

Instituto Tecnológico de Costa Rica.  
Escuela de Ingeniería Electromecánica.  
Ingeniería en Mantenimiento Industrial.



Hotel San José Costa Rica Marriott

Diseño de un modelo de gestión de mantenimiento para el departamento de  
Ingeniería del hotel San José Costa Rica Marriott.

Informe de práctica de especialidad para optar por el título de ingeniero en  
mantenimiento industrial, grado licenciatura.

Harold Yamil Monge Martínez.

Cartago, Costa Rica

II Semestre 2017.



- Engineering Canadian Accreditation Board  
Carrera evaluada y acreditada por: **ECAB**

**Profesor guía:** Ing. Manuel Badilla Sánchez.

**Asesor Industrial:** Ing. Osvaldo Sandí Miranda.

**Tribunal examinador:** Ing. Rodolfo Elizondo

Ing. Manuel Centeno

### **Información del estudiante**

**Nombre:** Harold Monge Martínez

**Cédula:** 1-1540-0514.

**Carné TEC:** 201271802

**Dirección de residencia en época lectiva:** Cartago, La Unión, San Juan, residencial Torres del Este, casa B-13

**Dirección de residencia en época no lectiva:** Cartago, La Unión, San Juan, residencial Torres del Este, casa B-13

**Teléfono:** (+506) 8883-4695

**Email:** haroldmoma@gmail.com

### **Información del proyecto**

**Nombre del proyecto:** Diseño de un modelo de gestión de mantenimiento para el departamento de Ingeniería del hotel San José Costa Rica Marriott.

**Profesor asesor:** Ing. Manuel Badilla Sánchez.

**Horario de trabajo del estudiante:** martes a viernes: 8:00 a.m. a 6:00p.m.  
Sábados: 7:00 a.m. a 3:00 p.m.

### **Información de la empresa**

**Nombre:** Hotel San José Costa Rica Marriott

**Zona:** Belén, Heredia

**Dirección:** 700 metros al oeste de Bridgestone/Firestone, la Ribera de Belén, Heredia, Costa Rica

**Teléfono:** (+506) 2298-0000

**Actividad principal:** Hotelería

## **Dedicatoria**

*A mis padres Harold y Alejandra, por haberme apoyado en todo momento, aconsejarme y motivarme en este largo proceso.*

*A mis hermanas Stephanie y Katherine, de igual forma, siempre me motivaron y me ayudaron en todo lo que necesite hasta este momento.*

## **Agradecimientos**

*Al Ing. Osvaldo Sandí, por haberme brindado la confianza, motivación y ayuda en este proyecto. Además de agradecerle por darme la oportunidad de ser del equipo de Ingeniería del Hotel San José Costa Rica Marriott.*

*Al Ing. Manuel Badilla, por ayudarme a realizar este proyecto. Por sus consejos acertados y su apoyo en todo momento.*

## Índice General

Información del estudiante .....	ii
Información del proyecto .....	ii
Información de la empresa .....	ii
Resumen .....	xvii
Abstract .....	xviii
1. Capítulo I Introducción .....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Identificación de la empresa.....	2
1.2.1 Misión .....	4
1.2.2 Visión.....	4
1.2.3 Valores .....	4
1.2.4 Descripción del proceso productivo .....	6
1.2.5 Organigrama de la empresa .....	7
1.2.6 Departamento de Ingeniería .....	8
2. Capítulo II Definición del problema .....	10
2.1 Definición del problema.....	10
2.2 Objetivos .....	13
2.2.1 Objetivo general.....	13
2.2.2 Objetivos específicos.....	13
2.3 Justificación del proyecto .....	14
2.4 Alcances.....	15
2.5 Limitaciones .....	16
2.6 Metodología .....	17

