan de mantenimiento la perspectiva del RCM para las intervenciones en la cual se recomienda que en éstas se incluyan a los operadores como responsables de ejecutar algunas intervenciones de Mantenimiento [1].

Conceptos clave: *Universidad Técnica; Operadores autónomos; Programas de entrenamiento; Priorización de fallas, Confiabilidad Humana.*

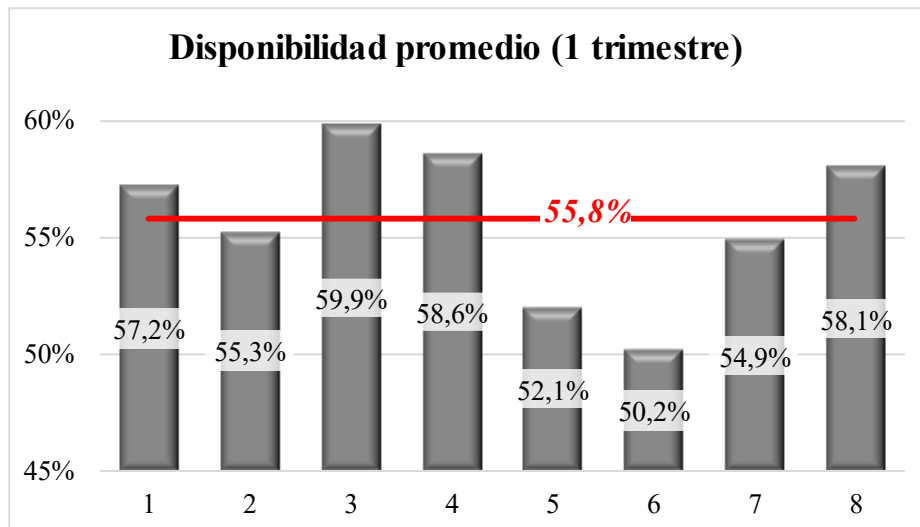
### 2. Diagnóstico y contexto

La premisa que sirvió de origen a este programa que incluyó no sólo a operadores, a sus jefes, a mantenedores técnicos y otros procesos como Calidad, Seguridad y Salud, fue la necesidad de incrementando la producción a través de la disponibilidad de los equipos y garantizando al mismo tiempo la calidad y la seguridad de las personas. La Disponibilidad media estaba, para la medición de un trimestre en 55,8 por

ciento para ocho activos, según se aprecia en la siguiente ilustración de

“Disponibilidad promedio evaluada para ocho activos”.

Ilustración 1 - Disponibilidad promedio evaluada para ocho activos



Fuente: Autor.

De acuerdo con estas mediciones de disponibilidad de estos activos, ésta es afectada por paradas programadas y no programadas, que son afectadas por

diferentes factores, que se resumen en la siguiente tabla de “Tipos de tiempos de detenciones”

Ilustración 2 - Tipos de tiempos de detenciones

Detenciones programadas	Detenciones No programadas
Intervenciones programadas. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayos de repuestos y/o materiales.</li> <li>• Capacitaciones/Reuniones del personal.</li> <li>• Verificaciones/Alistamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparaciones de averías.</li> <li>• Accidentes.</li> <li>• Fallas por falta de energía, materiales u otros suministros.</li> </ul>

Fuente: Autor.

Con esta información de base, y con la ayuda del concepto de Mantenimiento Autónomo de la Metodología TPM, se procedió a diseñar todo un programa de formación a medida y teniendo en cuenta el contexto de la empresa, que para el momento de abordar este proceso, la

situación de la planta se puede resumir, a grandes rasgos en:

- Varias subplantas con procesos secuenciales y dependientes.
- Una relación de siete operadores por un técnico mantenedor<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Comprendiendo en este grupo a técnicos mecánicos, electricistas y electrónicos, con varios de ellos con funciones administrativas a tiempo

parcial, lo que les impedía dar más apoyo directo en los equipos. En el grupo de operadores también

