

# ***Distribución Efectiva de Tareas y Responsabilidades de los Inspectores para Optimizar el Plan de Mantenimiento Preventivo***

Omayra Martínez Feliciano  
Maestría en Gerencia de Ingeniería  
Dr. Héctor J. Cruzado  
Escuela Graduada  
Universidad Politécnica de Puerto Rico

---

**Resumen** — Este escrito presenta las soluciones recomendadas a la problemática del Directorado de Obras Públicas en una instalación militar. La División de Operaciones y Mantenimiento, la cual es responsable de supervisar el mantenimiento preventivo ejecutado por el contratista del contrato de mantenimiento, presentaba un problema significativo de personal, lo cual se reflejaba en la falta de inspección de los mantenimientos preventivos, provocando incremento de proyectos y costos de reparaciones. Luego de haber evaluado el problema y analizado la información provista por la organización, se recomendaron e implementaron varios cambios dentro de la organización. Se evaluaron las posiciones requeridas vs las posiciones existentes, se recomendó un plan de reestructuraciones de la división en el cual las tareas y responsabilidades fueron distribuidas de acuerdo con las posiciones, se recomendó e implementó parcialmente un programa de incentivos y se creó un plan de inspección y control de calidad con el cual se incrementaron las inspecciones aleatorias de los mantenimientos preventivos en un 47%.

**Términos claves** — contrato de mantenimiento, Inspectores, Instalación Militar, Mantenimiento Preventivo

## **INTRODUCCIÓN**

El Directorado de Obras Públicas (DPW, por sus siglas en inglés) en una instalación militar es la organización responsable primordialmente del diseño, construcción, mantenimiento y reparación de las infraestructuras localizadas en dicha instalación. La organización consta de varias divisiones en la cual se incluye la División de Operaciones y Mantenimiento, siendo esta la responsable de supervisar el mantenimiento

preventivo ejecutado por el contratista del contrato de mantenimiento de la base.

La división de Operaciones y Mantenimientos presentaba un problema significativo de personal y en la distribución efectivas de las tareas y responsabilidades dentro de la división, lo cual estaba afectando principalmente a los inspectores. La situación mencionada anteriormente estaba viéndose reflejada en la falta inspecciones aleatorias del mantenimiento preventivo, lo cual influenciaba directamente en un incremento de costos en los proyectos de reparación y construcción.

Se aplicó el método DMAIC para evaluar el problema de la división, con el fin de alcanzar el objetivo de incrementar las inspecciones aleatorias de los mantenimientos preventivos en un 25% del estándar requerido por el Plan de Vigilancia de Aseguramiento de la Calidad (QASP, por sus siglas en inglés).

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

Mantenimiento preventivo se define como el cuidado, servicio e inspección sistemática y deliberado del equipo, plantas y sistemas de servicios públicos, edificios y estructuras, e instalaciones de terrenos con el fin de detectar y corregir fallas incipientes y realizar mantenimientos menores [1]. El mantenimiento preventivo es una de las herramientas más eficaces que puede reducir costo de mantenimiento preventivos hasta un 18% [2] versus mantenimientos reactivos, lo cual extendería el ciclo de vida de los equipos hasta la expectativa del diseño [2]. El plan de mantenimiento preventivo usualmente es un sistema basado en las recomendaciones del manufactureros, y/o regulaciones federales y

locales, en el cual se establecen las frecuencias y los parámetros a ser evaluados [3].

En muchas ocasiones, para optimizar el plan de mantenimiento se toma en consideración primordialmente los problemas relacionados a ingeniería (parte técnica) y gerencial (parte administrativa), omitiendo otros aspectos indirectos de suma importancia. Los aspectos económico y psicológico, y el personal son otros factores que deben ser evaluado en la toma de decisiones para la creación y ejecución de un plan efectivo [4]. “Las organizaciones no pueden darse el lujo de mantener empleados insatisfechos, ya que la verdadera naturaleza de la visión y misión se lleva a cabo mediante empleados eficientes, productivos y orientados al cliente, y, por lo contrario, la insatisfacción de los empleados impacta directamente en los resultados operativos” [5]. Por consiguiente, es fundamental analizar la estructura organizacional y evaluar su funcionalidad para identificar si los recursos se están utilizando apropiadamente [4]. Por consiguiente, el definir los roles y responsabilidades de cada participante, permite al personal entender la importancia y el valor de sus roles, lo cual resultaría en un equipo de trabajo eficaz [6].

## **METODOLOGÍA**

Luego de haberse identificado la situación que estaba afectaba la organización, se utilizó el proceso DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) como herramienta para proporcionar recomendaciones a la División de Operaciones y Mantenimiento (O&M).

