

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

PROPUESTA DE APLICACIÓN METODOLOGÍA SMED EN
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS A SALAS DE BOMBAS EN EMPRESA
PROMANT SpA

Trabajo de Titulación para optar al
Título de Ingeniero en
Mantenimiento Industrial

Alumno:
Javier Ignacio Soto Ramos

Profesor guía:
Mg. Ing. Andrés Eduardo Aránguiz
Garrido

2023

DEDICATORIA

“Años de cambio personal, profesional y social, en los que identifiqué que si hay dificultades es porque la vida me está entregando oportunidades, por lo que los tiempos difíciles son los tiempos de lograr, crecer y proyectar. Mencionar a mi familia por su apoyo incondicional, mis amigos y futuros colegas; espero que el éxito sea compartido y en equipo que es la forma en la que se llega más lejos. Se me hace importante escribir los agradecimientos a mi profesor guía y referente Andrés Aranguiz durante mis años en la institución por sus experiencias y conocimientos compartidos finalizando con su apoyo en ésta última etapa con las correcciones, sinceridad y profesionalismo para ejecutar de la mejor forma posible.

El presente proyecto para ir en busca de la titulación no pudo haber sido posible sin la oportunidad brindada por Felipe Moreno, Gerente y fundador de Empresa Promant SpA que es dónde se realiza mi proyecto a quien le agradezco por esto y por haber traspasado parte de su conocimiento a mi persona al momento de realizar la práctica en mi primera Carrera como Técnico. Mas allá de esto, le agradezco realmente por sus consejos y por ser primero mejor persona y después un excelente profesional.

Por último, mención de admiración a mis ejemplos de crecimiento, persistencia y resiliencia; mi hermana Catalina y mi Madre Gricel; La suma de pequeñas acciones realizadas de manera excepcional te llevará a un punto soñado e inimaginable. A mi padre, me enseñó que el amor paterno no es solo de sangre y las oportunidades son los mensajes del destino que prepara para el siguiente desafío”.

RESUMEN

El área de mantenimiento cada vez se solicita y reconoce a nivel industrial, se encuentra en constante crecimiento debido a las distintas áreas que requieren de equipos y procesos con correcto funcionamiento, en esta oportunidad , se realizan estudios que tienen relación directa con el mantenimiento de otras áreas que está en constante crecimiento, la cual es la construcción de edificios, los cuales necesitan contar con mantenimientos de diversas áreas como por ejemplo las salas de bombas, salas de calderas, grupos electrógenos , extractores ventiladores, entre otras. Lo mencionado, con la finalidad de mantener un correcto funcionamiento de los procesos para que el ocupante de las infraestructuras se encuentre en situación de un uso óptimo en los servicios básicos.

Se realiza diagnóstico de la situación inicial en la ejecución de mantenimientos a salas de bombas utilizando mapa de flujo de valor para la identificación de secuencia de tareas preventivas y a su vez, estimar los tiempos de realización de cada una. Luego, se analiza la situación inicial en conjunto a las etapas de metodología de mejora SMED para buscar la disminución de tiempos no efectivos en la ejecución de mantenimiento y la mejora de calidad de éste.

La metodología utilizada es SMED, la cual desde un punto de vista macro se puede describir como una metodología que busca la mejora tanto en la gestión, procesos, ejecución y costos o ganancias de, en este caso, mantenimiento de salas de bombas. Ésta mejora se ve reflejada en la disminución de “tiempos no efectivos de mantenimiento” lo que lleva una serie de beneficios, en los que uno de ellos está el aumento de tiempo libre de los técnicos para asignarlos a tareas pendientes y a su vez implementar levantamientos de herramientas, entre otras.

Los resultados que se obtienen a partir de la implementación de la metodología mencionada son 3 propuestas de mejora que se basan de acuerdo con las falencias detectadas en el análisis de las etapas de SMED, cada etapa se enfoca en diferentes formas de ejecución, pero todas cumplen con el objetivo que plantea la metodología.

Una vez realizado análisis de cada propuesta se hace elección de una de ellas con ajustes que se respaldan con información solicitada por el cliente, en este caso, administradores de edificios, cumpliendo con mejoras en tiempos y calidad de ejecución de la mano de implementación de nuevos métodos en los respaldos de mantenimientos preventivos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
RESUMEN.....	3
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE DIAGRAMAS.....	6
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE GRÁFICOS	7
SIGLAS	8
INTRODUCCIÓN	9
OBJETIVOS	10
OBJETIVO GENERAL:	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	10
CAPÍTULO 1: CONTEXTO OPERACIONAL EMPRESA, DIAGNÓSTICO Y PROBLEMÁTICA.....	11
1. CONTEXTO OPERACIONAL DE PROMANT SPA, PROBLEMÁTICA Y DIAGNÓSTICO.	12
1.1. PROMANT SPA.....	12
1.2. SALA DE BOMBAS	14
1.3. PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO	19
1.4. PROBLEMÁTICA.....	20
1.5. DIAGNÓSTICO	21
CAPÍTULO 2: GENERAR PROPUESTAS DE MEJORA UTILIZANDO METODOLOGÍA SMED	26
2. METODOLOGÍA SMED	27
2.1. ETAPAS.....	28
2.2. MEJORAS PROPUESTAS	34
2.2.1. PROPUESTA 1: REDUCCIÓN DE TIEMPO EN PROGRAMACIÓN ..	34

2.2.2. PROPUESTA 2: ESTABLECER PLAN DE EJECUCIÓN
MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....35

2.2.3. PROPUESTA 3: MEJORA EN CALIDAD DE SERVICIO.....39

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE TIEMPOS EFECTIVOS Y FACTIBILIDAD DE
MEJORAS PROPUESTAS 40

3. EVALUACIÓN DE TIEMPOS EFECTIVOS Y FACTIBILIDAD DE MEJORAS
PROPUESTAS.....41

3.1. EVALUACIÓN DE TIEMPOS EN EJECUCIÓN DE TAREAS PREVENTIVAS
42

3.2. EVALUACIÓN DE COSTOS Y GANANCIAS EN EJECUCIÓN DE TAREAS
PREVENTIVAS. 43

3.3. FACTIBILIDAD DE MEJORAS 45

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....49

BIBLIOGRAFÍA.....50

A. ANEXO A: PARTES DE BOMBA VERTICAL MULTIETAPAS 51

B. ANEXO B: PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO PROMANT SPA.....52

C. ANEXO C: PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS
PROMANT SPA.....57

D. ANEXO D: IMÁGENES DE LAYOUT SALA DE BOMBAS TORRE B
CONDominio CORMORÁN II Y III 58

E. ANEXO E: MAPA DE PROCESOS 61

F. ANEXO F: DETALLE DE TIEMPOS EFECTIVOS ESTIMADOS DE
MEJORAS PROPUESTAS 63

G. ANEXO G: DETALLE DE VALORES POR MANTENIMIENTO DE MEJORAS
PROPUESTAS.....64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Sala de bombas Condominio Cormorán II y III, torre B..... 14

Figura 1-2: Bomba multi etapa en corte..... 15

Figura 1-3: Bomba multi etapa torre B, condominio Cormorán..... 15

Figura 1-4: Etapas de un Tanque Hidroneumático. 16

Figura 1-5: Sensores, estanque de agua. 17

Figura 1-6: Presostato y Manómetro.....	17
Figura 1-7: Junta de dilatación.....	18
Figura 1-8: Documentación en video de sala de bombas.....	21
Figura 2-1: Metodología SMED.	28
Figura 2-2: Paso 1 - Propuesta 2.	35
Figura 2-3: Paso 2 - Propuesta 2.	36
Figura 2-4: Paso 3 - Propuesta 2.	36
Figura 2-5: Paso 4 - Propuesta 2.	37
Figura 2-6: Paso 9 - Propuesta 2.	37
Figura 2-7: Paso 11 - Propuesta 2.	38
Figura A-1: Partes de Bomba Vertical Multietapa.....	51
Figura D-1: Bombas y Estanques Hidroneumáticos.	58
Figura D-2: Ingreso Estanque de Agua 1.....	58
Figura D-3: Tablero eléctrico.....	59
Figura D-4: Sensores de nivel, Estanque de Agua.....	59
Figura D-5: Bomba sumergible.....	60
Figura D-6: Sala de Bombas.	60

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1-1: Resumen de proceso de jornada en mantenimiento preventivos.	13
Diagrama 1-2: Mapa de Flujo de Valor, Mantenimiento Preventivo Promant SpA.	23
Diagrama 2-1: Layout Sala de Bombas Torre B, Condominio Cormorán II y III.	30
Diagrama E-1: Mapa de procesos, situación entregada en reunión de expertos.	61
Diagrama E-2: Mapa de procesos, situación real.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Protocolo de mantenimiento preventivo a sala de bombas.....	19
Tabla 1-2: SIPOC Mantenimiento Preventivo, Promant SpA.	22
Tabla 1-3: Estimación tiempos efectivos y no efectivos, Diagnóstico.	24
Tabla 2-1: Clasificación de Actividades.	31
Tabla 2-2: Registro de tiempos situación inicial.....	33
Tabla 2-3: Registro de tiempos - Propuesta 1.	35

Tabla 2-4: Registro de tiempos - Propuesta 2.	38
Tabla 2-5: Registro de tiempos - Propuesta 3.	39
Tabla 3-1: Desglose de valor de mantenimiento preventivo actual.	43
Tabla B-1: Anexo A - Protocolo de prueba Grupo electrógeno.....	52
Tabla B-2: Protocolo de pruebas Sala de Bombas.	53
Tabla B-3: Protocolo de pruebas a Sala de Calderas, parte 1.	54
Tabla B-4: Protocolo de pruebas a Sala de Calderas, parte 2.	55
Tabla B-5: Protocolo de prueba a Ventiladores Extractores.	55
Tabla B-6: Protocolo de prueba Sala de Bombas ejecutado en grabación.....	56
Tabla C-1: Programación de mantenimientos preventivos Promant SpA, ...	57
Tabla F-1: Tiempos efectivos y no efectivos, situación inicial.....	63
Tabla F-2: Tiempos efectivos y no efectivos, propuesta 1.....	63
Tabla F-3: Tiempos efectivos y no efectivos, propuesta 2.....	63
Tabla F-4: Tiempos efectivos y no efectivos, propuesta 3.....	63
Tabla G-1: Valor mantenimiento, situación inicial.....	64
Tabla G-2: Valor mantenimiento, Propuesta 1.	64
Tabla G-3: Valor mantenimiento, Propuesta 2.	64
Tabla G-4: Valor mantenimiento, Propuesta 3.	64
Tabla G-5: Valor mantenimiento, Propuesta 3 - Ajustada.....	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1: Estimación tiempos efectivos de mantenimiento preventivo.	25
Gráfico 2-1: Registros de tiempos - Ejecución de tareas preventivas.....	32
Gráfico 3-1: Duración en tiempo de propuestas.	41
Gráfico 3-2: Tiempos efectivos vs no efectivos - Propuestas 1,2 y 3.	42
Gráfico 3-3:Valores Mantenimientos Preventivos - Propuesta 1,2 y 3.....	44
Gráfico 3-4: Factibilidad mejora propuesta 1.	45
Gráfico 3-5: Factibilidad mejora propuesta 2.	46
Gráfico 3-6: Factibilidad mejora propuesta 3.	47
Gráfico 3-7: Valores Ajustados mantenimiento preventivo - Propuesta 1,2 y 3.	48

SIGLAS

SMED: Single Minute Exchange of Die – Cambio de prensa en 1 dígito de minuto.

VSM: Value Stream Mapping - Mapa de Flujo de Valor.

INTRODUCCIÓN

La construcción de infraestructuras no se detiene y su alza es constante, un claro ejemplo son los edificios, los cuales una vez estos se encuentran operativos, es decir, construido y apto para que se le de uso, se tienen diversas áreas en las cuales se debe realizar distintos tipos de mantenimiento, una de estas áreas son las salas de bombas que debe permanecer operativa todos los días para abastecer a los ocupantes del edificio con el recurso básico como lo es el agua. Lo mencionado, hace referencia a la gran cantidad de demanda que se puede tener en el rubro de los edificios, es por esto por lo que se realiza un estudio relacionado a la implementación de nuevas metodologías de mejora en lo que es mantenimientos de salas de bombas en una empresa en específico que presta este tipo de servicios en los diferentes edificios a lo largo de la V región.

Se utiliza la metodología SMED, la cual se origina a partir de “Lean Manufacturing”, lo cual tiene por significado en “manufactura esbelta”, es decir, busca reducir los tiempos, ya sea de producción, de respuesta a cambios de lotes, mantenimientos, reparaciones, entre otras. Busca eliminar los desperdicios. Todo tipo de metodología que se utilice y tenga relación a la disminución de tiempos en la ejecución de una tarea y/o procesos estará ligada a la ideología de Lean Manufacturing pero, no obstante, todas se aplican de diferentes maneras y cuentan con diferentes análisis, pero las influencias y los objetivos están relacionados.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Implementar metodología SMED, para la reducción de tiempos no efectivos de mantenimiento a salas de bombas ejecutados por empresa Promant SpA, mediante diagnóstico de situación inicial con mapa de flujo de valor.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Evaluar el tiempo efectivo de mantenimiento a bombas de edificios, mediante el uso de mapa de flujo de valor (VSM) para la estimación de tiempos perdidos durante tareas de mantenimiento.

Generar propuestas de mejora en tareas de mantenimiento a bombas de edificios, utilizando la metodología de mejora SMED, para la disminución de tiempos no efectivos y mejora de calidad en ejecución de mantenimientos preventivos.

Seleccionar propuesta de mejora, para la implementación en los procesos de la empresa, evaluando la factibilidad y ajustes de la propuesta.

CAPÍTULO 1: CONTEXTO OPERACIONAL EMPRESA,
DIAGNÓSTICO Y PROBLEMÁTICA.

1. CONTEXTO OPERACIONAL DE PROMANT SPA, PROBLEMÁTICA Y DIAGNÓSTICO.

1.1. PROMANT SPA

Es una Microempresa que cuenta con menos de 9 trabajadores, tiene sus comienzos en el año 2016 con el fin de ofrecer servicios de mantenimiento de bombas hidráulicas, calderas, grupos electrógenos y ventiladores extractores a edificios en la V región (Valparaíso, Viña del Mar, Reñaca, Con-Con, Quilpué, Villa alemana y Peñablanca). A la fecha se logra consolidar en el rubro contando con 31 clientes con contrato en la zona, esto sin contar servicios adicionales a clientes particulares, empresas e instituciones públicas. Su oficina se encuentra ubicada en San Antonio 1001, Viña del Mar. Su equipo de trabajo se forma de técnicos, planificador, secretaria y Gerente General (dueño de la empresa). Respecto a los procesos de la empresa, para cada uno de sus servicios implementan un protocolo de tareas preventivas para cada sector, en el cual se lleva registros del funcionamiento de todos los equipos y componentes del área. Se encarga de realizar chequeos mensuales o trimestrales según sea el contrato con cada cliente (en Tabla C-1 se puede ver programación con los diferentes contratos, cada uno con diferentes salas y horarios) y la demanda que se tenga, el servicio base es solo de chequeo (Mantenimiento Preventivo), en caso de existir desviaciones mayores en lo que es el funcionamiento se debe informar a cliente, enviar la respectiva cotización de la reparación y proceder con la reparación antes de que afecte al proceso, o bien, si es de urgencia realizar la reparación y posteriormente se envía la cotización, esto varía según el trato con el cliente. El traslado a cada edificio es con vehículo corporativo equipado con todas las herramientas y equipos necesarios para los Mantenimientos Preventivos, adicionalmente se cuenta con diversas herramientas en caso de que se tenga que realizar reparaciones.