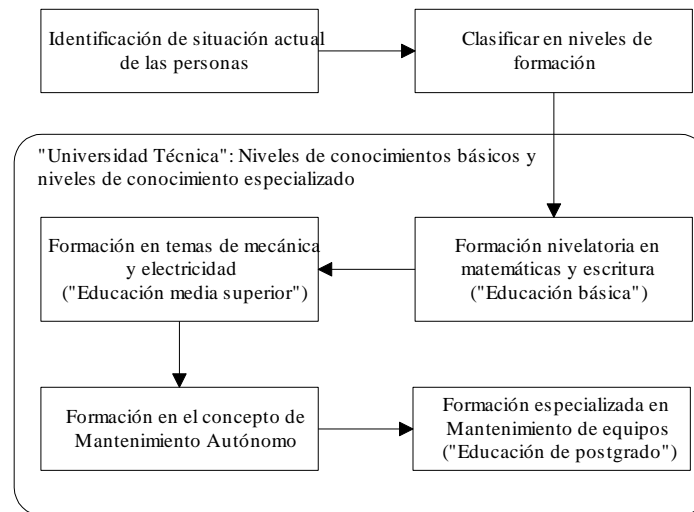
- Nivel académico de los operadores muy heterogéneo, con personas con básica primaria completa e incompleta, personas con formación técnica, tecnológica e inclusive profesional<sup>2</sup>

### 3. Curriculum y programa de entrenamiento

Con este contexto particular de muchos operadores, se estimó en desarrollar todo un programa de formación en varias etapas con el fin de obtener una base firme de conocimientos aplicables correctamente en cada activo, ya que sin éstos los problemas se podrían agravar debido a que las personas ejecutaban de forma incorrecta la operación u otros trabajos ocasionado por la valoración y decisiones inadecuadas de las situaciones, sus causas inmediatas. Las etapas concebidas, y que posteriormente se le llamó “Universidad

técnica” gracias a un visitante que conoció el proceso y comentó que era como en una universidad con primeros semestres de conocimientos básicos para luego más especialización, se resume en la ilustración de “Etapas de la Universidad Técnica para operadores y mantenedores”, anotando que, tanto para la etapa clasificatoria como formación básica en matemáticas y escritura se contrató con una Caja de compensación familiar con experiencia en desarrollo de este tipo de programas, y para la formación en mecánica y electricidad se diseñó un programa a medida con una Institución de educación superior. Este proceso fue desarrollado durante tres años y tuvo un alcance de unas 180 personas entre operadores y mantenedores para todo el ciclo, incluyendo para la etapa de “Educación media superior” a algunos supervisores como asistentes en algunos temas.

Ilustración 3 - Etapas de la Universidad Técnica para operadores y mantenedores



Fuente: Autor.

están incluidas muchas mujeres responsables de la operación de equipos de empaque principalmente.

<sup>2</sup> Esta información académica se obtuvo luego de encuestar a todos los operadores y mantenedores, descubriendo que había una gran mayoría (entre un 90 a 95 por ciento) con un bachillerato académico, comercial, en ciencias u otras especialidades,

cuando no incompleto, con unos cuantos con formación técnica en mecánica o electricidad, aún en los casos de los mantenedores quienes hasta el momento eran los directos responsables de intervenir los equipos directamente en caso de falla o en los mantenimientos programados.

Las asignaturas en esta etapa de mecánica y electricidad, dictada en las instalaciones de la empresa por profesores de la institución universitaria, incluyeron:

- Física básica
- Dibujo mecánico
- Metrología básica
- Elementos de máquinas
- Lubricación
- Neumática
- Electricidad básica
- Principios de Mantenimiento

Para la etapa de “postgrado”, los temas y su orden de desarrollo se basaron en la cantidad de fallas en un lapso de un par de años anteriores para cada activo. En principio, se tomaron únicamente las averías que detenían al activo, pero se luego con visión preventiva, se incluyeron las fallas parciales o de degradación [2] [3], ya que éstas son las señales de las futuras fallas totales, que detienen la operación. Esto obligó a un rediseño curricular tanto en contenidos como en orden de los mismos.

#### **4. Operadores y sus intervenciones de Mantenimiento**

Todo este proceso permitió que tanto los operadores como los mantenedores incrementaran sus competencias, lo que unido a los avances de la metodología TPM, desarrollaran sus rutinas operativas con mayor efectividad, puesto que su comprensión de los fenómenos físicos en sus equipos a cargo los inhabilitó cumplir sus labores con calidad y eficiencia.

Los operadores con estas nuevas competencias desarrolladas pasaron de únicamente operar sin intervenir a observar y comprender su equipo, operándolo correctamente (primera condición para el mantenimiento) e interviniendo para corregir pequeñas

desviaciones o fallas gracias a estas competencias adquiridas, liberando a los técnicos mantenedores de rutinas sencillas.