3. Capítulo III Evaluación de la situación actual del mantenimiento en el hotel San José Costa Rica Marriott .....	18
3.1 Diagnóstico del mantenimiento .....	18
3.2 Comisión Venezolana de Normas Industriales (Covenin) .....	18
3.3 Definiciones.....	18
3.4 Escala de calificación .....	20
3.5 Resultados de la evaluación de la norma COVENIN 2500-93 .....	22
3.5.1 Organización de la empresa.....	22
3.5.2 Organización de mantenimiento .....	23
3.5.3 Planificación del mantenimiento .....	24
3.5.4 Mantenimiento rutinario .....	25
3.5.5 Mantenimiento programado.....	26
3.5.6 Mantenimiento circunstancial .....	27
3.5.7 Mantenimiento correctivo.....	28
3.5.8 Mantenimiento preventivo.....	29
3.5.9 Mantenimiento por avería .....	30
3.5.10 Personal de mantenimiento.....	31
3.5.11 Apoyo logístico .....	32
3.5.12 Recursos .....	33
3.5.13 Resumen de la evaluación .....	34
3.5.14 Propuesta de mejora con del modelo de gestión de mantenimiento	
37	
4. Capítulo IV Establecimiento de los indicadores de clase mundial para el departamento para el hotel San José costa rica Marriott .....	38
4.1 Introducción.....	38

4.2	Norma VDI-2893 .....	38
4.3	Indicador de clase mundial.....	39
4.4	Cuadro de Mando Integral (CMI).....	39
4.4.1	Perspectivas del CMI.....	40
4.4.2	Importancia y relación del CMI con el mantenimiento .....	42
4.4.3	Pasos para la implementación de un CMI .....	42
4.5	Propuesta de diseño de Cuadro de Mando Integral para el Hotel San José Costa Rica Marriott .....	43
4.5.1	Metodología.....	43
4.5.2	Misión y visión del departamento.....	44
4.5.3	Análisis FODA .....	44
4.5.4	Definición de objetivos.....	46
4.5.5	Mapa estratégico .....	48
4.5.6	Determinación de los indicadores.....	49
4.5.7	Frecuencia de la toma de datos.....	51
4.5.8	Codificación de los indicadores .....	51
4.5.9	Descripción de los indicadores .....	51
4.5.10	Unidad de medida .....	52
4.5.11	Fuente de captura de datos.....	52
4.5.12	Responsables.....	52
4.5.13	Metas.....	52
4.5.14	Balanced Scored Card propuesto .....	53
5.	Capítulo V Planes de mantenimiento para los equipos.....	54
5.1	Historia del mantenimiento.....	54
5.2	Análisis de criticidad.....	56

5.3	Análisis de Pareto .....	57
5.4	Equipos seleccionados.....	58
5.4.1	Análisis de criticidad por áreas .....	60
5.4.2	Análisis de criticidad de casa máquinas .....	61
5.4.3	Análisis de resultados.....	62
5.4.4	Lista de equipos.....	63
5.5	Selección del plan de mantenimiento para cada equipo .....	68
5.5.1	Análisis del mantenimiento actual de los equipos críticos .....	69
5.5.2	Planes de mantenimiento propuestos.....	72
6.	Capítulo VI Modelo de gestión de mantenimiento .....	74
6.1	Modelo de gestión de mantenimiento.....	74
6.2	Norma ISO 9001:2000 .....	75
6.3	Componentes del modelo de gestión de mantenimiento del hotel Marriott	
	77	
6.3.1	Planificación.....	77
6.3.2	Control y mejora .....	78
6.3.3	Procesos de soporte.....	78
6.3.4	Ejecución del mantenimiento.....	79
6.3.5	Entorno .....	79
6.3.6	Departamento de Ingeniería .....	80
6.3.7	Satisfacción: Huésped .....	80
6.3.8	Hotel Marriot .....	80
6.3.9	Responsabilidades .....	81
6.3.10	Transcendent .....	81
6.4	Modelo de gestión de mantenimiento para el hotel Marriott.....	82