Continuando con el proceso de la empresa se tiene la parte de ejecución, la cual comienza en oficina con la entrega de ruta a los técnicos para que posterior a esto puedan iniciar la jornada trasladándose a los diferentes edificios según se les haya informado. El inicio a edificio comienza en Conserjería solicitando llaves de salas de bombas y carpeta con protocolos de mantenimiento, el cual se describe anteriormente, para posteriormente pueda hacer ingreso a la sala de bombas y comenzar con la ejecución de tareas preventivas y chequeos correspondientes, por lo que al finalizar con protocolo completo en cuanto a la información que se les solicita en el documento y observaciones detalladas en el caso de que se encuentren en el proceso se hace entrega de protocolo adjunto en carpeta junto a las llaves en conserjería, luego se pueden realizar dos actividades, la primera en caso de que queden visitas pendientes según lo indicado en ruta entregada por planificador se debe dirigir al próximo edificio y repetir proceso descrito, la segunda y es en caso de que no queden ,as mantenimientos preventivos se deben trasladar a oficina para hacer entrega de vehículo corporativo e informar de manera verbal los detalles u observaciones durante la jornada a planificador y/o gerente, esto dependiendo de quienes se encuentren en oficina. En apoyo a proceso mencionado se puede visualizar en Diagrama 1-1 a continuación:

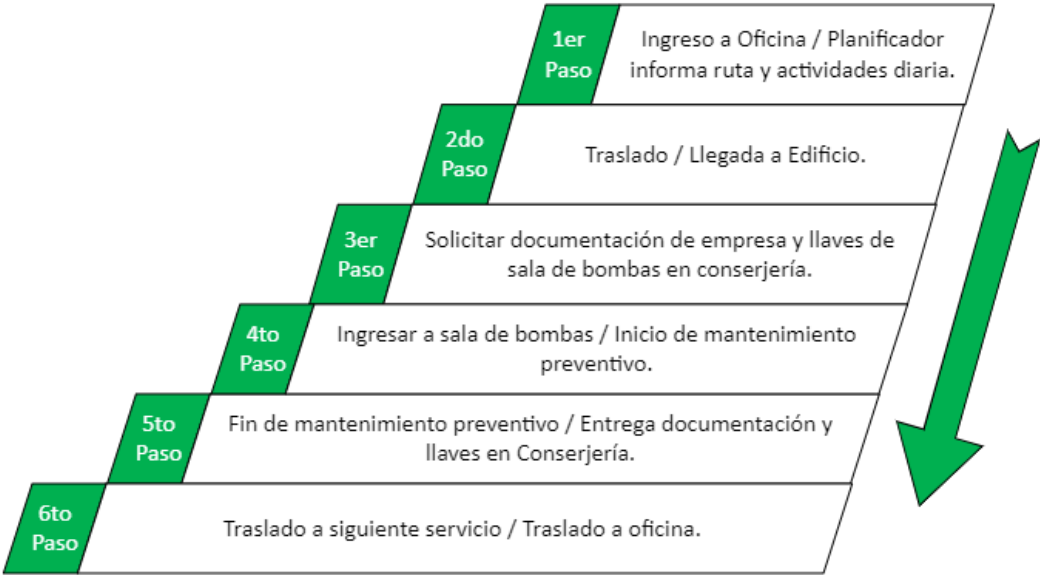


Diagrama 1-1: Resumen de proceso de jornada en mantenimiento preventivos.

Fuente: Elaboración propia.

1.2. SALA DE BOMBAS

A continuación, se define el funcionamiento y partes importantes de la sala de bombas, debido a que será el sector en el que se desarrolla el análisis para su posterior implementación de mejoras a través de metodología SMED. La sala mencionada es la que permite abastecer de agua potable la infraestructura completa de un edificio, eso es posible mediante bombas que de acuerdo con los requerimientos de cada edificio en cuanto a su altura y cantidad de departamentos es el sistema de impulso que tendrán (tipos de motores, bombas y componentes varios). A continuación, la Figura 1-1 muestra el interior de una sala de bombas, no considera tablero eléctrico, o bien, puede ver en Figura D-6 la sala de bombas desde otro punto de vista (fotografía capturada desde otro ángulo).



Figura 1-1: Sala de bombas Condominio Cormorán II y III, torre B.

Fuente: Elaboración propia.

En general, las salas de bombas se componen de Bombas, Presostatos y/o Variador de frecuencia, Estanques de agua, Tanque Hidroneumáticos, Sensores de nivel, Tablero eléctrico, Válvulas de bola y retención, Juntas de Dilatación, Instrumentos de medición, Filtros, entre otras. Para entender de forma más específica el funcionamiento de una sala de bombas se definirá el funcionamiento que tiene:

- A. BOMBAS, tiene por funcionamiento el movimiento de fluido, en este caso agua, es decir, el agua es aspirada por el tubo de entrada de las bombas, para posterior a eso ser impulsada por el motor que crea un campo magnético con la bobina e imanes, y así lograr que el impulsor gire continuamente. En este caso, se tiene bombas verticales multi etapas, las cuales son utilizadas para transferir líquidos de baja viscosidad, no inflamables y no explosivos que no contengan partículas sólidas (el agua cumple con todas estas especificaciones), este tipo de bombas se

caracterizan por su estructura compacta, alta eficiencia y mantenimiento simple, además de tener un alto nivel de impulsión para llegar a últimos pisos (ver imagen referencial en Figura 1-2 y Figura 1-3). Para tener más información de partes de este tipo de bombas ver en ANEXO A: PARTES DE BOMBA VERTICAL MULTIETAPAS.



Figura 1-2: Bomba multi etapa en corte
Fuente: Elaboración propia.



Figura 1-3: Bomba multi etapa torre B, condominio Cormorán
Fuente: Elaboración propia.

- B. ESTANQUES DE AGUA, se encargan de almacenar agua potable a través de la red de servicio que provee en este caso Esval, este almacenamiento se debe para el funcionamiento continuo y tener reservas de agua en caso de que surja un corte del servicio, de esta forma se tiene tiempo de autonomía dependiendo del uso y la capacidad que se tenga en el edificio.

- C. **TANQUES HIDRONEUMÁTICOS**, son almacenamientos que están creados para guardar agua y aire a presión, sirven para tener la línea con presión de forma inmediata y a baja demanda, de esta forma se evita el funcionamiento constante de las bombas. Los tanques mencionados cumplen con 3 funciones que protegen al sistema los cuales son:
- a. Suministra agua en rangos de presión de baja demanda para que las bombas no se encuentren bajo constante funcionamiento.
 - b. Detiene arranques de las bombas por pequeñas demandas de agua.
 - c. Minimiza la aparición de golpes de ariete.

A continuación, puede ver en Figura 1-4 las etapas de funcionamiento de un Tanque Hidroneumático:

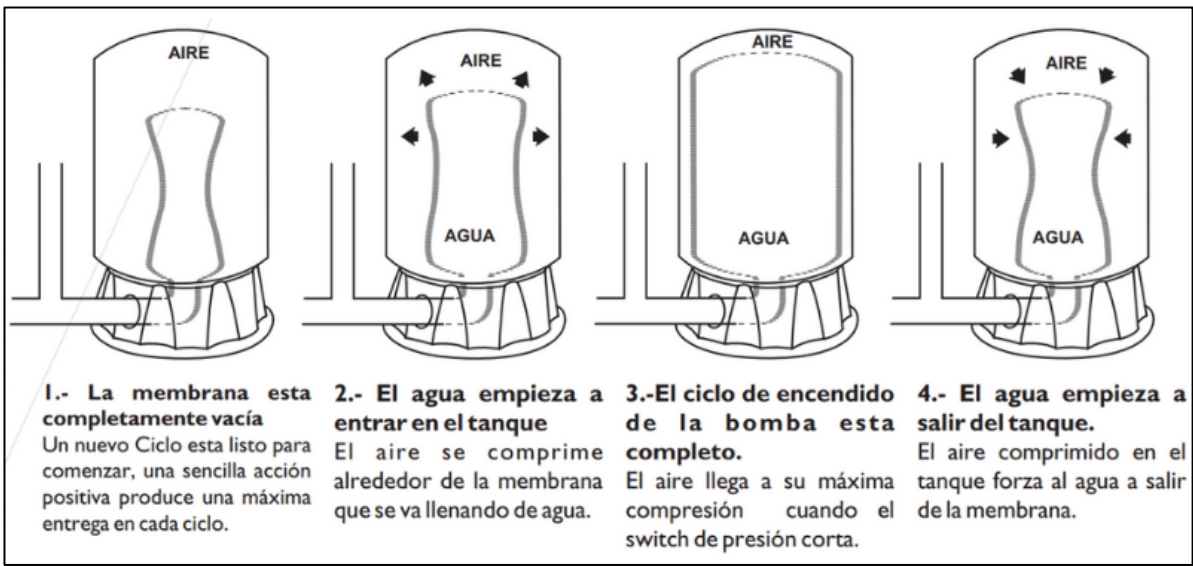


Figura 1-4: Etapas de un Tanque Hidroneumático.

Fuente: Empresa FiltraShop (<https://filtrashop.com>)

- D. **SENSORES**, se tiene tres tipos de sensores que se encuentran en el interior del estanque de agua (ver en Figura 1-5), en los cuales se indican diferentes acciones:
- a. Sensor Vacío, indica que el nivel de agua del estanque está muy bajo, por ende, se detienen bombas para evitar el funcionamiento en vacío.
 - b. Sensor Llenado, indica que el nivel de agua se encuentra en disminución por ende se activan las bombas, luego de llegar a nivel óptimo del estanque se detiene el funcionamiento de las bombas.
 - c. Sensor Alarma, o también conocido como “exceso de nivel” indica que el nivel de agua del estanque se encuentra sobre lo establecido, por ende, se activa alarma de sala de bombas para verificar el estado del proceso.



Figura 1-5: Sensores, estanque de agua.

Fuente: Elaboración propia.

- E. **TABLERO ELÉCTRICO**, es el encargado de proteger los componentes de mando y control del sistema eléctrico de circuitos de toda la sala de bombas
- F. **PRESOSTATO**, es el encargado de convertir un movimiento mecánico en señal eléctrica, la presión se regula con un tornillo prisionero lo que corresponde al valor de presión que abre o cierra el circuito (ver en Figura 1-6).

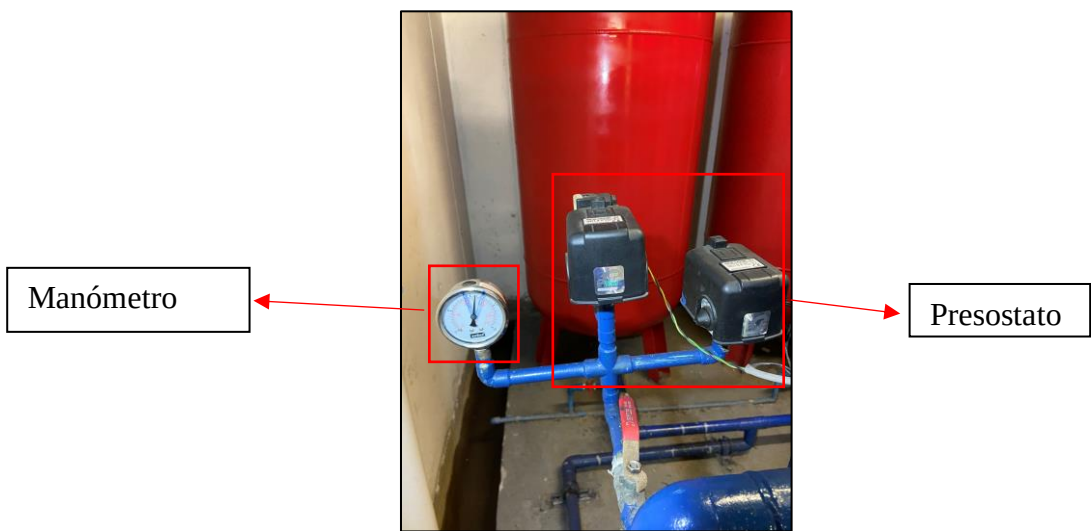


Figura 1-6: Presostato y Manómetro.

Fuente: Elaboración propia.

- G. **JUNTA DE DILATACIÓN**, son separaciones entre dos estructuras, en este caso, entre dos partes de la tubería, lo que permite que ambas partes se puedan mover sin que haya transmisión de esfuerzo entre ellos (ver en Figura 1-7).



Figura 1-7: Junta de dilatación.

Fuente: Elaboración propia.

- H. MANÓMETRO, es un indicador de presión analógico (ver en Figura 1-6).
- I. VÁLVULA DE BOLAS, tienen la finalidad de controlar el flujo del agua a través de una apertura, cierre u obstrucción parcial de sus orificios.
- J. VÁLVULA DE RETENCIÓN o también conocidas como válvulas check, permiten el paso de un fluido, es este caso agua, en una sola dirección.
- K. FILTROS TIPO Y, se utiliza para la eliminación mecánica de sólidos indeseables de las líneas, de esta forma protege a las bombas, válvulas, reguladores, entre otras.

1.3. PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO

Como se menciona en la descripción de proceso, para realizar las visitas de mantenimiento preventivo a cada edificio que cuenta con los servicios de Promant SpA se utiliza un protocolo de mantenimiento (visualizar en Tabla 1-1) que en este caso es el de salas de bombas, pero de esta misma manera se utiliza distintos protocolos en cada área los que puede ver con mayor detalle en ANEXO B: PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO PROMANT SPA. Los puntos que se chequean según protocolo son:

- A. Bombas Principales.
- B. Presión de trabajo.
- C. Estanque de Agua.
- D. Tanque hidroneumático.
- E. Tablero eléctrico.
- F. Bomba Sentina (o sumergible).
- G. Observaciones, en la cual se colocan novedades encontradas en el proceso.

Tabla 1-1: Protocolo de mantenimiento preventivo a sala de bombas.

PROTOCOLO DE PRUEBAS SALA DE BOMBAS

PROMANT
MANTENIMIENTO Y SERVICIOS
SALA DE CALDERAS • SALA DE BOMBAS
FUNDICIÓN • INSTALACIONES DE AIRE

Nombre Técnico						
Fecha						
BOMBAS PRINCIPALES	Bomba 1	Bomba 2	Bomba 3	Bomba 4	Bomba 5	Bomba 6
Amp. Nominal						
Amp. Real						
Rodamientos						
Sellos						
Limpieza Externa						
PRESIÓN DE TRABAJO	Medida	Optimo	Deficiente	Observaciones		
Presostato						
Variador de Frecuencia						
ESTANQUE DE AGUA	Estanque 1	Estanque 2	Estanque 3	Observaciones		
Sensor Llenado						
Sensor Vacío						
Alarma Exceso Nivel						
Válvula Solenoide						
Estado Limpieza						
ESTANQUE HIDRONEUMÁTICO	Estanque 1	Estanque 2	Estanque 3	Observaciones		
Presión Nominal						
Presión Carga						
Estado Membrana						
TABLERO ELÉCTRICO	Medida	Optimo	Deficiente	Observaciones		
Voltaje Trifásico Prom.						
Voltaje Monofásico Prom.						
Contactores						
Relés Térmicos						
PLC						
Apriete General						
Limpieza						
BOMBAS SENTINA	Medida	Optimo	Deficiente	Observaciones		
Amp. Nominal						
Amp. Real						
Válvula Retención						
Sensor Nivel						
Estado Pozo						
OTROS COMPONENTES	Optimo	Deficiente	Corregido	Observaciones		
Válvulas Bola						
Juntas Dilatación						
Válvulas Retención						
Filtros Tipo "Y"						
Mandómetro						
OBSERVACIONES						

Fuente: Elaborada por Promant Spa.

1.4. **PROBLEMÁTICA**

Al tener información de procesos de la empresa, lugar y equipos se identifican las problemáticas. Como principal problemática las diferencias de tiempos que se tiene en programación aportada por planificador (ver en Tabla C-1, mantenimiento analizado se identifica con recuadros rojos) con la ejecución en terreno, ya que la duración de programación es de 1 hora y 30 minutos, mientras que la ejecución se realiza en 52 minutos con una extensión en limpieza para acotar la diferencia de tiempo a lo programado (sin contar la extensión de limpieza se tiene un mantenimiento ejecutado en menos de 45 minutos). Además, se identifican 3 problemáticas adicionales a la principal ya mencionada:

A. Rutas de mantenimiento informadas de manera no anticipada

Técnicos al momento de ingresar a su jornada laboral deben esperar que planificador informe ruta a sus teléfonos particulares (como respaldo) y de forma verbal, en caso de presentar algún tipo de retraso o inconveniente con su llegada los técnicos deben permanecer en oficina hasta que se solucione.