### **Definir**

Se definió el problema de la organización, con el fin de determinar una solución para el mismo. Se utilizó la herramienta de Voz del Cliente como método para identificar el problema dentro de la división e identificar oportunidades para optimizar el plan de mantenimiento preventivo y mejorar el ambiente laboral.

### **Medir**

La fase de Medir permitió identificar y recopilar la data de la división para evaluar la complejidad del problema dentro de la misma. El objetivo de esta fase es evaluar la cantidad de inspecciones aleatorias del plan de mantenimiento preventivo y evaluar los costos en los proyectos de reparación. La gráfica de Pareto es la herramienta utilizada para evaluar y hacer la comparativa en los proyectos de reparación.

### **Analizar**

La fase de Analizar permite evaluar la data obtenida de las fases anteriores. El Análisis de Causa Raíz fue el método utilizado para evaluar los síntomas y problemas visible que afecta la ejecución efectiva de las tareas en la división para determinar la causa raíz.

### **Mejorar**

La fase de Mejorar se implementó luego de haber identificado la causa raíz. Con esa información, se presentaron métodos y cambios en la organización que permitan optimizar el plan de inspecciones aleatorias del mantenimiento preventivo.

### **Controlar**

En esta fase se mantiene un control y evaluación de los procesos que fueron implementados y recomendados para comprobar su efectividad. Es fundamental que se mantenga un programa de control de la calidad para confirmar la efectividad del proceso, o, al contrario, modificar y crear mejoras al mismo.

## **RESULTADOS**

Luego de la implementación del proceso DMAIC a la situación que estaba presentando la División de Operaciones y Mantenimiento, se obtuvieron los resultados presentados a continuación.

## Definir

Refiriéndose a los inspectores y los líderes como los clientes, se aplicó la herramienta de Voz del Cliente para evaluar las necesidades que estaban ocurriendo dentro de la división. Como resultado, se identificaron los siguientes problemas:

- Falta de distribución de tareas y responsabilidades de los inspectores de forma justa y equitativa.
- Exceso de responsabilidad de los inspectores vs su grado de paga en comparación con los ingenieros de la división.
- Problemas de retención de personal.
- Disminución en las inspecciones aleatorias a los mantenimientos preventivos ejecutados por el contratista del BMC.
- Incremento en costo en proyectos de reparación.

## Medir

Se identificó y recolectó una serie de informaciones y datos de la división que fueron utilizados en los siguientes pasos del proceso. La Figura 1 representa la organización actual de la división O&M, en la cual se puede identificar que el 77% de los roles de Representante del Oficial de contrataciones (COR, por sus siglas en inglés), son ejecutados por los inspectores versus los ingenieros. Esa diferencia significativa en los roles de COR, es uno de los factores que afecta la retención de los inspectores, al ser éstos la posición con el nivel de paga más inferior, pero con más responsabilidad.

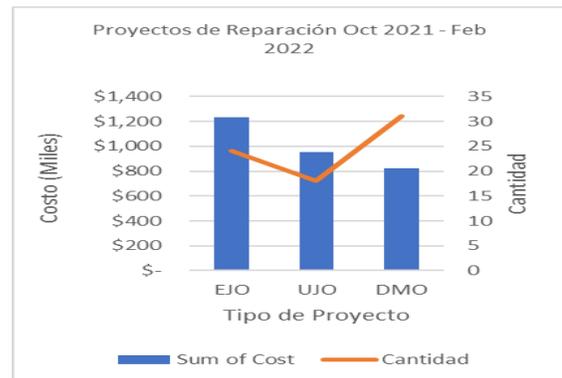


**Figura 1**  
Organización Actual de O&M

Utilizando data histórica se obtuvo la data de los proyectos de reparación ejecutados desde octubre 2021 a febrero 2022. La Figura 2 representa los tres tipos de proyectos ejecutados en la división;

- Orden de trabajo individual de emergencia (EIJO, por sus siglas en inglés) – proyectos categorizados como una emergencia
- Orden de mantenimiento demandada (DMO) - proyecto solicitado para hacer una corrección, pero que no son recurrente.
- Orden de mantenimiento individual (IJO) – proyectos que comenzaron como mantenimiento preventivo y excedieron las horas de reparación.

La Figura 2 hace una comparativa entre el costo de los proyectos versus la cantidad de proyectos ejecutados. Se realizaron 24 EJO, 19 UJO y 31 DMO. Sin embargo, los EJO reflejaron un costo de \$1.2 millones vs \$800,000 por los DMO.