7.	Capítulo VII Análisis financiero de la viabilidad del proyecto.....	83
7.1	Análisis del costo de las fallas.....	83
7.2	Costo mano de obra.....	87
7.3	Costos materiales para cada equipo.....	87
7.4	Costos consumibles.....	88
7.5	Costos totales del proyecto.....	88
7.6	Ahorro en reparaciones.....	88
7.7	Análisis financiero del proyecto.....	89
8.	Capítulo VIII Implementación del proyecto.....	90
8.1	Transcendent.....	90
8.1.1	Funcionamiento.....	91
8.2	Implementación de planes de mantenimiento.....	91
9.	Capítulo IX Resultados obtenidos.....	92
10.	Capítulo X Conclusiones.....	94
11.	Capítulo XI Recomendaciones.....	95
12.	Capítulo XII Bibliografía.....	96
13.	Capítulo XIII Anexos.....	99
13.1	Anexo 1: Mantenimiento propuesto para el planchador.....	99
13.2	Anexo 2: Mantenimiento bombas de alimentación caldera.....	103
13.3	Anexo 3: Mantenimiento bombas de jacuzzi.....	104
13.4	Anexo 4: Mantenimiento bombas de piscina.....	105
13.5	Anexo 5: Mantenimiento bombas alimentación tanques de agua caliente	106
13.6	Anexo 6: Informes mantenimiento planchador.....	107
13.7	Anexo 7: Informes mantenimiento bombas de jacuzzi.....	110

13.8	Anexo 8: Informes mantenimiento bombas de piscina.....	112
13.9	Anexo 9: Interfaz de Transcendent .....	115
13.10	Anexo 10: Implementación inspección bombas de alimentación calderas 118	
13.11	Anexo 11: Implementación inspección bomba de alimentación tanques de agua caliente .....	120
13.12	Anexo 12: Implementación del registro de fallas.....	122

## Índice de Figuras

Figura 1-1 Fachada Hotel San José Costa Rica Marriott. ....	2
Figura 1-2 Patio Central Hotel San José Costa Rica Marriott.....	3
Figura 1-3 Piscina del Hotel San José Costa Rica Marriott.....	3
Figura 1-4 Activos más robustos Hotel San José Costa Rica Marriott. ....	6
Figura 1-5 Organigrama del Hotel San José Costa Rica Marriott.....	7
Figura 1-6 Organigrama del departamento de ingeniería.....	9
Figura 3-1 Análisis de la organización de la empresa. ....	22
Figura 3-2 Análisis de la organización del mantenimiento. ....	23
Figura 3-3 Análisis de la planificación del mantenimiento. ....	24
Figura 3-4 Análisis del mantenimiento rutinario.....	25
Figura 3-5 Análisis del mantenimiento programado. ....	26
Figura 3-6 Análisis del mantenimiento circunstancial.....	27
Figura 3-7 Análisis del mantenimiento correctivo. ....	28
Figura 3-8 Análisis del mantenimiento preventivo. ....	29
Figura 3-9 Análisis del mantenimiento por avería. ....	30
Figura 3-10 Análisis del personal de mantenimiento.....	31
Figura 3-11 Análisis del apoyo logístico. ....	32
Figura 3-12 Análisis de los recursos. ....	33
Figura 3-13 Resumen de las áreas de evaluación. ....	35
Figura 3-14 Madurez del departamento de ingeniería del Hotel San José Costa Rica Marriott. ....	36
Figura 4-1 Perspectivas del cuadro de mando integral. ....	41

Figura 4-2 Proceso elaboración de un cuadro de mando integral.....	43
Figura 4-3 Análisis FODA.....	45
Figura 4-4 Mapa estratégico.....	48
Figura 5-1 División de áreas propuesta para análisis de criticidad.....	58
Figura 5-2 Niveles lista de equipos. ....	63
Figura 6-1 Modelo de gestión de mantenimiento basado en la norma ISO 9001:2000. .....	76
Figura 6-2 Modelo de gestión de mantenimiento para el Hotel San José Costa Rica Marriott. ....	82
Figura 7-1 Fallo ilustrado de las calderas.....	83
Figura 8-1 Logo Transcendent. ....	90
Figura 13-1 Mantenimiento semanal planchador actual del 20 enero 2017. ....	107
Figura 13-2 Mantenimiento semanal planchador actual del 16 marzo 2017. ....	108
Figura 13-3 Mantenimiento semanal planchador actual del 10 julio 2017.....	109
Figura 13-4 Mantenimiento semanal bomba circulación jacuzzi actual del 22 julio 2017. ....	110
Figura 13-5 Mantenimiento semanal bomba circulación jacuzzi actual del 22 enero 2017. ....	111
Figura 13-6 Mantenimiento semanal bomba circulación piscina actual del 4 febrero 2017. ....	112
Figura 13-7 Mantenimiento semanal bomba circulación piscina actual del 4 mayo 2017. ....	113