B. Mantenimientos respaldados con protocolos de mantenimiento

Único medio de respaldo y notificación al cliente (administrador de edificio) es el protocolo que se utiliza para chequear los equipos y anotar las observaciones que se presenten, el cual en su mayoría se archiva sucio (debido a que se llena en la sala de bombas) en la carpeta de la empresa que está a control de conserjería.

C. Kit de herramientas para mantenimiento preventivos

Bolso con herramientas que se utiliza para llevar a cabo las tareas de mantenimiento se encuentra con exceso de herramientas, debido a que se utilizan pocas y las que se deberían utilizar en ocasiones se les queda en vehículo corporativo. Bolso con exceso de herramientas provoca un desgaste innecesario en técnico producto de su peso.

1.5. DIAGNÓSTICO

Al tener el enfoque de problemáticas se debe diagnosticar la situación en la que se encuentran los procesos y funcionamiento de la empresa, de esta forma se podrá detectar las desviaciones y posteriormente estimar los tiempos que no aportan valor al servicio. Para diagnosticar la situación inicial de la empresa se realizan grabaciones de mantenimiento preventivo en sala de bombas de torre B en condominio Cormorán II y III ubicado en Con-con, esto con la finalidad de identificar la secuencia y todos los factores que puedan estar afectando al proceso, para llevar a cabo las grabaciones se utiliza cámara de video Go Pro Hero 4 y una libreta de toma de apuntes (Apoyo visual en Figura 1-8).

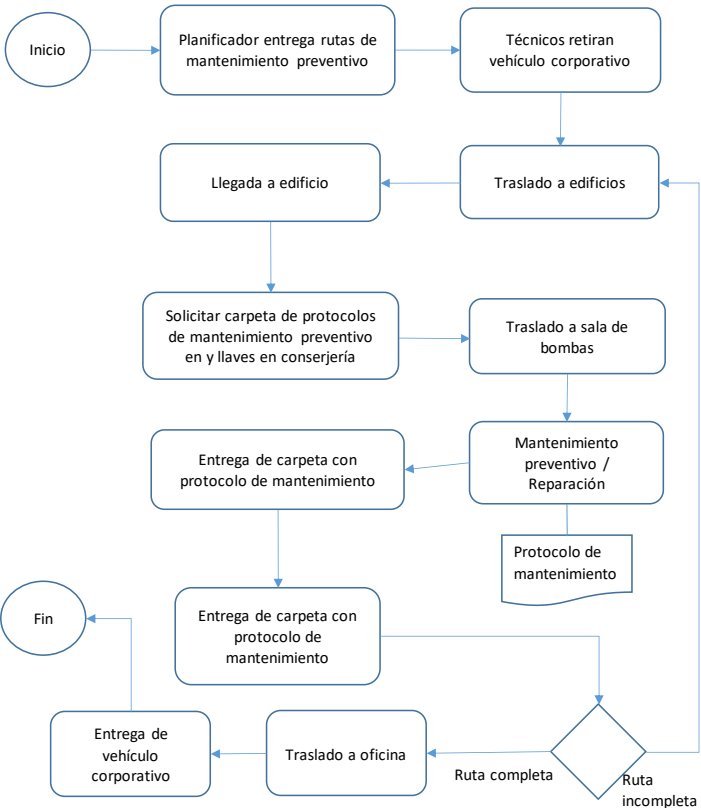


Figura 1-8: Documentación en video de sala de bombas.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizada las grabaciones se diagnostica el proceso mencionado con VSM (Mapa de Flujo de Valor) en donde se puede visualizar los principales proveedores y clientes del mantenimiento preventivo, las diferentes actividades realizadas en la ejecución con sus respectivos tiempos de cada tarea y el orden jerárquico de la empresa en Diagrama 1-2. Como parte de apoyo al contexto de la empresa se realiza análisis SIPOC (Tabla 1-2) y mapa de procesos (Diagrama E-2), en los cuales se identifica desde otro ángulo el proceso que se está analizando y a su vez, apoyan en información al mapa de flujo de valor confeccionado.

Tabla 1-2: SIPOC Mantenimiento Preventivo, Promant SpA.

		ANÁLISIS SIPOC EMPRESA PROMANT SPA			 MANEJO, MANTENIMIENTO Y SERVICIOS SALAS DE CALDERAS • SALAS DE BOMBAS GENERADORES • INSTALACIONES DE GAS			
		TAREAS DE MANTENIMIENTO A SALAS DE BOMBAS						
S	I	P		O	C			
Suppliers	Inputs	Process		Outputs	Customers			
Proveedores	Entradas	Procesos		Salidas	Clientes			
Planificador Promant Spa	Rutas de mantenimiento Protocolos de mantenimiento Cotizaciones Presupuestos Informes				Planificador Promant Spa			
					Gerente Promant Spa			
					Administradores y Residentes de:			
	Mantenimientos preventivos a Salas de bombas			Edificio Rodelillo / Triwe Edificio Altavista Edificio Acacias				
	Mantenimientos preventivos a Salas de Calderas			Condominio La Portada de Reñaca Edificio Parque Los Castaños Edificio Pelícanos Condominio Cormorán 2A - 3B				
	Mantenimientos preventivos a Grupos Electroógenos			Edificio Vista Oriente Edificio Amira Edificio Mar del Sur torre II Cond. Panorámico, Edifio Océano				
	Protocolo de mantenimiento preventivo archivado			Edificio Araucarias Edificio Las Caracolas Edificio Mirador de Recreo Edificio Mirador Rioja				
	Informe de reparación (en caso de realizar reparación)			Edificio Vista Mackenna Edificio Alto Lilenes Edificio Fermín Vivaceta Edificio Balaguer Edificio Parque Milled Residencia Jorge Yarur Condominio Montesol III Edificio Loft de la Aduana Edificio Vistalegre Edificio Nueva Las Rosas Edificio Reina Victoria II Edificio Don Pietro Edificio Vista Recreo Condominio Costabrava				
</								

Fuente: Elaboración propia.

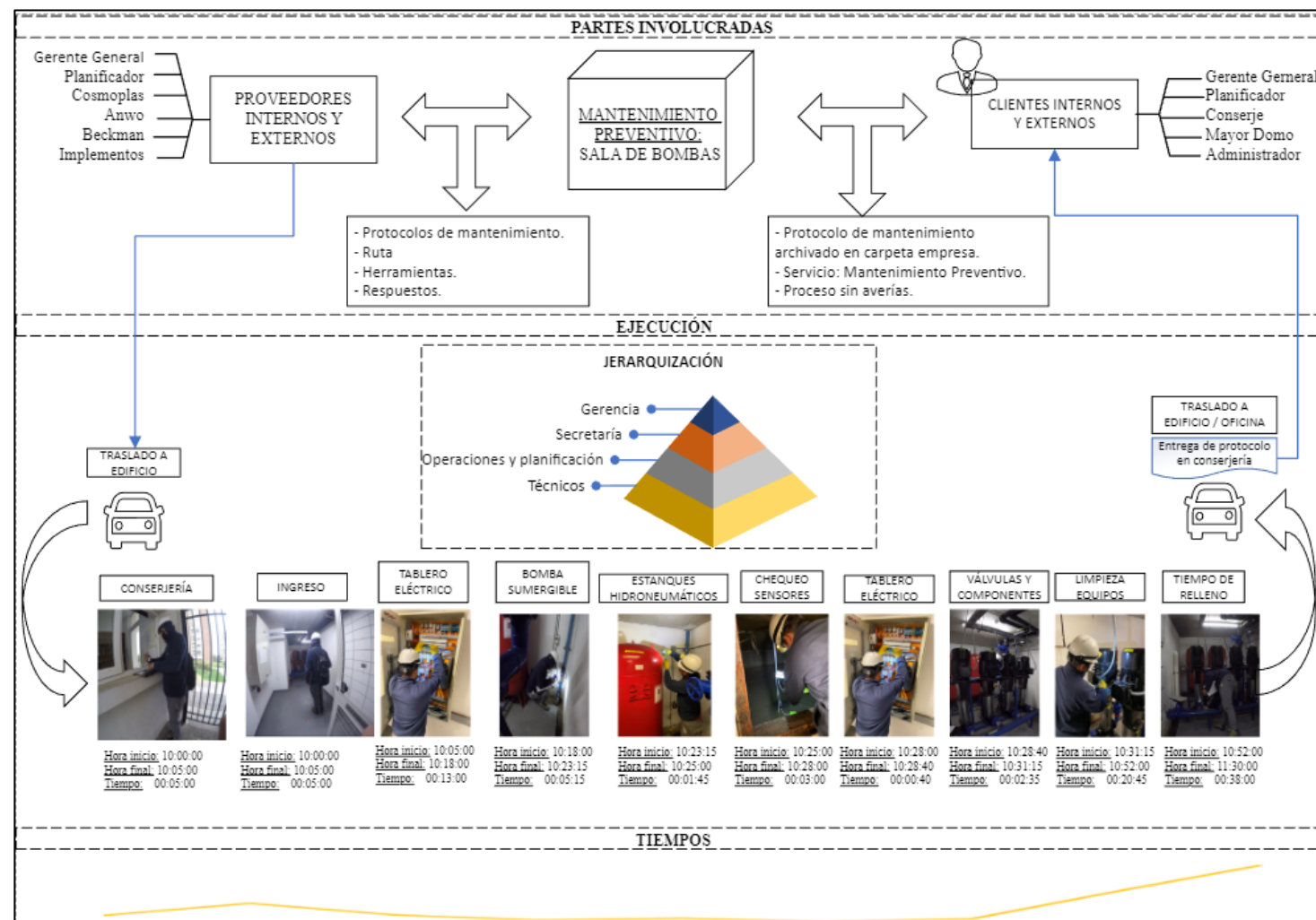


Diagrama 1-2: Mapa de Flujo de Valor, Mantenimiento Preventivo Promant SpA.

Fuente: Elaboración propia.

En el mapa de flujo de valor (Diagrama 1-2) se inicia con la identificación de la actividad a diagnosticar, la cual es “Mantenimiento Preventivo: Sala de Bombas”, se nombran los proveedores internos y externos los que darán el inicio a la actividad que está a cargo de técnico, se nombra paso a paso las tareas que se realizan y al finalizar las tareas en azul se nombre la entrega de protocolo en conserjería e identificando a sus clientes internos y externos que es como termina la actividad, en paralelo se añade la jerarquización de la empresa. A su vez, se puede visualizar de forma gráfica la variación de tiempo en la última sección de VSM en apoyo a el tiempo de cada actividad que se menciona, pero no de forma gráfica en cada una de ellas. A través de diagnóstico realizado (grabaciones, apuntes y mapa de flujo de valor) se determinan los tiempos perdidos en la ejecución de tareas y también los tiempos efectivos de éste, los que se establecen de la siguiente forma en Tabla 1-3:

Tabla 1-3: Estimación tiempos efectivos y no efectivos, Diagnóstico.

Tiempo no efectivo	0:06:25
Tiempo limpieza	0:05:45
Tiempo cumplimiento programación	0:38:00
TIEMPO NO EFECTIVO TOTAL	0:50:10
TIEMPO EFECTIVO	0:39:50

Fuente: Elaboración propia.

Se estiman tiempos efectivos de tareas preventivas en 39 minutos con 50 segundos de un mantenimiento programado de 1 hora con 30 minutos, es decir, los tiempos no efectivos, o también llamado los tiempos que no agregan valor al servicio, son de 50 minutos con 10 segundos como se puede ver en Gráfico 1-1 , lo que se espera disminuir en gran cantidad éste tiempo lo que va a contribuir en el buen desarrollo de las actividades del mantenimiento y pueda mejorar la calidad del servicio evitando los tiempos muertos y utilizando éste para una posible oportunidad de implementar mejoras.

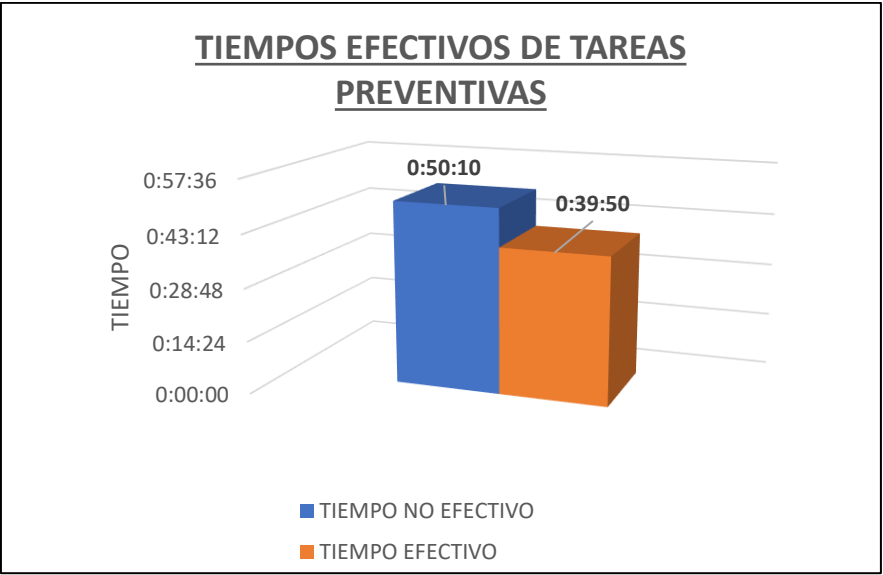


Gráfico 1-1: Estimación tiempos efectivos de mantenimiento preventivo.

Fuente: Elaboración propia.

A partir de diagnóstico y estimación de tiempos no efectivos en el mantenimiento preventivo se detectan falencias en los tiempos y estructuración de tareas preventivas en la ejecución, en las cuales se busca dar una solución con la reducción de tiempos perdidos y aumento de los tiempos productivos, también se busca mejorar en cuanto a las metodologías de trabajo lo que arrastra una mejoría en la calidad del servicio entregado, ya que se refleja en la relación con el cliente. Esto es posible implementando la metodología SMED, con la que se podrá ordenar y determinar las falencias del proceso que se pueden mejorar en tiempo para su posible implementación de metodologías que incrementen la calidad del servicio.

CAPÍTULO 2: GENERAR PROPUESTAS DE MEJORA UTILIZANDO
METODOLOGÍA SMED

2. **METODOLOGÍA SMED**

Una vez diagnosticada y catalogada la “situación inicial” junto a sus procesos e introducción en la importancia de una sala de bombas en los edificios que presta servicios la empresa Promant SpA, se explica en primera instancia la metodología SMED y posterior a su explicación se implementa en el proceso diagnosticado, de acuerdo con lo planteado en las problemáticas de la empresa, para disminuir los tiempos que no aporten valor al servicio y junto a esto implementar técnicas para la mejora en el servicio.

El significado de la abreviación SMED es “Single Minute Exchange of Die”, el cual tiene por significado cambio de prensa en 1 dígito de minuto o bien, cambio de prensa en menos de 10 minutos, es decir, al implementar la metodología se busca reducir los tiempos de reparación, cambio de producto (en el caso de manufactura), cumplir con demandas, entre otras. Sus inicios comienzan con el Doctor Shigeo Shingo quien era Ingeniero mecánico japonés, creador de la metodología, la cual comienza junto a una solución que se implementa en un cuello de botella en empresa Mazda en 1950 en donde se redujo un proceso de cambio de 90 minutos en 3 minutos. Por ende, esta técnica permite disminuir el tiempo que se desperdicia en los cambios de máquina e instalaciones para el cambio de productos, algunos de los beneficios que aporta son los siguientes:

- A. Reduce el tiempo de preparación y pasa a tiempo productivo.
- B. Reduce el tamaño de inventario.
- C. Reduce el tamaño de los lotes de producción.
- D. Produce en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción.