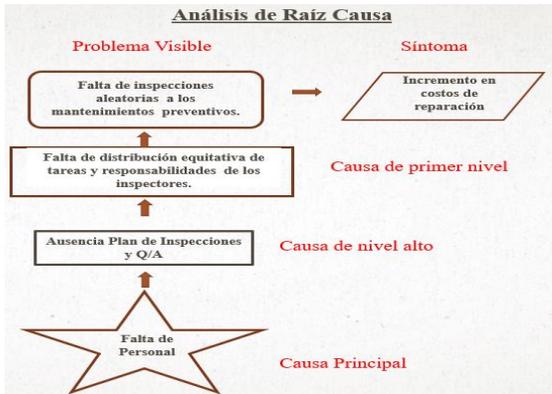


**Figura 2**  
Proyectos de Reparación Oct 2021 – Feb 2022

La data de las inspecciones aleatorias de los mantenimientos preventivos fue solicitada, pero no pudo ser provista ya que la división no tenía establecido un plan de inspección. Por consiguiente, el porcentaje a comparar es cero. Se obtuvo el QASP el cual establece los criterios de evaluación a las uniones realizadas por el contratista.

### Analizar

Utilizando el método de Análisis de Causa Raíz, se evaluaron los problemas identificados en el paso Definir del método DMAIC. Según presentado en la Figura 3, se concluyó que la escasez de personal era el factor directo que estaba provocando el problema presentado dentro de la división.



**Figura 3**  
Análisis de Raíz Causa

Con la falta de personal identificado con la causa principal del problema, se evaluó la información obtenida de la Figura 1 determinando que los inspectores están ejecutando el 77% de los roles de COR de los contratos de la división. Esto significa que los inspectores están asumiendo un rol adicional en comparación con la mayoría de los ingenieros, contribuyendo a que exista un ambiente laboral tenso debido a las desventajas laborales.

La data obtenida de la Figura 2 se analizó y se determinó que 24 de los proyectos de reparación fueron EJO a un costo de sobre \$1.2 millones. Con un plan de inspecciones aleatorias adecuado se podían haber evitado nueve de los proyectos EJO reflejándose en un ahorro de aproximadamente \$500,000 para la organización.

### Mejorar

Con la raíz del problema definida, se determinó que la falta de distribución de tareas y responsabilidades de los inspectores está influenciando directamente en las otras deficiencias en la división. Luego de evaluarse las posiciones existentes vs las posiciones requeridas, fue

recomendado la reestructuración de la división, según mostrado en la Figura 4. Se recomendó reasignar los roles de COR a las posiciones GS-11 o mayores, con el objetivo de minimizar las tareas de los inspectores. La reestructuración reduciría la carga laboral de los inspectores en aproximadamente 10 horas semanales la cuales se utilizarían para realizar inspecciones aleatorias. La única excepción es la posición de COR del contrato de servicios de conserje, a la cual se sugirió incrementar el grado de la posición a un GS-11 debido a naturaleza demandante del contrato.



**Figura 4**  
Organización Propuesta de O&M

“Las organizaciones no pueden darse el lujo de mantener empleados insatisfechos, ya que la verdadera naturaleza de la visión y misión se lleva a cabo mediante empleados eficientes, productivos y orientados al cliente” [5]. Con la premisa anterior como objetivo, se creó y recomendó un plan de incentivos económicos y no económicos como se muestran en la Figura 5. Esto tiene el propósito de fomentar un ambiente laboral positivo y motivar a los empleados a cumplir y exceder las tareas requeridas para su posición.

Utilizando el QASP y la data histórica de los mantenimientos preventivos, se creó el plan de inspección y QA, según mostrado en la Tabla 1. El Plan de Inspecciones es un programa en Excel que, dependiendo del lote, nivel de inspección y el tamaño de la muestra, permite designar los mantenimientos preventivos aleatorios a los inspectores.