#### **5. Conclusiones y aprendizajes**

Como proceso de formación en temas específicos y que influyen en el cambio de hábitos de las personas en diferentes niveles de la estructura en la empresa, es “de largo aliento”, que puede tomar varios años en cada etapa, pero los resultados son visibles con reducción de las averías en alrededor un 50 por ciento para un lapso de tres años y medio.

Es norma común que los temas de formación tan especializada en relación a maquinaria y procesos productivos que éstos sean “responsabilidad” de los ingenieros de Mantenimiento, como otra función más, sin embargo no debe ser así, pues es sobrecargar a estas personas con nuevas responsabilidades que los desconcentran de su misión y objetivos, de ahí que el papel del proceso de Gestión Humana sea fundamental, exigiendo de éste, conocimientos y comprensión de los procesos y del personal de la planta, para facilitar la gestión de recursos humanos y técnicos. Para este caso es conveniente crear un “comité de entrenamientos”, en el cual los ingenieros expertos en procesos de mantenimiento, producción y proyectos asesoren a Gestión Humana con la perspectiva práctica para diseñar y desarrollar programas de capacitación a medida, aunque éstos sean desarrollados con instructores externos a la organización.

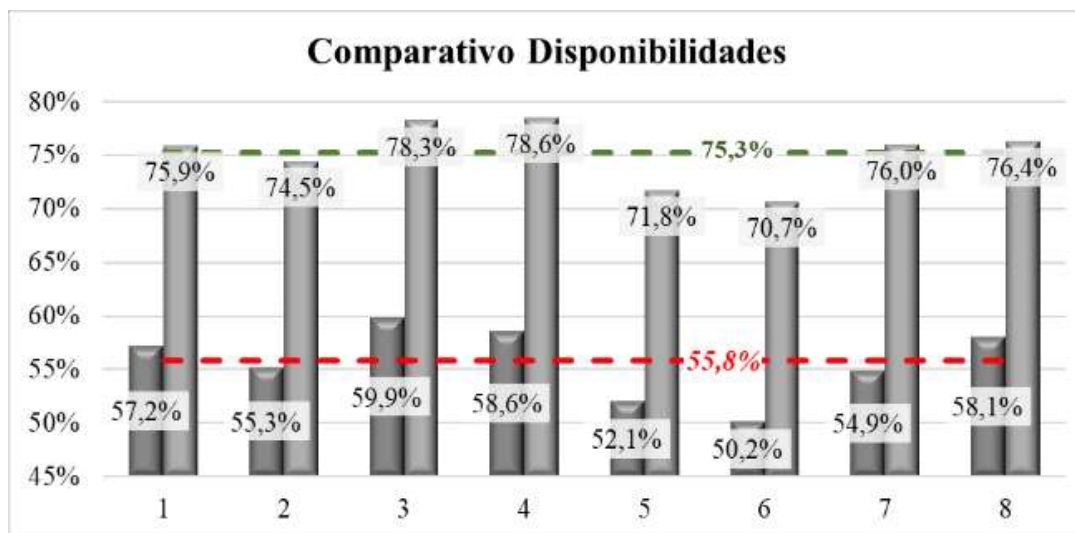
Con este proceso de cualificación se debe, en un mediano-largo plazo, observar incrementos en la Confiabilidad Humana y del Activo, cumplimiento en los planes de Mantenimiento de éstos. Como resultado cabe mencionar incremento en la

disponibilidad en alrededor de un 34 por ciento en los activos evaluados (Ver la ilustración de “Comparativo disponibilidades promedio para ocho activos evaluados”), pasando de una disponibilidad promedio de 55.8 por ciento a una de 75.3 por ciento en el lapso antes mencionado de tres años y medio.

Las competencias de los operadores al incrementarse, concretadas en lo práctico en intervenciones entrenadas y ejecutadas, como por ejemplo la corrección temprana de fallas parciales de baja complejidad (como se ilustra en “Corrección de fallas parciales“, evaluadas para un lapso de tres años)<sup>3</sup>, son fundamentales para:

- Aumentar y estabilizar la Disponibilidad de los Activos productivos
- Incrementar la Confiabilidad de los Activos productivos y los productos mismos.
- Mejoras en indicadores de Cumplimiento de plan y programas de mantenimiento.
- Disponibilidad de los técnicos mantenedores para intervenciones más complejas, al librarse de rutinas básicas que son ejecutadas por operadores [4] [3] [1].