Figura 13-8 Mantenimiento semanal bomba circulación piscina actual del 30 julio 2017. ....	114
Figura 13-9 Administración de activos en Transcendent.....	115
Figura 13-10 Manejo de documentos Transcendent. ....	116
Figura 13-11 Administración de trabajos.....	117
Figura 13-12 Inspección de bombas de alimentación caldera.....	118
Figura 13-13 Acciones en inspecciones de bombas de alimentación caldera. ...	119
Figura 13-14 Inspección de bombas Tanques de agua caliente. ....	120
Figura 13-15 Acciones en inspecciones de bombas tanques de agua caliente.	121
Figura 13-16 Paso a. Registro de fallas .....	122
Figura 13-17 Paso b. Registro de fallas. ....	123

## Índice de tablas

Tabla 2-1. Equipos detenidos por falta de repuestos .....	11
Tabla 3-1 Análisis de la organización de la empresa .....	22
Tabla 3-2 Análisis de la organización del mantenimiento.....	23
Tabla 3-3 Análisis de la planificación del mantenimiento .....	24
Tabla 3-4 Análisis del mantenimiento rutinario.....	25
Tabla 3-5 Análisis del mantenimiento programado .....	26
Tabla 3-6 Análisis del mantenimiento circunstancial.....	27
Tabla 3-7 Análisis del mantenimiento correctivo .....	28
Tabla 3-8 Análisis del mantenimiento preventivo .....	29
Tabla 3-9 Análisis del mantenimiento por avería.....	30
Tabla 3-10 Análisis del personal de mantenimiento .....	31
Tabla 3-11 Análisis del apoyo logístico .....	32
Tabla 3-12 Análisis de los recursos.....	33
Tabla 3-13 Cuadro resumen de las áreas de evaluación.....	34
Tabla 3-14 Escala de colores para evaluar la madurez del mantenimiento .....	34
Tabla 3-15 Propuesta de mejora con el modelo de gestión de mantenimiento .....	37
Tabla 4-1 Determinación de los indicadores .....	49
Tabla 4-2 Ejemplo codificación de equipos.....	51
Tabla 5-1 Análisis de criticidad por áreas.....	60
Tabla 5-2 Resultados evaluación GUTF y Pareto para las distintas áreas .....	60
Tabla 5-3 Análisis de criticidad para el área de casa máquinas.....	61
Tabla 5-4 Resultados GUTF y Pareto para casa máquinas .....	61

Tabla 5-5 Lista de equipos área: casa maquinas (calderas) .....	65
Tabla 5-6 Lista de equipos área: casa maquinas (Tanques de agua caliente) .....	66
Tabla 5-7 Lista de equipos área: piscina .....	66
Tabla 5-8 Lista de equipos área: jacuzzi .....	67
Tabla 5-9 Lista de equipos área: Lavandería .....	67
Tabla 7-1 Lista de repuestos fallo bomba .....	84
Tabla 7-2 Costo repuestos jacuzzi .....	85
Tabla 7-3 Costo del descuento aplicado a membresías quejas piscinas y jacuzzi (miembros) .....	85
Tabla 7-4 Costo total por disconformidades que se traducen en regalías (huéspedes) .....	85
Tabla 7-5 Costo mano de obra.....	87
Tabla 7-6 Costos materiales para cada equipo .....	87
Tabla 7-7 Costo consumibles .....	88
Tabla 7-8 Costos totales del proyecto .....	88
Tabla 7-9 Ahorro en reparaciones.....	88
Tabla 7-10 Flujo de efectivo del modelo de gestión de mantenimiento.....	89
Tabla 7-11 Indicadores financieros del modelo de gestión .....	89
Tabla 13-1 Mantenimiento planchador (1 de 4).....	99
Tabla 13-2 Mantenimiento planchador (2 de 4).....	100
Tabla 13-3 Mantenimiento planchador (3 de 4).....	101
Tabla 13-4 Mantenimiento planchador (4 de 4).....	102
Tabla 13-5 Mantenimiento bombas de alimentación caldera .....	103

Tabla 13-6 Mantenimiento bombas de jacuzzi .....	104
Tabla 13-7 Mantenimiento bombas de piscina .....	105
Tabla 13-8 Mantenimiento bombas alimentación tanques de agua caliente .....	106

## Resumen

La Ingeniería en los Hoteles Marriott, en la actualidad, está sujeta a innovar y a la mejora continua en los procesos. Asimismo, trabaja bajo la presión de reducir costos, agregar valor y solventar las necesidades de los huéspedes.