Si bien, la mayoría de los beneficios y definiciones de esta metodología están ambientados a procesos productivos de manufactura, se puede utilizar en diversas áreas y una de ellas en el mantenimiento, en este caso, el mantenimiento preventivo de sala de bombas, buscando la reducción y la forma en que se utilizan sus tiempos, ya sea efectivos como los que no agregan valor al servicio. Además, esto da paso a variación en costos, ganancias e implementación de técnicas que aporten al aumento de la calidad del servicio.

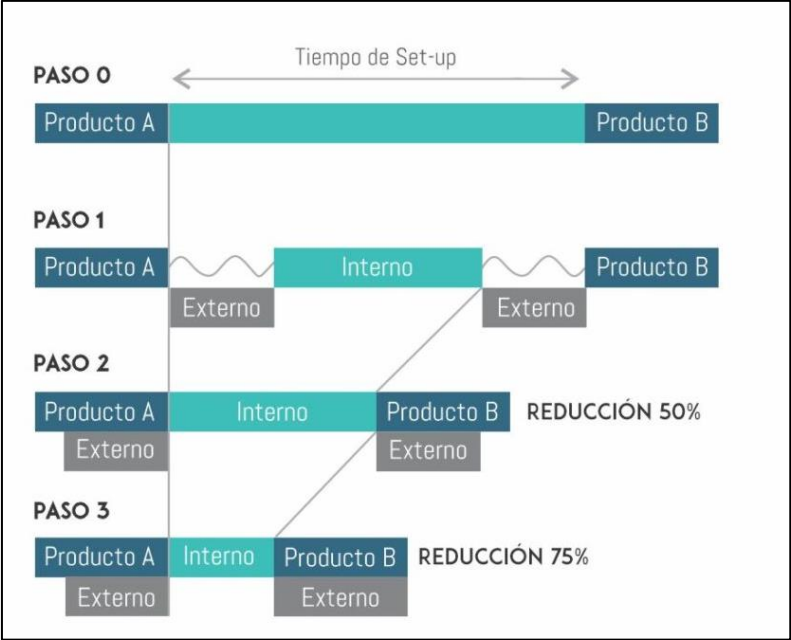


Figura 2-1: Metodología SMED.

Fuente: Elaborado por Atlas Consultora.

Como se muestra en Figura 2-1 una de las estrategias de la metodología y es con la cual el Doctor Shingo utilizó en el cuello de botella en Mazda es segregar las actividades en internas (se deben realizar con el proceso detenido) y externas (no es necesario que lleven a cabo con el proceso en detención), de esta forma se pueden separar y el tiempo de cambio de máquina por cambios de productos disminuirá, ya que en éste tiempo solo se realizarán las actividades que necesariamente se tengan que ejecutar con el proceso detenido, mientras que el resto que se puedan realizar con proceso en funcionamiento se ejecutarán como tal. El “tiempo de Set-up” se refiere al tiempo de preparación, el cual consta del tiempo de preparación interna junto al tiempo de preparación externa.

2.1. **ETAPAS**

Para comenzar con la aplicación de metodología SMED se debe fijar puntos que definan lo que se quiere lograr con el desarrollo de ésta. Estos son:

- A. Determinar tiempo efectivo de mantenimiento a salas de bombas.
- B. Reducir tiempos de tareas que no aporten valor al producto.
- C. Mejora en calidad del servicio con ajuste de tiempo, manteniendo los costos y ganancia por servicio.

Para continuar se desglosa una serie de etapas en las que se desarrolla el proceso y se determinan las falencias de éste.

Primero, se debe identificar lo que ofrece y a lo que busca dar solución la empresa, es por eso por lo que se debe definir lo siguiente:

- A. Producto: Servicio de mantenimiento preventivo a sala de bombas.
- B. Operación: Se refiere a la preparación tanto administrativa como técnica en la ejecución de mantenimiento preventivo a sala de bombas detallada en mapa de procesos (Diagrama *E-1*) y en VSM (Diagrama *1-2*).
- C. Máquina: Las salas de bombas se distribuyen en su mayoría de forma similar, por lo que se realiza Layout (ver Diagrama *2-1*) para tener una visualización gráfica de la ubicación de cada equipo en sala en la que se realizan grabaciones, para ver imágenes reales de los equipos revisar ANEXO D: IMÁGENES DE LAYOUT SALA DE BOMBAS TORRE B CONDOMINIO CORMORÁN II Y III.
- D. Instrucciones de preparación: Detallada en mapa de procesos (Diagrama *E-1*).
- E. Datos históricos de los tiempos de preparación: Se solicita programación de mantenimientos preventivos a empresa (ver en Tabla *C-1*), en los que se marca con recuadros rojos los que corresponden a sala de bombas a evaluar.

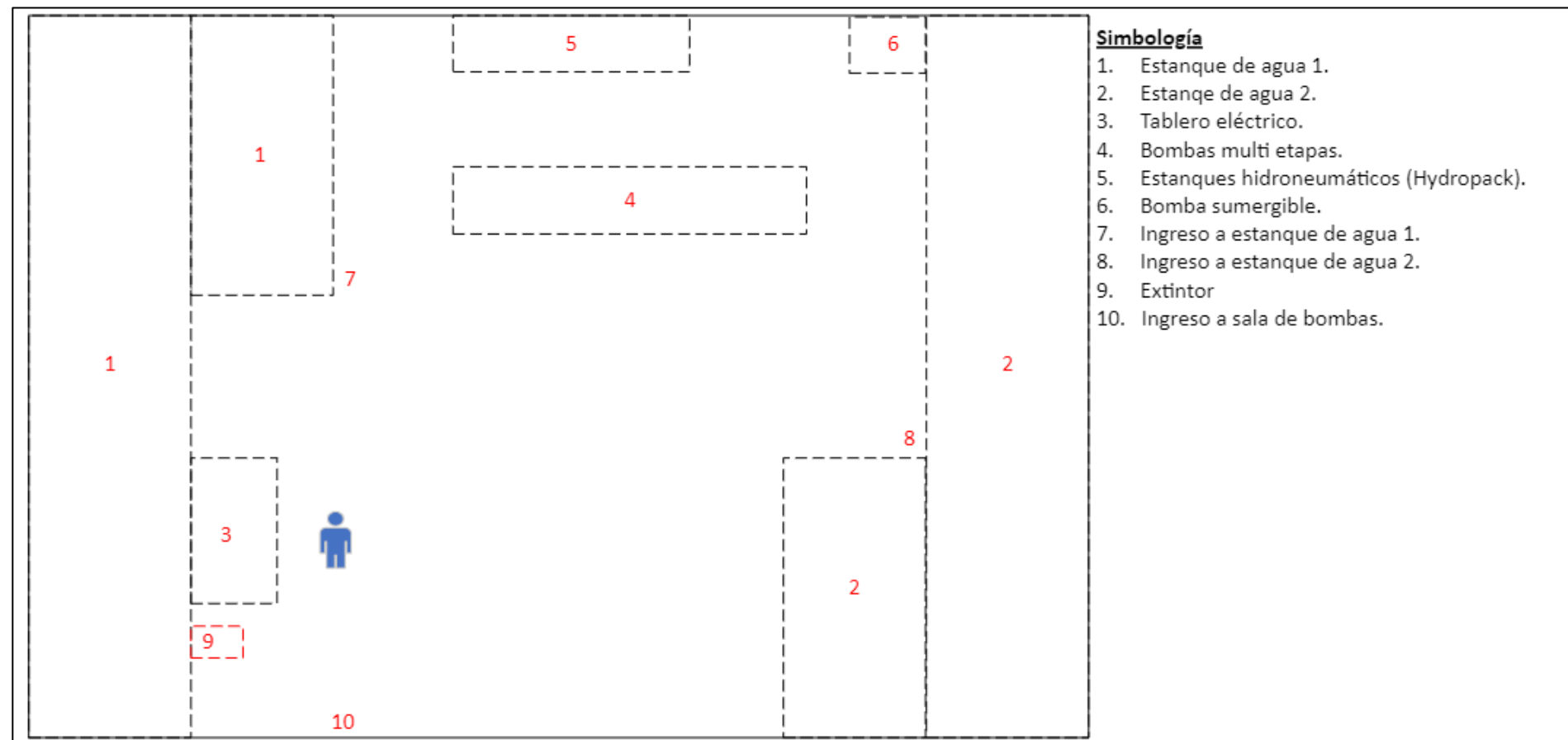


Diagrama 2-1: Layout Sala de Bombas Torre B, Condominio Cormorán II y III.

Fuente: Elaboración propia.

Luego, se prepara los medios necesarios para el desarrollo de SMED, en los cuales se identifica un medio humano y otro medio material. Estos medios son:

- A. Reunión, se lleva a cabo con personal experto de cada área, en este caso, será Gerente General, Planificador y Técnicos, se busca juntar a involucrados en el ámbito administrativo como también técnico.
- B. Cámara, con el fin de realizar grabaciones de traslado y ejecución de mantenimiento preventivo a sala de bombas.

Una vez lista la grabación, como se menciona anteriormente en el diagnóstico, se realiza tabla de tareas ejecutadas (ver Tabla 2-2) para contar con registro escrito de lo documentado, la cual apoya en la estimación de tiempos efectivos del mantenimiento en el diagnóstico (ver Tabla 1-3).

Con apoyo de registro de actividades se realiza clasificación de actividades Internas y Externas, las cuales se encuentran ya seccionadas en su mayoría en Actividades Externas, es decir, que la mayoría de las actividades se realizan con el proceso en funcionamiento, por lo que en este aspecto de la metodología no se deben realizar cambios. A continuación Tabla 2-1 que muestra lo mencionado:

Tabla 2-1: Clasificación de Actividades.

N°	Equipo	Cliente	CONDOMINIO CORMORÁN II Y III - TORRE B	Encargado/a	Clasificación	
		Actividad			Interna	Externa
1	Ingreso y preparación	Solicita documentación en conserjería e ingreso a sala de bombas		Técnico		
2	Tablero eléctrico	Medición		Técnico		x
3	Bomba sumergible	Prueba de sensores		Técnico		x
4	Estanques hidroneumáticos	Chequeo de presión		Técnico		x
5	Estanque de agua 1	Prueba de sensores y válvula solenoide		Técnico	x	
6	Estanque de agua 2	Prueba de sensores y válvula solenoide		Técnico	x	
7	Tablero eléctrico	Chequeo componentes		Técnico		x
8	Válvulas	Abrir y cerrar para chequeo de estado		Técnico		x
9	Componentes	Manómetros, juntas de dilatación		Técnico		x
10	Bombas y estanques	Limpieza equipos		Técnico		x
11	Tiempo de relleno	Espera con el fin de cumplir la duración programada		Técnico		x

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con las problemáticas mencionadas se realizan los siguientes contrastes a cada una de ellas:

Primero, se menciona la diferencia de tiempos programados con los que se tarda la ejecución, por lo que se busca en las propuestas disminuir el tiempo eliminando actividades que no agregan valor al servicio y buscar la manera de que este tiempo de diferencia sea informado a cliente y respaldado con otro método que acredite la correcta ejecución de protocolos y funcionamiento de la sala de bombas. Respecto a las actividades que no agregan valor al servicio se pueden visualizar en Gráfico 2-1, las cuales se posicionan número 8 y 9, correspondientes a extensión de limpieza y re-chequeo de sala de bombas con una considerable alza en sus tiempos de ejecución.

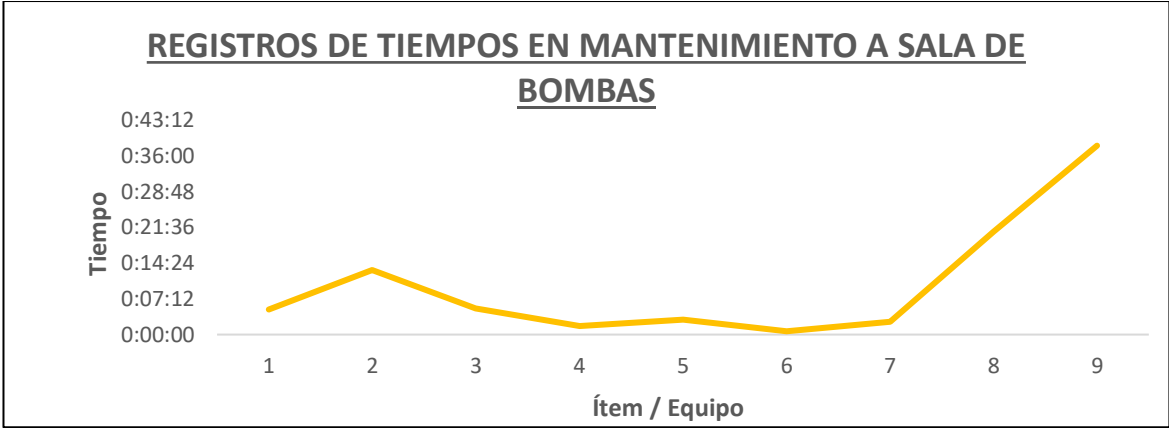


Gráfico 2-1: Registros de tiempos - Ejecución de tareas preventivas.

Fuente: Elaboración propia.

Segundo, el método de informar rutas al inicio de cada jornada en ocasiones se transforma un retraso al servicio, debido a lo mencionado en Gráfico 2-1, por ende, se debe informar con mayor anticipación, ya sea al cierre de cada jornada dejar envío automático de las rutas o bien buscar la opción de que el aviso sea de forma física y que quede lista la jornada anterior para que técnicos la retiren.

Tercero, el medio de respaldo que se tiene hacia el cliente es solo el protocolo de mantenimiento que se utiliza en la ejecución (ver en Tabla B-6), una vez listo se archiva en carpeta que la empresa tiene en cada edificio para ir archivando los protocolos y posterior a eso conserjería en conjunto al administrador revisan las observaciones que se van anotando en ello.

Por último, el bolso de herramientas cuenta con una cantidad de herramientas excesiva para un mantenimiento preventivo, lo cual el peso dificulta el traslado de éste cuando el grado de utilización es nula.

Tabla 2-2: Registro de tiempos situación inicial.

 REGISTROS SITUACIÓN INICIAL IMPLEMENTACIÓN MEDOTOLÓGÍA SMED  PROMANT MANTENIMIENTO Y SERVICIOS SALAS DE CALDERAS • SALAS DE BOMBAS GENERADORES • INSTALACIONES DE GAS						
Empresa		PROMANT SPA		Fecha	28-09-2022	
Cliente		CONDominio CORMORÁN II Y III - TORRE B		Responsable	Javier Soto Ra	
N°	Equipo	Actividad	Encargado/a	Hora inicial	Hora final	Duración actividad
1	-	Solicita documentación en conserjería e ingreso a sala de bombas	Técnico	10:00:00	10:05:00	0:05:00
2	Tablero eléctrico	Medición	Técnico	10:05:00	10:18:00	0:13:00
3	Bomba sumergible	Prueba de sensores	Técnico	10:18:00	10:23:15	0:05:15
4	Estanques hidroneumáticos	Chequeo de presión	Técnico	10:23:15	10:25:00	0:01:45
5	Estanque de agua 1	Prueba de sensores y válvula solenoide	Técnico	10:25:00	10:26:35	0:01:35
6	Estanque de agua 2	Prueba de sensores y válvula solenoide	Técnico	10:26:35	10:28:00	0:01:25
7	Tablero eléctrico	Chequeo componentes	Técnico	10:28:00	10:28:40	0:00:40
8	Válvulas	Abrir y cerrar para chequeo de estado	Técnico	10:28:40	10:30:00	0:01:20
9	Componentes	Manómetros, juntas de dilatación	Técnico	10:30:00	10:31:15	0:01:15
10	Bombas y estanques	Limpieza equipos	Técnico	10:31:15	10:52:00	0:20:45
11	-	Espera con el fin de cumplir la duración programada	Técnico	10:52:00	11:30:00	0:38:00

Fuente: Elaboración propia.