Ilustración 4 . Comparativo disponibilidades promedio para ocho activos evaluados.

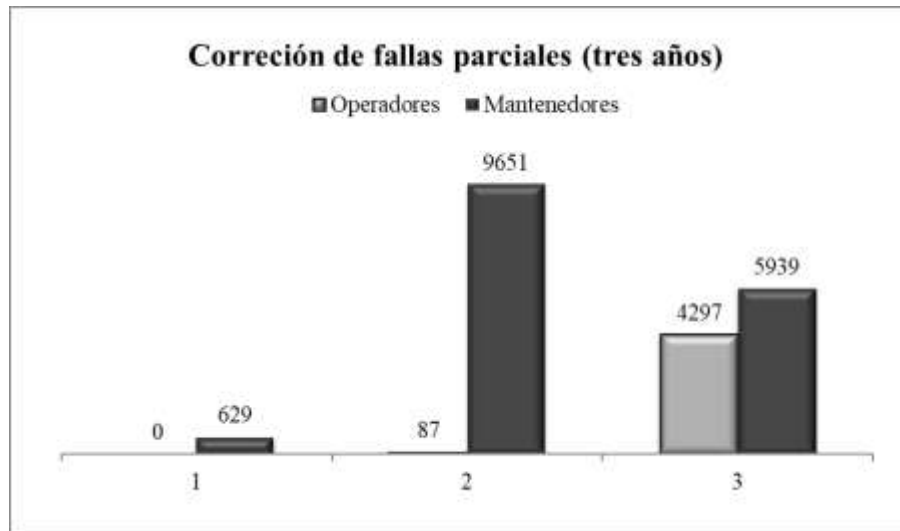


Fuente: Autor.

<sup>3</sup> Para el mismo lapso de tiempo se estableció que los técnicos mantenedores también actuaran preventivamente corrigiendo fallas parciales identificadas principalmente por los operadores; lo que explica que en la gráfica las reparaciones realizadas por este personal tuvieran un incremento

muy marcado del año 1 al 2 y luego un descenso para el año 3 en los técnicos, pero con mayores reparaciones a cargo de los operadores en la misma medida que éstos adquirirían y desarrollaban nuevas competencias.

Ilustración 5 - Corrección de fallas parciales



Fuente: Autor.

Como reflexión final es posible desarrollar procesos de formación específica dirigido a operadores y mantenedores, como el presentado en este documento, aunque en la organización no se desarrollen metodologías de Mejora Continua como TPM, sin embargo, deben darse la integración y compromisos de los responsables de procesos como Producción, Mantenimiento y Gestión Humana, además de asesorías por parte de Seguridad y Calidad en los puntos de interés común.

## 6. Bibliografía

[1]J. Moubay, RCM II. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (Reliability Centered Maintenance), Edición en español ed., A. Ltd., Ed., Lutterworth, Leicestershire: Industrial Press, Inc., 2004, p. 448.

[2]ISO, «Industrias de petróleo, petroquímica y gas natural — recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos (ISO 14224:2016),» p. 289, 2016.

[3]F. GOTOH y M. TAJIRI, Autonomous Maintenance in Seven Steps: Implementing TPM on the Shop Floor, Portland,: Productivity Press. Inc., 1999, p. 328.

[4]T. Suzuki, TPM en industrias de proceso, 1 en castellano ed., T. Suzuki, Ed., Madrid: Productivity Press, 1995, p. 404.

[5]ISO, Root Cause Analysis (RCA) - ISO/IEC 62740, 2015 ed., I. S. O. ISO, Ed., Brussels, Belgium: ISO, International Standard Organisation, 2015, p. 72.

### El autor

Ingeniero en electromecánica, especialista en Mantenimiento Industrial y Msc. en

Ingeniería con más de 20 años de experiencia en la aplicación de la metodología TPM y diferentes técnicas de manufactura esbelta; profesor de cátedra

en postgrados de Mantenimiento en diferentes universidades. Miembro de grupo URE en empresa manufacturera (2002-2004). Instructor en Mentorías para la empleabilidad en Mantenimiento Autónomo básico (mecánica, electricidad y gestión de mantenimiento)