El departamento de Ingeniería tiene como objetivo principal operar y mantener en óptimas condiciones la infraestructura, instalaciones, equipamiento, así como el mobiliario del hotel a través de una gestión eficiente, monitores del consumo energético y el agua, garantizando de este modo, el disfrute y seguridad de los clientes.

El proyecto surge como una respuesta ante la búsqueda constante de mejora. Por ello, el fin es buscar y solventar necesidades que presente el mantenimiento en el hotel. De este modo, se realiza un diagnóstico de la situación actual del mantenimiento, basado en la norma Covenin 2500-93. Una vez identificado los puntos débiles, se realiza un análisis de criticidad, con el fin de identificar los equipos más significativos para la operación.

Hecho esto se realiza un análisis de los equipos. Por este motivo, resulta necesario identificar que ocasiona tal criticidad. Se hace un análisis exhaustivo y minucioso de los equipos con el fin de solventar sus necesidades y llevarlos a un contexto operacional más adecuado.

También, se diseña un Cuadro de mando integral, con el fin de monitorear el avance en las propuestas realizadas En aspectos operativos que no estaban cubiertos tales como disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad. Se calculan los costos en los que incurriría el departamento si el modelo de gestión fuera implementado. Finalmente, se discuten algunas de las medidas para su inmediata implementación, esto gracias a la buena disposición del departamento de Ingeniería.

*Palabras clave: Modelo de gestión, diagnóstico, balanced scored card.*

## **Abstract**

The Engineering in Marriott Hotels, at the present, is matter to innovate and to the continuous improvement in the processes. While working under the pressure of reducing costs, adding value and solving the needs of the guests.

The main objective of the Engineering Department is to operate and maintain the infrastructure, facilities, equipment, as well as the hotel's furniture in an optimal condition through efficient management, energy and water consumption monitors, guaranteeing enjoyment and customer safety.

The project arises as a response to the constant search for improvement. Therefore, the purpose is to find and solve needs that present the maintenance in the hotel. In this way, a diagnosis of the current maintenance situation is made, based on the Covenin 2500-93 standard. Once the weak points are identified, a criticality analysis is carried out, in order to identify the most significant equipment for the operation.

Once this is done, an analysis of the equipment is made. For this reason, it is necessary to identify what causes such criticality. A thorough and thorough analysis of the equipment is made in order to solve their needs and take them to a more adequate operational context.

Also, a Balanced Scored Card was designed, in order to monitor progress in the department. The costs incurred by Engineering, were calculated if the management model is implemented. Finally, some of the measures for its immediate implementation are discussed, thanks to the good disposition of the Engineering Department.

*Key words: management, diagnosis, balanced scored card.*

# 1. Capítulo I Introducción

## 1.1 Introducción

La gestión de mantenimiento integral ha cobrado importancia en los últimos años debido a que se puede obtener beneficios económicos para la empresa en aspectos tales como la reducción de costos, mejoras en tiempo de respuesta y organización. Lo anterior conlleva un sinnúmero de ventajas competitivas que se pretenden alcanzar centrándose en la en el establecimiento de indicadores de clase mundial.

La importancia del mantenimiento debe entenderse como una herramienta en concordancia con los objetivos del hotel: Un ambiente de bienvenida para el crecimiento personal y profesional, una experiencia gratificante de viaje y una genuina hospitalidad, inversiones rentables, desempeño financiero superior, colaboración con los proveedores y otras relaciones estratégicas, invertir en los sitios donde se trabaja y se vive, que logre beneficios a nivel económico y organizacional para el Hotel San José Costa Rica Marriott.

De los objetivos anteriores nace el presente proyecto, el cual propone un sistema de gestión de mantenimiento para el Hotel San José Costa Rica Marriott, compuesto por estrategias para la mejora de dicho departamento, con el fin de alcanzar y sobrepasar las expectativas de la organización.