2.2. MEJORAS PROPUESTAS

Luego de identificar partes y problemas del proceso de mantenimiento preventivo a sala de bombas se proponen mejoras, las cuales buscan disminuir los tiempos no efectivos y aumentar los tiempos efectivos, de esta forma eliminar las actividades que no aporten valor al servicio. En paralelo, se busca implementar técnicas que mejoren el reporte de mantenimientos a cliente para mantener un mejor flujo de la información lo que tendrá beneficios directamente en la calidad del servicio entregado. A continuación, en mejoras propuestas se utilizan tres puntos posteriores a la presentación de los registros de las actividades, los cuales se definirán antes de empezar con la identificación de cada una:

- A. Tiempo de mantenimiento en propuesta “n° propuesta”: Se refiere al tiempo total de mantenimiento preventivo con mejoras implementadas.
- B. Tiempo efectivo de mantenimiento en propuesta “n° propuesta”: Se refiere al tiempo que se dedica en avance a la ejecución de tareas preventivas.
- C. Tiempo no efectivo de mantenimiento en propuesta “n° propuesta”: Se refiere al tiempo que no aporta valor a la ejecución de tareas preventivas, es decir, no aporta valor al servicio.

2.2.1. PROPUESTA 1: REDUCCIÓN DE TIEMPO EN PROGRAMACIÓN

Reducción en tiempos de programación, ya que al estar muy elevado en comparación a lo que realmente tarda en la ejecución provoca pérdidas importantes de tiempo que se puede utilizar en otra actividad. Lo programado es de 1 hora y 30 minutos (90 minutos) , ahora bien, eliminando el último punto de re-chequeo de sala de bombas que se origina con el fin de cumplir el tiempo de programación y la disminución a la mitad de los tiempos de limpieza, los cuales también se extienden con el mismo objetivo anteriormente nombrado, se registran los siguientes tiempos en Tabla 2-3 donde los tiempos que quedan sujeto a cambios se destacan en color amarillo.

Tabla 2-3: Registro de tiempos - Propuesta 1.

		REGISTROS SITUACIÓN INICAL				
		IMPLEMENTACIÓN MEDOTOLÓGIA SMED				
		Empresa	PROMANT SPA	Fecha	28-09-2022	
	Cliente	CONDOMINIO CORMORÁN II Y III - TORRE B		Responsable	Javier Soto Ramos	
Nº	Equipo	Actividad		Encargado/a	Duración actividad	Tiempos propuestos
1	-	Solicita documentación en conserjería e ingreso a sala de bombas		Técnico	0:05:00	0:05:00
2	Tablero eléctrico	Medición		Técnico	0:13:00	0:13:00
3	Bomba sumergible	Prueba de sensores		Técnico	0:05:15	0:05:15
4	Estanques hidroneumáticos	Chequeo de presión		Técnico	0:01:45	0:01:45
5	Estanque de agua 1	Prueba de sensores y válvula solenoide		Técnico	0:01:35	0:01:35
6	Estanque de agua 2	Prueba de sensores y válvula solenoide		Técnico	0:01:25	0:01:25
7	Tablero eléctrico	Chequeo componentes		Técnico	0:00:40	0:00:40
8	Válvulas	Abrir y cerrar para chequeo de estado		Técnico	0:01:20	0:01:20
9	Componentes	Manómetros, juntas de dilatación		Técnico	0:01:15	0:01:15
10	Bombas y estanques	Limpieza equipos		Técnico	0:20:45	0:15:00
11	-	Espera con el fin de cumplir la duración programada		Técnico	0:38:00	0:00:00

Fuente: Elaboración propia.

- A. Tiempo de mantenimiento en propuesta 1: 46 minutos con 15 segundos.
- B. Tiempo efectivo de mantenimiento en propuesta 1: 34 minutos con 5 segundos.
- C. Tiempo no efectivo de mantenimiento en propuesta 1: 12 minutos con 10 segundos.

2.2.2. PROPUESTA 2: ESTABLECER PLAN DE EJECUCIÓN MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se establece un paso a paso en tareas preventivas en sala de bombas, es decir, ordenar las actividades a realizar, de esta forma, se busca disminuir los tiempos no efectivos y lograr que técnicos sigan un orden en las tareas. Se detalla a continuación el orden de las actividades:

- 1. Ingreso a edificio, se solicita llaves y carpeta con protocolos de mantenimiento preventivo a sala de bombas a conserje.



Figura 2-2: Paso 1 - Propuesta 2.

Fuente: Elaboración propia.

2. Traslado e ingreso a sala de bombas, preparación de documentación y herramientas.



Figura 2-3: Paso 2 - Propuesta 2.

Fuente: Elaboración propia.

3. Realizar mediciones y chequeo de componentes en tablero eléctrico, para ésta actividad se debe utilizar Multímetro digital o también conocido como “Multitester”.

- Amperaje real de cada bomba.
- Voltaje trifásico.
- Voltaje monofásico.
- Inspección visual de componentes en tablero eléctrico.



Figura 2-4: Paso 3 - Propuesta 2.

Fuente: Elaboración propia.

- 4. Verificar correcto estado chequeando presión interna de tanque hidroneumático con un medidor de aire (corroborar su correcto estado antes de ser utilizado) y funcionamiento, lo que se puede identificar presionando su válvula levemente, si ésta presenta agua es porque internamente la membrana se encuentra en mal estado.



Figura 2-5: Paso 4 - Propuesta 2.

Fuente: Elaboración propia.

- 5. Inspección visual a instrumentos de medición y su correcto de funcionamiento, en este caso, generalmente serán manómetros.
- 6. Inspección visual y auditiva de funcionamiento de bombas.
 - A. Identificar si existen anomalías en su funcionamiento.
 - B. Amperaje nominal para su comparación con lo medido en tablero eléctrico.
- 7. Verificar buen funcionamiento de sensores de bomba sumergible accionando para corroborar su correcto funcionamiento.
- 8. Verificar visualmente estado de estanques de agua, se recomienda ayuda de iluminación artificial (linterna).
- 9. Prueba de correcto funcionamiento de sensores: nivel, vacío y alarma.



Figura 2-6: Paso 9 - Propuesta 2.

Fuente: Elaboración propia.

- 10. On/off válvulas. Abrir y cerrar llaves de paso.
- 11. Inspección visual de juntas de expansión, codos, reguladoras de presión y todo componente o tuberías que pueda estar filtrando.



Figura 2-7: Paso 11 - Propuesta 2.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en Tabla 2-4 se muestra los tiempos propuestos por cada actividad para la ejecución de tareas preventivas con un orden y estructura establecida, la cual al seguir paso a paso se evitan los tiempos de decisión en actividad siguiente y se preparan las acciones en un mismo sentido, es decir, al anotar se hará todo de una vez y con esto se evitará el registrar la información en protocolo por parte.

Tabla 2-4: Registro de tiempos - Propuesta 2.

		REGISTROS SITUACIÓN INICAL		 PROMANT MANTENIMIENTO Y SERVICIOS SALA DE CALDERAS • SALA DE BOMBAS OPERADORES Y TUBERÍAS DE GAS	
		IMPLEMENTACIÓN MEDOTOLÓGÍA SMED			
		Empresa	PROMANT SPA		Fecha
Cliente	CONDOMINIO CORMORÁN II Y III - TORRE B		Responsable	Javier Soto Ramos	
N°	Equipo	Actividad		Encargado/a	Duración actividad
1	-	Ingreso a edificio, se solicita llaves y carpeta con protocolos a cons		Técnico	0:07:00
2	-	Ingreso a sala de bombas, preparación de documentación y herram		Técnico	0:04:00
3	Tablero eléctrico	Realizar mediciones y chequeo de componentes en tablero eléctric		Técnico	0:13:00
4	Estanques hidroneumáticos	Verificar buen estado y presión de estanques hidroneumáticos		Técnico	0:05:00
5	Instrumentos de medición	Inspección visual a instrumentos de medición y su correcto funcion		Técnico	0:10:00
6	Bombas	Inspección visual y auditiva a funcionamiento de bombas		Técnico	0:04:00
7	Bomba sumergible	Verificar buen funcionamiento de sensores de bomba sumergible		Técnico	0:03:00
8	Estanques de agua	Verificar estado de estanques de agua		Técnico	0:00:40
9	sensor nivel, llenado y alarma	Prueba de correcto funcionamiento de sensores		Técnico	0:05:00
10	Válvulas	On/Off válvulas		Técnico	0:10:00
11	-	Inspección visual completa a sala de bombas (filtraciones)		Técnico	0:06:00

Fuente: Elaboración propia.

- A. Tiempo de mantenimiento en propuesta 2: 67 minutos con 40 segundos.
- B. Tiempo efectivo de mantenimiento en propuesta 2: 61 minutos con 15 segundos.
- C. Tiempo no efectivo de mantenimiento en propuesta 2: 6 minutos con 25 segundos.

2.2.3. PROPUESTA 3: MEJORA EN CALIDAD DE SERVICIO

Se implementa como medio informativo y respaldo de tareas preventivas la realización de informe de mantenimiento preventivo para el cliente, en este caso, el administrados de edificio. Se busca mantener formalidad y a su vez un impacto positivo en el servicio prestado. La realización de protocolo de mantenimiento se mantendrá, pero será de uso interno en la empresa, ya que con la información que se obtenga de protocolo se realizará el informe, el cual para su optimización de tiempo será con una planilla y solo se cambiarán los datos que corresponda de variación por cada mantenimiento, o bien, uso de plataforma para generar informes (esto depende de los medios de la empresa), es por esto, que se estima un total de 30 minutos para la realización de informe (ver en Tabla 2-5). A su vez, el uso de informe para el mantenimiento preventivo y no de entregar protocolo respalda la disminución de tiempo en mantenimiento y muestra la ejecución correcta de éste.

Tabla 2-5: Registro de tiempos - Propuesta 3.

		REGISTROS SITUACIÓN INICAL				
		IMPLEMENTACIÓN MEDOTOLÓGIA SMED				
		Empresa	PROMANT SPA	Fecha	28-09-2022	
		Cliente	CONDOMINIO CORMORÁN II Y III - TORRE B	Responsable	Javier Soto Ramos	
Nº	Equipo	Actividad	Encargado/a	Duración actividad	Tiempos propuestos	
1	-	Solicita documentación en conserjería e ingreso a sala de bombas	Técnico	0:05:00	0:05:00	
2	Tablero eléctrico	Medición	Técnico	0:13:00	0:13:00	
3	Bomba sumergible	Prueba de sensores	Técnico	0:05:15	0:05:15	
4	Estanques hidroneumáticos	Chequeo de presión	Técnico	0:01:45	0:01:45	
5	Estanque de agua 1	Prueba de sensores y válvula solenoide	Técnico	0:01:35	0:01:35	
6	Estanque de agua 2	Prueba de sensores y válvula solenoide	Técnico	0:01:25	0:01:25	
7	Tablero eléctrico	Chequeo componentes	Técnico	0:00:40	0:00:40	
8	Válvulas	Abrir y cerrar para chequeo de estado	Técnico	0:01:20	0:01:20	
9	Componentes	Manómetros, juntas de dilatación	Técnico	0:01:15	0:01:15	
10	Bombas y estanques	Limpieza equipos	Técnico	0:20:45	0:15:00	
11	-	Informe	Técnico	-	0:30:00	

Fuente: Elaboración propia.

- A. Tiempo de mantenimiento en propuesta 3: 76 minutos con 15 segundos.
- B. Tiempo efectivo de mantenimiento en propuesta 3: 69 minutos con 50 segundos.
- C. Tiempo no efectivo de mantenimiento en propuesta 3: 6 minutos con 25 segundos.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE TIEMPOS EFECTIVOS Y FACTIBILIDAD
DE MEJORAS PROPUESTAS

3. EVALUACIÓN DE TIEMPOS EFECTIVOS Y FACTIBILIDAD DE MEJORAS PROPUESTAS

Último punto y clave para determinar la viabilidad de cada mejora, es analizar los beneficios que tendrá cada una frente a lo que se busque, es por eso que se debe realizar comparaciones de tiempos efectivos y ganancias por cada mantenimiento, ya que en cuanto a costos no van a variar, ya que serán los mismos, pero si habrá variación en los tiempos que se pueden utilizar de mejor forma e implementar nuevas técnicas que mejoren el servicio, lo que tiene como consecuencia clientes satisfechos, por ende, un buen servicio y una posible expansión en el rubro. A continuación, se realizará la evaluación de las propuestas en conjunto a través de gráficos y se analizará la factibilidad de las propuestas de acuerdo con las ganancias que se tengan por cada una de las propuestas, ya que lo que respecta de la fluctuación de costos será la misma debido a que se utilizarán los mismo recursos, no obstante, al ocupar de mejor forma el tiempo en cuanto a la reducción de tiempos perdidos y el aumento de tiempos efectivos se podrán utilizar en cubrir otras actividades y no tener pendientes en el mes en cuanto a los servicios, ya sea reparaciones o mantenimiento preventivos y así cubrir una mayor cantidad de clientes. También, otra forma de utilizar el tiempo que idealmente se tenga como disminución de no efectivo se pueda utilizar en levantamiento de herramientas y/o de procesos para la constante mejoría de forma interna.

Para iniciar con la evaluación, es importante tener en cuenta la duración de cada propuesta mencionada con anterioridad lo que se puede visualizar en Gráfico 3-1. La propuesta que presenta un menor tiempo en su ejecución es la n°1 y la que mayor tiempo presenta es la n°3, no obstante, en ambos casos se presenta una disminución con respecto a la situación inicial de mantenimiento preventivo a sala de bombas.

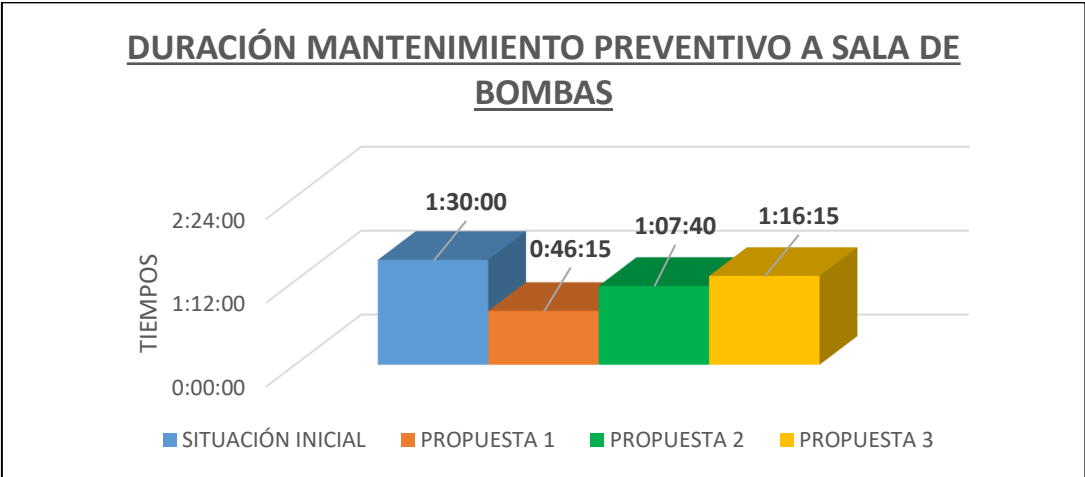


Gráfico 3-1: Duración en tiempo de propuestas.

Fuente: Elaboración propia.