## PROGRAMA DE INCENTIVOS



Figura 5  
Programa de Incentivos

Tabla 1  
Plan de Inspección y QA

BMC Contract	Insp	SCHED	TASK COMP	% TASK COMP	SAMPLE SIZE
Auxiliary Generator	1	152	148	97%	20
Chillers	3	20	31	100%	5
Cooling Towers	1	27	1	100%	4
Building Preventive Maintenance	3	25	25	100%	5
Control Devices	4	71	62	87%	6
Cranes and Hoists	4	43	43	100%	8
DFAC Crawlspace Inspection	3	36	36	100%	8
Electrical Testing of Grounding, Bonding, & Egress Lighting	1	6	6	100%	2
Egress Lighting	1	21	17	81%	5
Grounds Maintenance (SOD)	2	61	44	72%	6
Heating Systems and Equipment	4	360	359	100%	10
Industrial and Breathable Air Compressors	3	3	3	100%	2
Inspect and Test Backflow Prevention Devices	3	83	83	100%	3
Kitchen Pulpers	3	13	13	100%	3
Leaf Control	2	12	12	100%	3
Maintain A/C Plants	4	10	5	50%	3
Maintain Airfield - Sweeping	2	1	1	100%	1
Maintain Heating Plants	4	13	13	100%	3
Maintain Propane, Natural Gas, Motor Vehicle Fuel	3	168	160	95%	8
Mechanical Rooms	2	287	285	99%	16
Operate and Maintain Swimming Pool/Water Treatment	2	3	3	100%	1
Overhead Door Maintenance	4	54	54	100%	5
Oxygen Deficiency and Combustion Gas Detectors	1	3	3	100%	2
Portable Light Tower and Generator Maintenance	1	21	21	100%	2
Scheduled Environmental Services	3	1	1	100%	1
Scheduled Pest Control Services	2	12	12	100%	3
Service Grease Traps	3	8	8	100%	2
Service Oil Separators and Sediment Collectors	3	10	10	100%	1
Track Maintenance & Inspection	3	15	15	100%	2
Traffic Control, Pedestrian Crossing and Signage	2	3	3	83%	1
Uninterrupted Power Supplies	1	2	2	100%	2
<b>TOTALS</b>	<b>0</b>	<b>2827</b>	<b>2558</b>	<b>90%</b>	<b>114</b>
	0	0	0	0%	0

### Controlar

Luego de identificado los métodos para mejorar la problemática presentada en la división de O&M se requiere que se mantenga un control de calidad en la implementación de estos. Por tal razón es importante que se continúe evaluando periódicamente los roles y responsabilidades de los inspectores para se ajusten a la visión y misión de la organización. Este proceso ayudaría a identificar la posibilidad de nuevas alternativas para mantener un balance en las tareas de los inspectores y continuar optimizando el plan de mantenimiento preventivo.

## CONCLUSIÓN

El método de DMAIC permitió realizar un análisis más profundo y organizado sobre la situación que estaba presentando la División de Operaciones y Mantenimiento. Se presentó reestructuración propuesta que incluye la redistribución de los roles y responsabilidades de los inspectores a los líderes de la organización, siendo recibida de forma exitosa y será implementada en el próximo año fiscal. Se cumplió con el objetivo de crear un plan de inspección y control de calidad, incrementando las inspecciones aleatorias de los mantenimientos preventivos en un 47% del estándar requerido por el QASP, excediendo en un 22% al estándar establecido en el objetivo. Se demostró la importancia de las inspecciones aleatorias a los mantenimientos preventivos, al concluir que 9 de los 24 proyectos de EJO podían haberse evitado si se tuviera implementado un plan de inspección, lo que se traduce en un ahorro de aproximadamente \$500,000 para la organización.

Considerando la importancia de los empleados dentro la organización, se implementó el plan de incentivos, siendo acogido de forma positiva por el personal. Durante el periodo de ejecución del proyecto, se comenzó con la primera fase de la implementación de los incentivos no económicos. La división realizó varias actividades como colectivo con el fin de aumentar la moral y la motivación de los miembros de la organización.

Luego de concluido el proyecto, se hicieron las recomendaciones a la organización; (1) Mantener continuidad al haber cambio en las posiciones del liderazgo. (2) Mantener un programa de oportunidades de entrenamiento. (3) Realizar reuniones periódicas con el personal.

## REFERENCIAS

- [1] *Facilities Engineering Army Facilities Management*, AR 420-1, U.S. Department of the Army, Washington, DC, USA, 2019.

- [2] Operations & Maintenance Best Practices A Guide to Achieving Operational Efficiency, U.S. Department of Energy, USA, 2010.
- [3] J. M. Gross, Fundamentals of Preventive Maintenance. S.L.: Amacom, 2018.
- [4] J. Levitt, Complete guide to preventive and predictive maintenance. New York: Industrial Press, 2011.
- [5] J. Barragán, P. Castillo, P. Villalpando, y P. Guerra, “Estrategias de retención de empleados eficientes: Importancia estratégica de la fidelización de los empleados en organizaciones internacionales”, *Innovaciones de Negocios*, vol. 6, n.º 11, 2017. “Retención de Empleados.” [Online]. Disponible: <http://eprints.uanl.mx/12509/1/A3.pdf>
- [6] J. Gido and J. P. Clements, Administración exitosa de proyectos. México International Thomson Editores, S.A. De C.V, 2003.