## 1.2 Identificación de la empresa

Marriott International, Inc. es una empresa global de alojamiento líder, con más de 6.000 hoteles en 122 países y territorios, la cual, reportó ingresos por más de 17.000 millones de USD en el año fiscal 2016. Esta empresa, fundada por J. Willard y Alice Marriott, y dirigida por la familia Marriott durante casi 90 años, tiene su sede a las afueras de Washington, D.C., en Bethesda, Maryland. A la cual pertenece el hotel Costa Rica Marriott. (Marriott International, 2017)

El Hotel San José Costa Rica Marriott se ubica a 700 metros oeste de Bridgestone, San Antonio de Belén, en la provincia de Heredia. El inmueble cuenta con 6 pisos, 290 habitaciones, 9 suites, 27 salas de reuniones (suma en total 3.881 metros cuadrados de espacio destinado para reuniones) y 5 restaurantes. Cada habitación también cuenta con televisor de pantalla plana, mini-refrigerador, Internet de alta velocidad y aire acondicionado



Figura 1-1 Fachada Hotel San José Costa Rica Marriott.

Fuente: (Hotel San José Costa Rica Marriott, 2017)

Además, posee spa, gimnasio, piscina al aire libre, cuenta con salones multiuso, donde el más grande tiene capacidad para albergar 1000 personas.



Figura 1-2 Patio Central Hotel San José Costa Rica Marriott.

Fuente: (Hotel San José Costa Rica Marriott, 2017)



Figura 1-3 Piscina del Hotel San José Costa Rica Marriott.

Fuente: (Hotel San José Costa Rica Marriott, 2017)

### **1.2.1 Misión**

Asegurarse que cada huésped quiere regresar. (Hotel San José Costa Rica Marriott, 2017)

### **1.2.2 Visión**

Ser la marca preferida en el mundo de hoteles de servicio completo. (Hotel San José Costa Rica Marriott, 2017)

### **1.2.3 Valores**

Los valores del hotel se centran en cinco puntos:

**a. Las personas son lo primero: "Cuidemos a los empleados y ellos cuidarán a los clientes"**

La filosofía del fundador J. Willard Marriott ha hecho de Marriott International un excelente lugar donde trabajar durante más de 85 años. La cultura de "las personas primero" nos ha permitido ganar premios y reconocimientos continuamente en todo el mundo. Ofrecer a los empleados la oportunidad de crecer y tener éxito es parte del ADN de la empresa.

**b. Luchamos por alcanzar la excelencia: Nuestra dedicación al cliente está presente en todo lo que hacemos**

La reputación de Marriott de un excelente servicio al cliente se remonta al objetivo original de Marriott de J. Willard para su empresa: "buena comida y buen servicio a un precio justo." Nos centramos en los detalles, todos los días y en todos nuestros hoteles alrededor del mundo.

**c. Aprovechamos los cambios: La innovación ha sido siempre parte de la historia de Marriott**

La familia Marriott ayudó a dar forma a la industria hotelera moderna. Nos esforzamos por cambiar el status quo y anticipar el cambio en las necesidades de nuestros clientes con nuevas marcas, nuevos hoteles internacionales y nuevas experiencias para nuestros huéspedes.

**d. Actuamos con integridad: La forma en que hacemos negocios es tan importante como los negocios en sí**

Somos fieles a unos compromisos legales y éticos indiscutibles. Esto engloba nuestra conducta empresarial diaria, las políticas de nuestros empleados, las políticas de nuestra cadena de suministro, nuestro programas y prácticas medioambientales y nuestro compromiso con los derechos humanos y responsabilidad social.

**e. Servimos a nuestro mundo: Nuestro “spirit to serve” hace que nuestra empresa sea más fuerte.**

Apoyamos a las comunidades en las que vivimos y trabajamos. Como empresa, Marriott International se centra en cinco asuntos sociales globales: la reducción de la pobreza, el medioambiente, el desarrollo de la mano de obra en la comunidad, el bienestar infantil y la diversidad e integración global. (Hotel San José Costa Rica Marriott, 2017)

## 1.2.4 Descripción del proceso productivo

Como empresa de servicios, el hotel cuenta con gran cantidad de activos, que están en función de la atención del cliente. Por lo que la descripción del proceso se enfoca en los equipos más robustos que posee el hotel.