3.1. EVALUACIÓN DE TIEMPOS EN EJECUCIÓN DE TAREAS PREVENTIVAS

Se evalúa los tiempos no efectivos y efectivos de cada propuesta para determinar la propuesta que presenta un mayor beneficio en este ámbito. En Gráfico 3-2 la barra de color azul corresponde a la situación inicial en la que se encuentra la empresa, mientras que la de color corresponden a cada propuesta (representación de cada color en leyenda de gráfico con recuadro rojo)

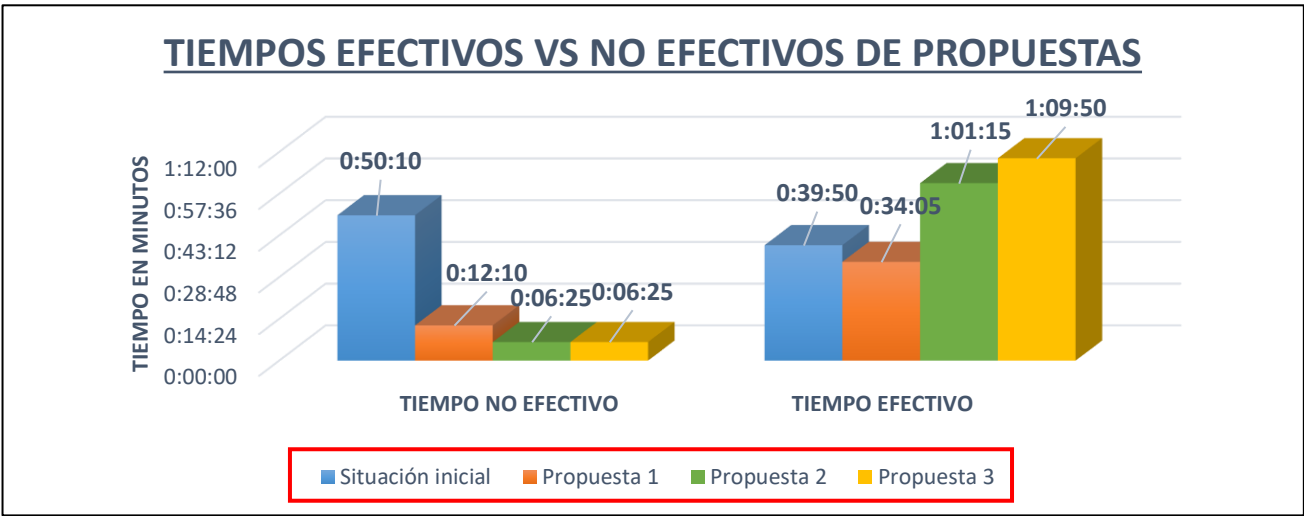


Gráfico 3-2: Tiempos efectivos vs no efectivos - Propuestas 1,2 y 3.

Fuente: Elaboración propia.

Las propuestas que presentan un mayor beneficio son:

- 1. Respecto a tiempo no efectivo, las propuestas con mayor tiempo que no presenta valor al servicio es la propuesta 1.
- 2. Respecto a tiempo efectivo, la propuesta que presenta mayor tiempo de aporte en valor al servicio es la propuesta 3.

Por lo tanto, según gráfico y tiempos evaluados, las propuestas de mayor beneficio en tiempo a deficiente serían:

- 1. Propuesta 3.
- 2. Propuesta 2.
- 3. Propuesta 1.

3.2. **EVALUACIÓN DE COSTOS Y GANANCIAS EN EJECUCIÓN DE TAREAS PREVENTIVAS.**

Respecto a los costos de mantenimiento preventivos la variación en ellos será nula, debido a que las propuestas no tienen una disminución en ello, pero tampoco un aumento, esto se da por la utilización de recursos humanos serán los mismos, lo que se busca es aprovecharlos en cuanto al tiempo con mayores actividades en la jornada disminuyendo cada actividad y mejorar el servicio en el aspecto de relación empresa – cliente. En caso de que la empresa no utilice la mayor disponibilidad de tiempo de equipo técnico de igual forma no tendrá lugar la variación de costos, puesto que el contrato de técnicos es mensual y deben cumplir un horario tengan o no asignación de tareas.

En cuanto a los valores de cada mantenimiento, es decir, los valores de lo que será ganancia por cada mantenimiento si es relevante y tendrá variaciones, punto que cliente considera importante, ya que considera el tiempo directamente con la calidad del servicio, esto se debe a que el único respaldo con el que cuentan no es inmediato y se realiza vía una hoja técnica que es la que se ocupa en terreno Tabla B-2 y Tabla B-6.

De acuerdo con lo mencionado, se realiza Tabla 3-1 con el detalle de valor por servicio de mantenimiento preventivo en Condominio Cormorán II y III, torre B.

Tabla 3-1: Desglose de valor de mantenimiento preventivo actual.

Ítem	Valores
Valor actual mantenimiento mensual	\$ 240.000
Tiempo en minutos	90
Valor por minuto	\$ 2.667

Fuente: Elaboración propia

Valor actual de mantenimiento es de \$240.000 y tiene una duración de 90 minutos, por ende, se establece un valor de \$2.667 por minuto, de acuerdo con esto se confecciona gráfico de valores por cada mantenimiento.

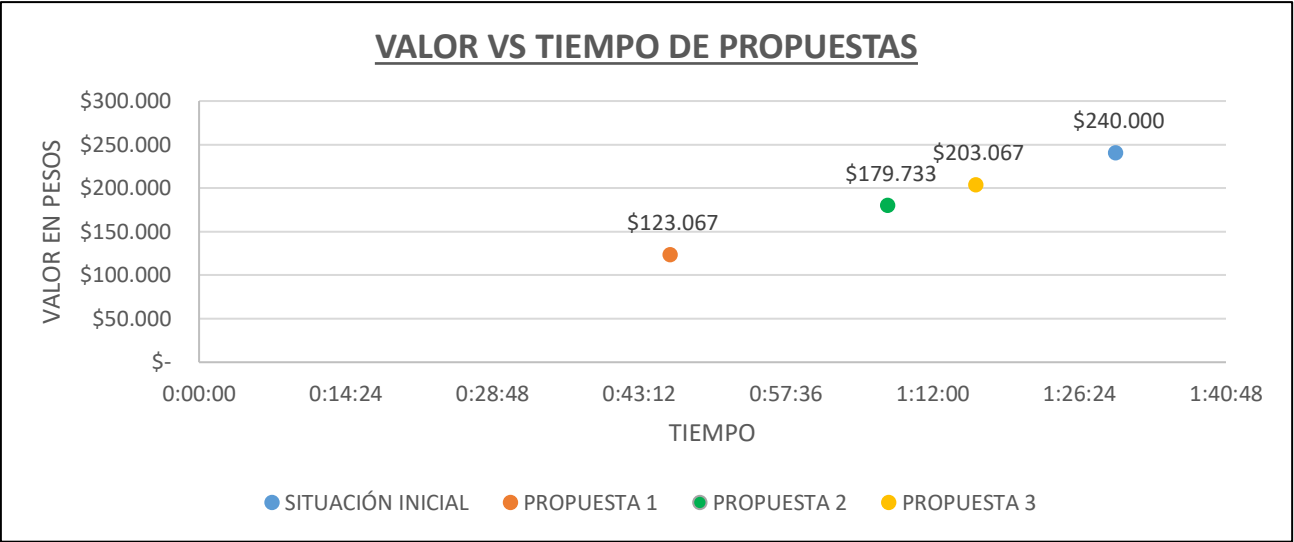


Gráfico 3-3:Valores Mantenimientos Preventivos - Propuesta 1,2 y 3.

Fuente: Elaboración propia

En Gráfico 3-3 se visualizan los valores de acuerdo con el tiempo de duración por cada propuesta por la relación que tiene el cliente con éste según lo mencionado anteriormente. Presenta una disminución de tiempo en las propuestas lo que es positivo, no obstante, al ser directamente proporcional disminuirá el valor, lo que es negativo, ya que no se busca disminuir las ganancias por cada servicio, se busca la disminución de los tiempos no efectivos en cada mantenimiento, manteniendo las ganancias y como se menciona al inicio de la sección no se tendrá una disminución de costos, pero esta disminución de tiempos se traduce en mayor disponibilidad de técnicos, lo que disminuirá los pendientes durante el mes de servicios, por ende, se evitan los pendientes y se aumenta la disponibilidad para mayor capacidad de clientes e incluso mayor rapidez de respuesta y llegada de técnicos a terreno por la disminución de tiempos en mantenimientos preventivos habituales y de esta forma un cumplimiento con mayor anterioridad de la agenda mensual.

3.3. FACTIBILIDAD DE MEJORAS

MEJORA PROPUESTA 1

En la primera mejora propuesta se tienen los siguientes tiempos totales:

- A. Tiempo inicial: 90 minutos.
- B. Tiempo con mejora propuesta: 46 minutos con 15 segundos.

La mejora cumple con la disminución de tiempos en la ejecución de tareas preventivas, no obstante, no se tiene respaldo que acredite el óptimo funcionamiento de la sala de bombas con una reducción en los tiempos de mantenimiento y dar la seguridad al cliente (esto considerando que la preocupación de cliente va en las ejecuciones en menor tiempo). La variación de tiempos se puede visualizar de forma gráfica en Gráfico 3-4 en la que se puede identificar las dos últimas que presentan bajas en sus tiempos, las cuales como se menciona en la presentación de la propuesta son de extensión de limpieza y el chequeo de sala de bombas que se realizaba con la finalidad de cumplir con los 90 minutos programados. Por último, al considerar las ganancias es una propuesta que presenta disminución en preferencia, debido a que sus ganancias descienden a los \$123.067, como se menciona se debe hacer de esta forma debido a no existir respaldo por la baja de tiempos en el mantenimiento.

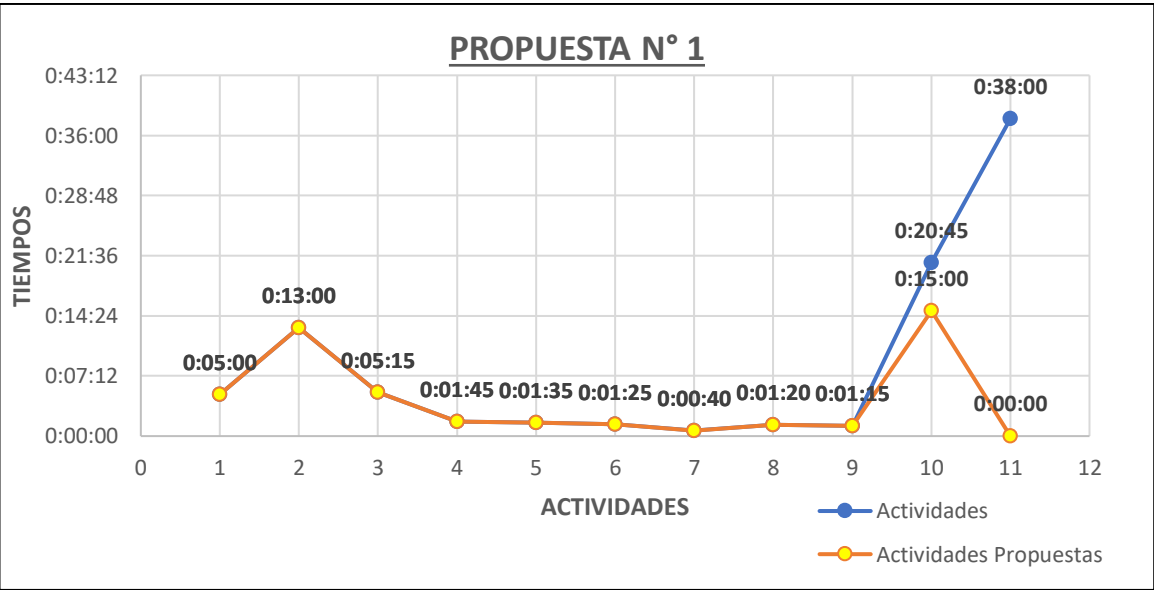


Gráfico 3-4: Factibilidad mejora propuesta 1.

Fuente: Elaboración propia

MEJORA PROPUESTA 2

En la segunda mejora propuesta se tienen los siguientes tiempos totales:

- A. Tiempo inicial: 90 minutos.
- B. Tiempo con mejora propuesta: 67 minutos con 40 segundos.

Se cumple con disminución de tiempos debido de paso a paso implementado, lo que se ve reflejado en Gráfico 3-5 con la variación de tiempos a lo largo de la numeración de actividades (de 1 al 11) debido al cambio de éstas, esto permite la reducción de tiempos por la disminución de tiempos no efectivos que se originan a partir de no tener un plan el cual seguir, por ende, tiene lugar los tiempos muertos en el que técnico debe volver a registrar información que les falta de actividades anteriores. En cuanto a las ganancias, no favorable, se tiene disminución de su ganancia a \$179.733 como consecuencia de la disminución de tiempo sin respaldo que acredite la correcta ejecución de mantenimiento más allá del funcionamiento óptimo del proceso de sala de bombas.

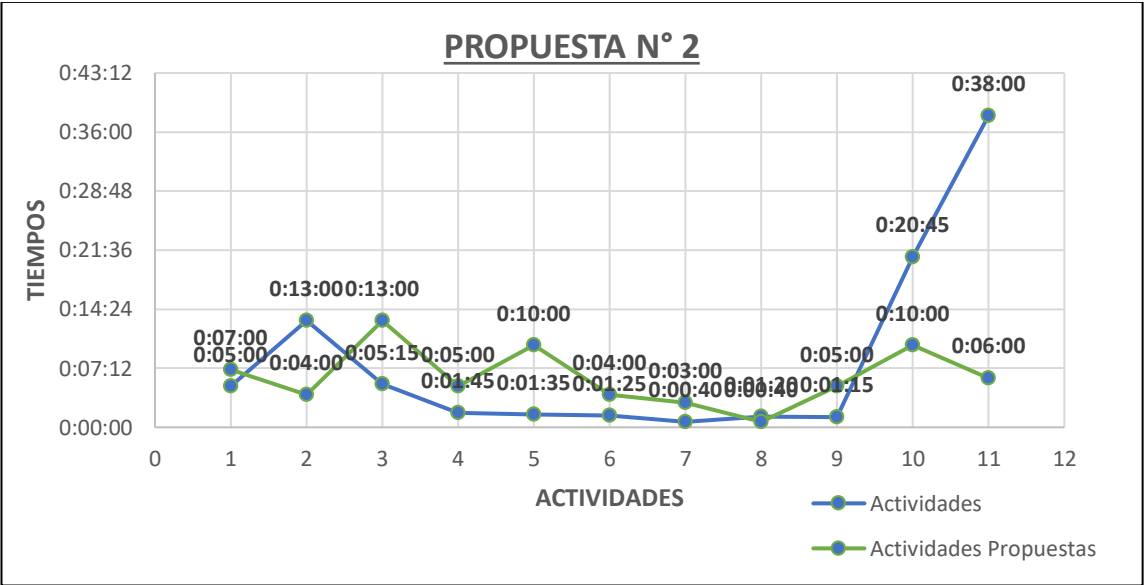


Gráfico 3-5: Factibilidad mejora propuesta 2.

Fuente: Elaboración propia

MEJORA PROPUESTA 3

En la Tercera mejora propuesta se tienen los siguientes tiempos totales:

- A. Tiempo inicial: 90 minutos.
- B. Tiempo con mejora propuesta: 76 minutos con 15 segundos.

Se mantiene paso a paso realizado por técnico y se respeta el tiempo que tarda en realizar mantenimiento preventivo, el cual está por debajo de lo que debería durar, a esto se le realiza modificaciones en las últimas actividades que vendría siendo la eliminación de extensión de limpieza, es decir, debe ejecutar una limpieza normal con los tiempos que ésta conlleva y el tiempo que resta se utilizará 30 minutos en la elaboración e informe (ver en Gráfico 3-6), el cual como se menciona en presentación de propuesta se tendrá un informe base, por ende, deberá ir cambiando solo datos variables. Considerando estos cambios y elaboración de informe se sigue cumpliendo con lo que se busca en un principio, reducción de tiempos, lo cual se respalda y a la vez mejora la calidad del servicio con la implementación de informes para respaldar cada mantenimiento.