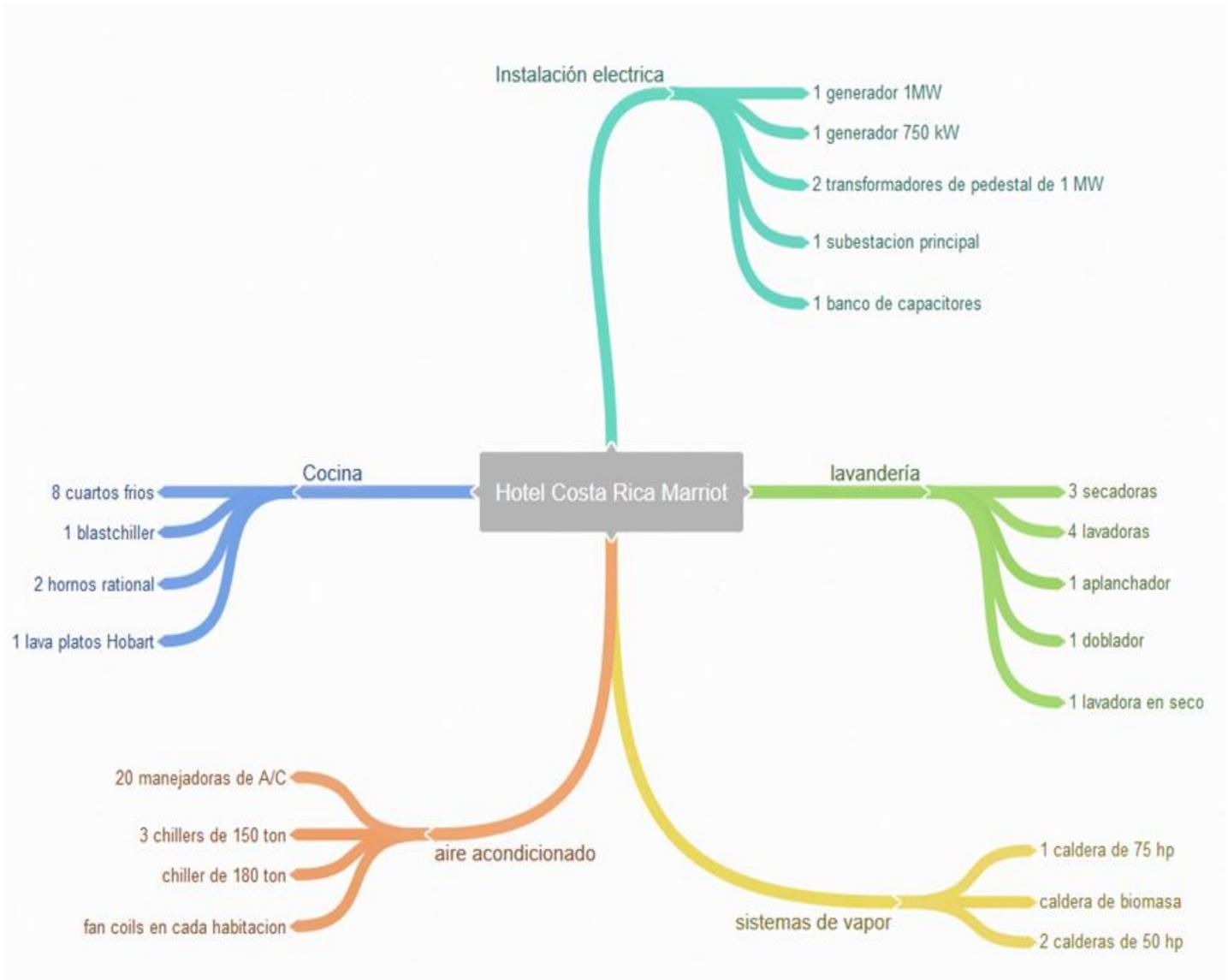


Figura 1-4 Activos más robustos Hotel San José Costa Rica Marriott.