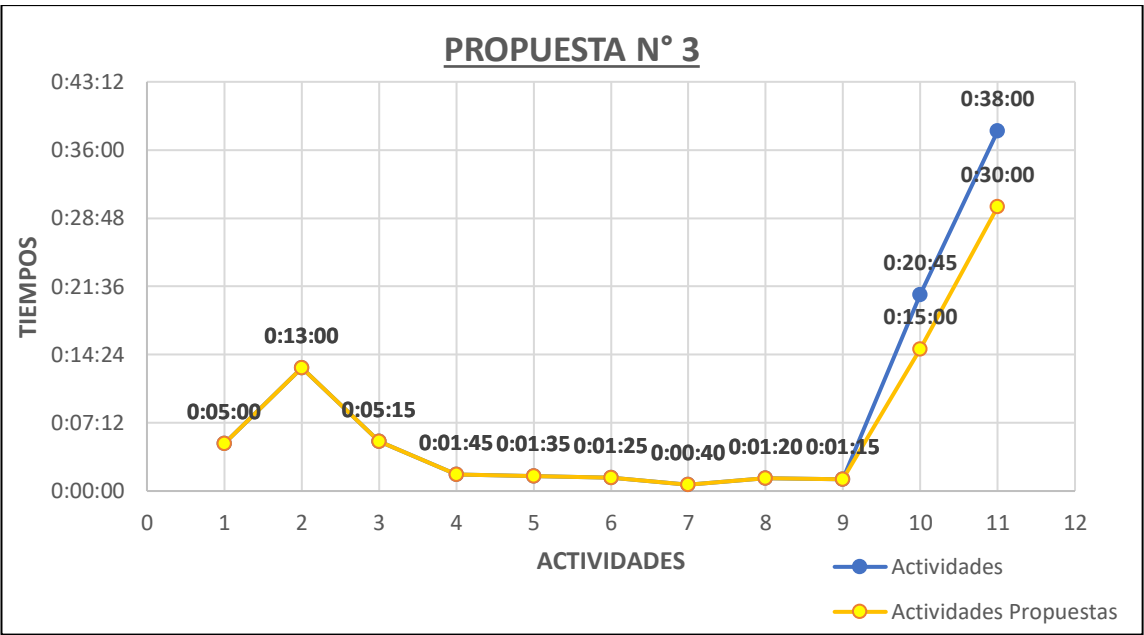


Gráfico 3-6: Factibilidad mejora propuesta 3.

Fuente: Elaboración propia

Debido a la baja de valores, se realiza ajuste en cuanto a valor de mejora propuesta n° 3 en Gráfico 3-7, dejando en un valor de \$240.000 al igual que la situación inicial, esto se establece así ya que la propuesta escogida para el ajuste cumple con lo planteado en un principio en el desarrollo de la metodología, lo que sería la única que presenta:

- A. Disminución de tiempos no efectivos.
- B. Aumento de tiempos efectivos.
- C. Implementación de nuevas metodologías.
- D. Mejora en la calidad de servicio.
- E. Por último, se mantienen las ganancias respetando el ajuste mencionado.

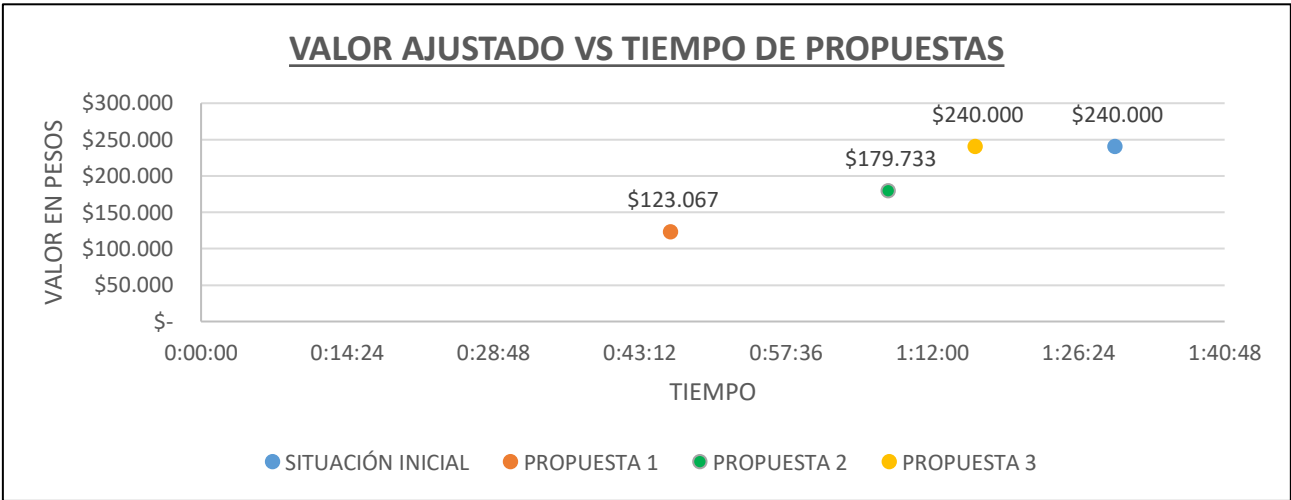


Gráfico 3-7: Valores Ajustados mantenimiento preventivo - Propuesta 1,2 y 3.

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se cumple con objetivos planteados al inicio del proyecto, en los que se establece (de principio a fin) la problemática en conjunto al diagnóstico de la empresa, el que da paso para estimar los tiempos perdidos durante el mantenimiento preventivo a sala de bombas, lo que se logra realizar con grabaciones previas para dar paso a la implementación de la metodología SMED y a su vez proponer mejoras, las cuales se evaluaron de acuerdo a sus tiempos y la ganancia por cada una de ellas, comprobando también su factibilidad, lo que da como resultado tres mejoras de las que una de ellas sobresale debido a su reducción de tiempos perdidos y la posibilidad de implementar un nuevo método de respaldo de mantenimiento preventivo con el cliente (Administrador y Conserje o Mayordomo depende del caso) lo que da una mejoría en la calidad del servicio, ya que uno de los motivos de los testimonios por el cliente es que al no tener un mejor respaldo en cuanto a la formalidad solo se basan en un buen mantenimiento por el tiempo en el que dura éste. Es por lo mencionado, que la mejora 3 propuesta es la que se acomoda más a los beneficios de la empresa; reduce tiempos no efectivos y aumento tiempos efectivos teniendo percusión en mayor disponibilidad de técnicos, mantiene ganancias y costos, por último, mejora el servicio con implementación de nuevas metodologías. Se recomienda, complementar la mejora con un levantamiento a bolso de herramientas, de esta forma poder realizar dos acciones:

- A. Orden y controlar el exceso de peso en bolso de herramientas.
- B. Mantener herramientas a utilizar para mantenimientos preventivos en óptimas condiciones de trabajo.

Otra recomendación, de acuerdo con la mejora seleccionada con mayores beneficios es la implementación de informes para respaldar los mantenimientos preventivos informando a cada cliente con cambios en la programación y notificando los informes por el medio según se acuerde, idealmente por correo, al finalizar cada mantenimiento, es decir, llevarán control inmediato de los servicios se contratan con la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- Gryna, Frank M; Método Juran, Análisis y planeación de la calidad; Editorial Mc Graw Hill.
- Hitpass, Bernhard, BPM Fundamentos y Conceptos de Implementación, BPM Center.
- Freund, Jakob; Rucker, Bernd; Hitpass, Bernhard; BPMN 2.0
- Bravo, Juan; Gestión de Procesos, Editorial Evolución
- ISO 9001:2015. Elaboración de Procesos.
- Solutions Consulting Learning S.A de C.V. Manual del Participante – Smed Single Minut Exchange of DIE.

A. ANEXO A: PARTES DE BOMBA VERTICAL MULTIETAPAS

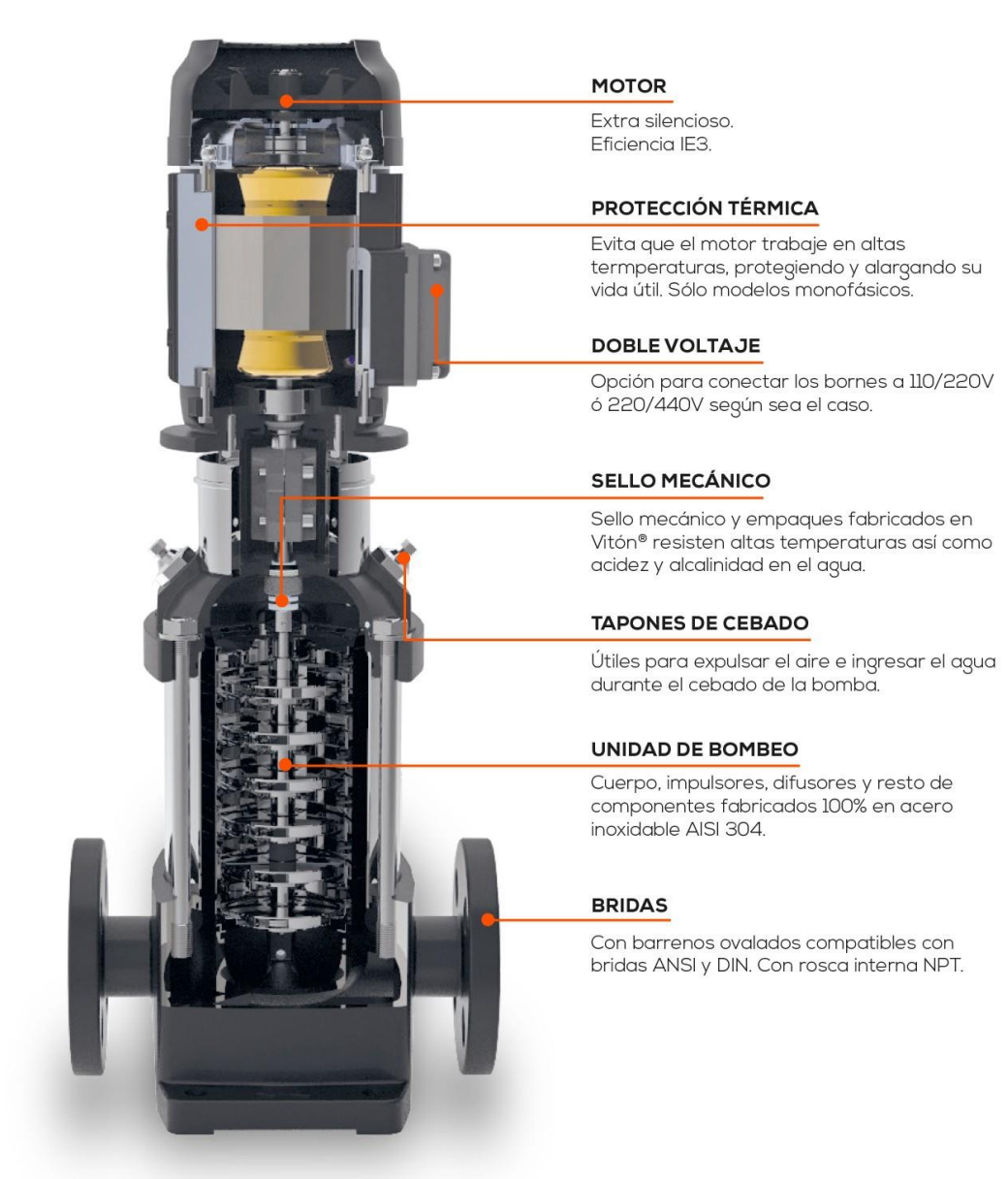


Figura A-1: Partes de Bomba Vertical Multietapa.

Fuente: Empresa EVANS.

B. ANEXO B: PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO PROMANT SPA

Tabla B-1: Anexo A - Protocolo de prueba Grupo electrógeno.

PROTOCOLO DE PRUEBAS GRUPO ELECTRÓGENO				
Nombre Técnico				
Fecha				
Parámetros Estáticos				
	Óptimo	Deficiente	Corregido	Observaciones
Nivel de Refrigerante				
Nivel de Petróleo				
Nivel de Aceite				
Nivel Electrolito Batería				
Inspección de Correas				
Inspección de Calefactor				
Inspección Filtro de Aire				
Revisión de Mangueras				
Carga de Batería				
Reapriete Bornes de Batería				
Mantenedor de Batería				
Inspección Tablero Eléctrico				
Inspección Parada Emergencia				
Inspección Breaker				
Parámetros Dinámicos				
	Medida	Óptimo	Deficiente	Observaciones
RPM Motor				
Frecuencia Generador [Hz]				
Temperatura Refrigerante [°C]				
Presión de Lubricación [bar]				
Carga de Batería [Volt]				
Pruebas Dinámicas				
	Medida	Óptimo	Deficiente	Observaciones
Tensión Fases				
Tensión L1-L2 [Volt]				
Tensión L2-L3 [Volt]				
Tensión L3-L1 [Volt]				
Tensión Fase Neutro				
Tensión L1-N [Volt]				
Tensión L2-N [Volt]				
Tensión L3-N [Volt]				
Prueba de Transferencia Automática				
	Medida	Óptimo	Deficiente	Observaciones
Tiempo de Transferencia [Seg]				
Tiempo Enfriamiento Motor [Seg]				
Observaciones				

Fuente: Elaboración propia

Tabla B-2: Protocolo de pruebas Sala de Bombas.

PROTOCOLO DE PRUEBAS SALA DE BOMBAS						 PROMANT MANTENIMIENTO Y SERVICIOS SALAS DE CALDERAS • SALAS DE BOMBAS GENERADORES • INSTALACIONES DE GAS	
Nombre Técnico							
Fecha							
BOMBAS PRINCIPALES	Bomba 1	Bomba 2	Bomba 3	Bomba 4	Bomba 5	Bomba 6	
Amp. Nominal							
Amp. Real							
Rodamientos							
Sellos							
Limpieza Externa							
PRESIÓN DE TRABAJO	Medida	Optimo	Deficiente	Observaciones			
Presostato							
Variador de Frecuencia							
ESTANQUE DE AGUA	Estanque 1	Estanque 2	Estanque 3	Observaciones			
Sensor Llenado							
Sensor Vacío							
Alarma Exceso Nivel							
Válvula Solenoide							
Estado Limpieza							
ESTANQUE HIDRONEUMÁTICO	Estanque 1	Estanque 2	Estanque 3	Observaciones			
Presión Nominal							
Presión Carga							
Estado Membrana							
TABLERO ELÉCTRICO	Medida	Optimo	Deficiente	Observaciones			
Voltaje Trifásico Prom.							
Voltaje Monofásico Prom.							
Contactores							
Relés Térmicos							
PLC							
Apriete General							
Limpieza							
BOMBAS SENTINA	Medida	Optimo	Deficiente	Observaciones			
Amp. Nominal							
Amp. Real							
Válvula Retención							
Sensor Nivel							
Estado Pozo							
OTROS COMPONENTES	Optimo	Deficiente	Corregido	Observaciones			
Válvulas Bola							
Juntas Dilatación							
Válvulas Retención							
Filtros Tipo "Y"							
Manómetro							
OBSERVACIONES							

Fuente: Elaboración propia

Tabla B-3: Protocolo de pruebas a Sala de Calderas, parte 1.

PROTOCOLO DE PRUEBAS SALA DE CALDERAS					 PROMANT MANTENIMIENTO Y SERVICIOS *SALAS DE CALDERAS *SALAS DE BOMBAS *GENERADORES *INSTALACIONES DE GAS	
Nombre Técnico						
Fecha						
CALDERAS	Caldera 1	Caldera 2	Caldera 3	Caldera 4	Observaciones	
Cámara de Combustión						
Turbuladores						
Refractarios						
Controles						
Termómetro						
Manómetro						
Medición CO Ambiente						
Tº Descarga Gases						
QUEMADOR	Caldera 1	Caldera 2	Caldera 3	Caldera 4	Observaciones	
Control de la Llama						
Cabezal de Combustión						
Electrodo de Encendido						
Sonda del Sensor de Llama						
Válvula Gas						
Mezclador Aire/gas						
Ventilador						
Caja de Control con Luz Piloto						
Pulsador de Desbloqueo						
Contactador						
Fusible						
CIRCUITO GAS	Optimo	Deficiente	Corregido	Observaciones		
Llaves de Paso Gas						
Manómetros						
Inspección Fugas de Gas						
Presión Gas						
INTERCAMBIADORES DE CALOR	Medida	Optimo	Deficiente	Observaciones		
Tº Ingreso Agua Caldera						
Tº Salida Agua Caldera						
Tº Ingreso Agua Sanitaria						
Tº Salida Agua Sanitaria						
Inspección Filtraciones						
ACUMULADORES DE AGUA	Medida	Optimo	Deficiente	Observaciones		
Inspección Estado General						
Inspección Válvula Seguridad						
BOMBAS PRINCIPALES	Bomba 1	Bomba 2	Bomba 3	Bomba 4	Bomba 5	Bomba 6
Amp. Nominal						
Amp. Real						
Rodamientos						
Sellos						
Limpieza Externa						

Fuente: Elaboración propia

Tabla B-6: Protocolo de prueba Sala de Bombas ejecutado en grabación.

PROTOCOLO DE PRUEBAS SALA DE BOMBAS <i>Cormoran "B"</i>						
Nombre Técnico	<i>Martin Gisberto</i>					
Fecha	<i>28/09/22</i>					
BOMBAS PRINCIPALES						
	Bomba 1	Bomba 2	Bomba 3	Bomba 4	Bomba 5	Bomba 6
Amp. Nominal	<i>21A</i>	<i>21A</i>	<i>21A</i>	<i>21A</i>		
Amp. Real	<i>7,35A</i>	<i>7,65A</i>	<i>8,61A</i>	<i>7,20A</i>		
Rodamientos	☒	☒	☒	☒		
Sellos	☒	☒	☒	☒		
Limpieza Externa	☒	☒	☒	☒		
PRESIÓN DE TRABAJO						
	Medida	Optimo	Deficiente	Observaciones		
Presostato	<i>0</i>	☒				
Variador de Frecuencia	<i>9,4/10</i>	☒				
ESTANQUE DE AGUA						
	Estanque 1	Estanque 2	Estanque 3	Observaciones		
Sensor Llenado	☒	☒				
Sensor Vacío	☒	☒				
Alarma Exceso Nivel	☒	☒				
Válvula Solenoide	☒	☒				
Estado Limpieza	☒	☒		<i>Presenta Roto Acusado</i>		
ESTANQUE HIDRONEUMÁTICO						
	Estanque 1	Estanque 2	Estanque 3	Observaciones		
Presión Nominal	<i>110 Psi</i>	<i>110 Psi</i>				
Presión Carga	<i>107 Psi</i>	<i>107 Psi</i>				
Estado Membrana	☒	☒				
TABLERO ELÉCTRICO						
	Medida	Optimo	Deficiente	Observaciones		
Voltaje Trifásico Prom.	<i>383V</i>	☒		<i>Automatismo trifásico</i>		
Voltaje Monofásico Prom.	<i>219V</i>	☒		<i>no funciona con 2</i>		
Contactores		☒		<i>fases Solamente (A, B, H, V - T 10</i>		
Relés Térmicos		☒		<i>C50)</i>		
PLC		☒				
Apriete General		☒				
Limpieza		☒				
BOMBAS SENTINA						
	Medida	Optimo	Deficiente	Observaciones		
Amp. Nominal	<i>~</i>	<i>~</i>				
Amp. Real	<i>~</i>	<i>~</i>				
Válvula Retención		☒				
Sensor Nivel		☒				
Estado Pozo		☒				
OTROS COMPONENTES						
	Optimo	Deficiente	Corregido	Observaciones		
Válvulas Bola	☒					
Juntas Dilatación	☒					
Válvulas Retención	☒					
Filtros Tipo "Y"	☒					
Manómetro	☒					
OBSERVACIONES						

Fuente: Elaboración por técnico de Promant SpA.

C. ANEXO C: PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS PROMANT SPA

Tabla C-1: Programación de mantenimientos preventivos Promant SpA,

MES: PLANILLA GRAL.				Sala de calderas		Sala de bombas		Grupo electrógeno		Extractores						
Edificio	Periodicidad	Sector	Tipo	Aplica	Tiempo	Aplica	Tiempo	Aplica	Tiempo	Aplica	Tiempo	Torres	Total	Nº Día	Fecha	Realizado SI/NO
EDIFICIO MAR DEL SUR TORRE II G.E.	Trimestral 3	1	C					Si	1			1	1:00:00	2	06-09	SI
EDIFICIO MAR DEL SUR TORRE II	Mensual	1	C			Si	1,5					1	1:30:00	2	06-09	SI
EDIFICIO DON PIETRO	Bimestral 1	1	A			Si	1					1	1:00:00			SI
EDIFICIO NUEVA LAS ROSAS	Trimestral 3	1	B			Si	1,25					1	1:15:00			
EDIFICIO FERMÍN VIVACETA	Mensual	1	B			Si	1,25					1	1:15:00	2	06-09	SI
EDIFICIO VISTALEGRE	Bimestral 1	1	B	Si	1,33	Si	1,25					1	2:34:48	2	06-09	SI
EDIFICIO PELICANOS	Mensual	2	B	Si	1,33	Si	1,25	Si	0,75			1	3:19:48	1	05-09	SI
EDIFICIO TRIWE	Bimestral 1	3	B			Si	1,25					1	1:15:00			SI
EDIFICIO PARQUE LOS CASTAÑOS	Mensual	4	B			Si	1,25	Si	0,75	Si	0,5	1	2:30:00		12-09	SI
EDIFICIO MIRADOR RIOJA	Mensual	4	B	Si	1,33	Si	1,25	Si	0,75			1	3:19:48	1	05-09	SI
EDIFICIO VISTA ORIENTE	Mensual	4	B					Si	0,75			1	0:45:00			SI
EDIFICIO ARAUCARIA	Mensual	5	A			Si	1					1	1:00:00			
EDIFICIO REINA VICTORIA 2	Mensual	5	A	Si	1	Si	1	Si	0,5			1	2:30:00			SI
EDIFICIO ACACIAS	Mensual	6	B	Si	1,33	Si	1,25	Si	0,75			1	3:19:48			SI
EDIFICIO VISTA MACKENA	Trimestral 3	6	B			Si	1,25					1	1:15:00	3	08-09	SI
EDIFICIO LAS CARACOLAS	Mensual	7	B	Si	1,33	Si	1,25	Si	0,75			1	3:19:48	3	08-09	SI
EDIFICIO MIRADOR DE RECREO	Mensual	7	C	Si	1,66							1	1:39:36	3	08-09	SI
EDIFICIO ALTAVISTA	Mensual	7	B			Si	1,25	Si	0,75			1	2:00:00			SI
EDIFICIO VISTA RECREO	Trimestral 3	7	B			Si	1,25					1	1:15:00			SI
RESIDENCIA JORGE YARUR	Trimestral 3	8	C	Si	1,66							1	1:39:36			
EDIFICIO PANORÁMICO OCEANO	Mensual	9	B			Si	1,25	Si	0,75	Si	0,5	1	2:30:00			SI
EDIFICIO BALAGUER	Mensual	11	C	Si	1,66							1	1:39:36			SI
EDIFICIO ALTO LILENES	Mensual	12	C			Si	1,5					1	1:30:00		15-09	SI
CONDOMINIO CORMORAN II Y III	Mensual	12	C			Si	1,5	Si	1	Si	0,67	2	6:20:24			
EDIFICIO BALMACEDA	Bimestral 1	12	B			Si	1,25									SI
EDIFICIO AMIRA	Trimestral 3	12	C					Si	1			1	1:00:00			SI
CONDOMINIO MONTESOL 3	Mensual	13	B	Si	1,33	Si	1,25					3	7:44:24			SI

Fuente: Elaboración propia.

D. ANEXO D: IMÁGENES DE LAYOUT SALA DE BOMBAS TORRE B
CONDOMINIO CORMORÁN II Y III



Figura D-1: Bombas y Estanques Hidroneumáticos.
Fuente: Elaboración propia

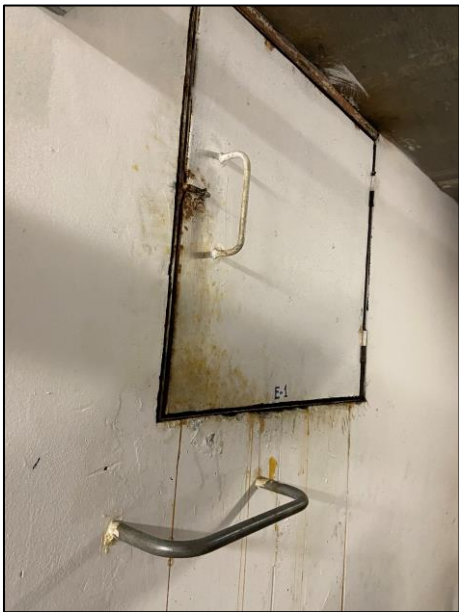


Figura D-2: Ingreso Estanque de Agua 1.
Fuente: Elaboración propia



Figura D-3: Tablero eléctrico.

Fuente: Elaboración propia



Figura D-4: Sensores de nivel, Estanque de Agua.

Fuente: Elaboración propia

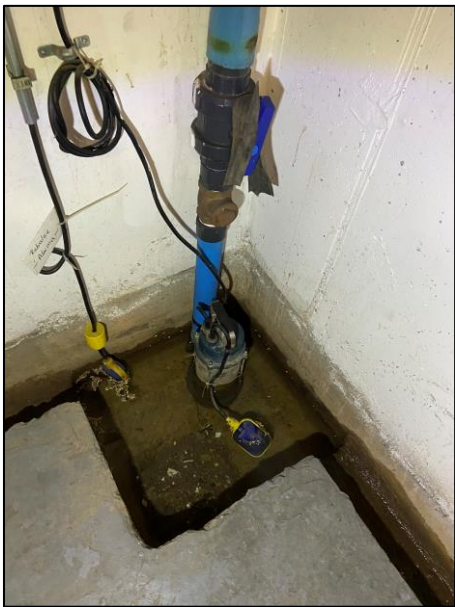


Figura D-5: Bomba sumergible.

Fuente: Elaboración propia



Figura D-6: Sala de Bombas.

Fuente: Elaboración propia

E. ANEXO E: MAPA DE PROCESOS

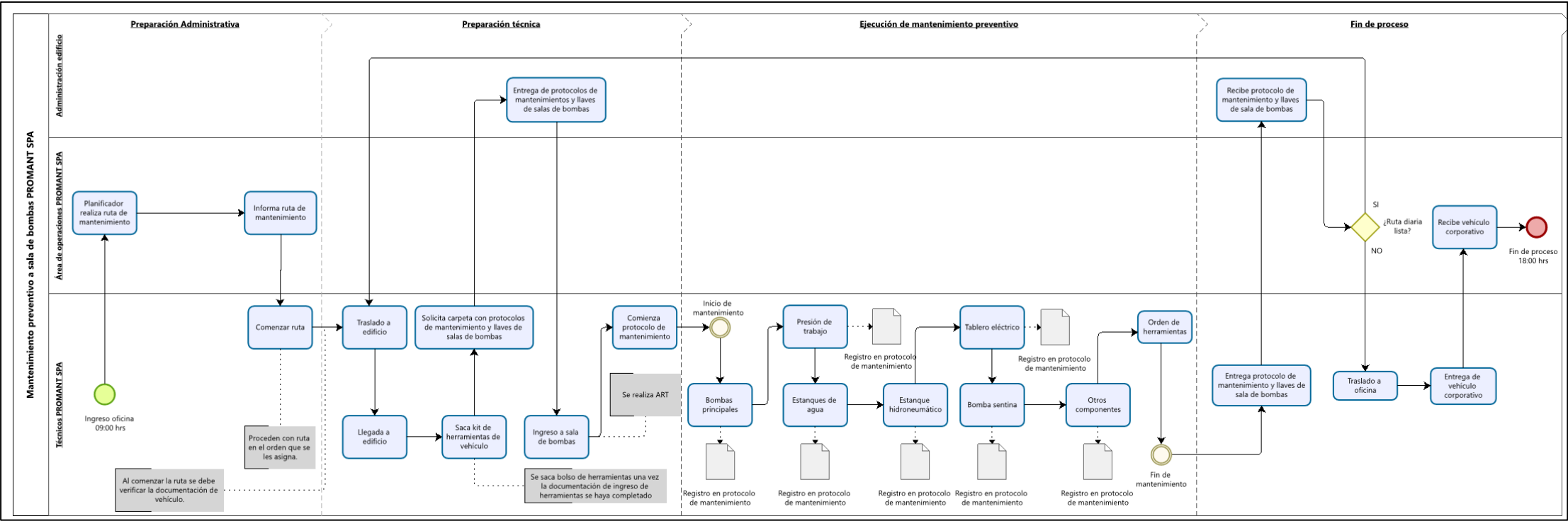


Diagrama E-1: Mapa de procesos, situación entregada en reunión de expertos.

Fuente: Elaboración propia

F. ANEXO F: DETALLE DE TIEMPOS EFECTIVOS ESTIMADOS DE MEJORAS PROPUESTAS

Tabla F-1: Tiempos efectivos y no efectivos, situación inicial.

SITUACIÓN INICIAL	
Tiempo no productivo	0:06:25
Tiempo extensión limpieza	0:05:45
Tiempo cumplimiento programación	0:38:00
TIEMPO NO EFECTIVO TOTAL	0:50:10
TIEMPO EFECTIVO	0:39:50
TIEMPO TOTAL	1:30:00

Fuente: Elaboración propia

Tabla F-2: Tiempos efectivos y no efectivos, propuesta 1.

PROPUESTA 1	
Tiempo no productivo	0:06:25
Tiempo extensión limpieza	0:05:45
Tiempo cumplimiento programación	0:00:00
TIEMPO NO EFECTIVO TOTAL	0:12:10
TIEMPO EFECTIVO	0:34:05
TIEMPO TOTAL	0:46:15

Fuente: Elaboración propia

Tabla F-3: Tiempos efectivos y no efectivos, propuesta 2.

PROPUESTA 2	
Tiempo no productivo	0:06:25
Tiempo extensión limpieza	0:00:00
Tiempo cumplimiento programación	0:00:00
TIEMPO NO EFECTIVO TOTAL	0:06:25
TIEMPO EFECTIVO	1:01:15
TIEMPO TOTAL	1:07:40

Fuente: Elaboración propia

Tabla F-4: Tiempos efectivos y no efectivos, propuesta 3.

PROPUESTA 3	
Tiempo no productivo	0:06:25
Tiempo extensión limpieza	0:00:00
Tiempo cumplimiento programación	0:00:00
TIEMPO NO EFECTIVO TOTAL	0:06:25
TIEMPO EFECTIVO	1:09:50
TIEMPO TOTAL	1:16:15

Fuente: Elaboración propia

G. ANEXO G: DETALLE DE VALORES POR MANTENIMIENTO DE MEJORAS PROPUESTAS

Tabla G-1: Valor mantenimiento, situación inicial.

SITUACIÓN INICIAL		
Ítem	Valor	
Mantenimiento preventivo mensual	\$	240.000

Fuente: Elaboración propia

Tabla G-2: Valor mantenimiento, Propuesta 1.

PROPUESTA 1		
Ítem	Valor	
Mantenimiento preventivo mensual	\$	123.067

Fuente: Elaboración propia

Tabla G-3: Valor mantenimiento, Propuesta 2.

PROPUESTA 2		
Ítem	Valor	
Mantenimiento preventivo mensual	\$	179.733

Fuente: Elaboración propia

Tabla G-4: Valor mantenimiento, Propuesta 3.

PROPUESTA 3		
Ítem	Valor	
Mantenimiento preventivo mensual	\$	203.067

Fuente: Elaboración propia

Tabla G-5: Valor mantenimiento, Propuesta 3 - Ajustada.

PROPUESTA 3 - AJUSTADA		
Ítem	Valor	
Mantenimiento preventivo mensual	\$	240.000

Fuente: Elaboración propia