Fuente: elaboración propia (coggle.it)

## 1.2.5 Organigrama de la empresa

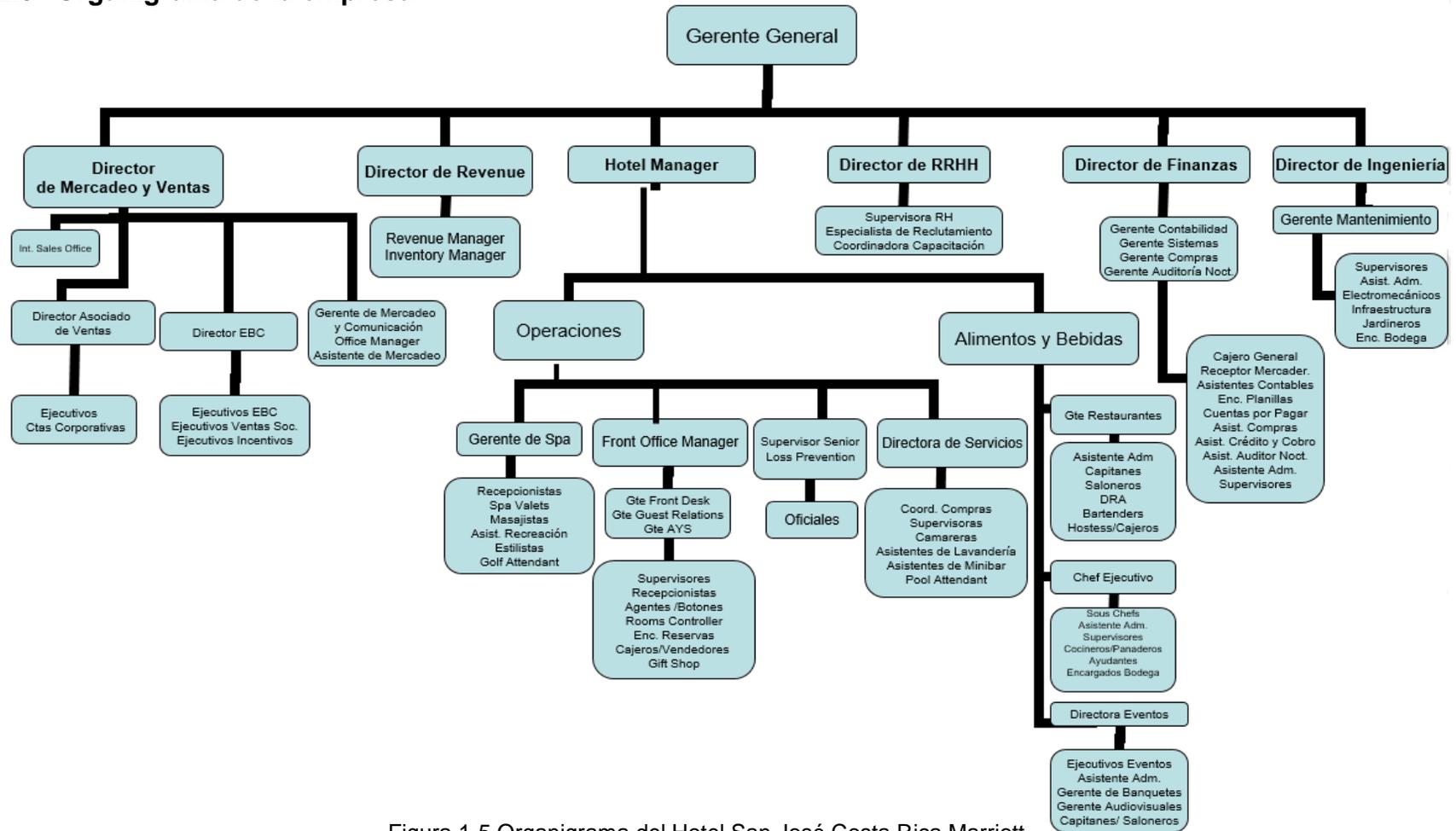


Figura 1-5 Organigrama del Hotel San José Costa Rica Marriott.

Fuente: Departamento Recursos Humanos

## **1.2.6 Departamento de Ingeniería**

El departamento de ingeniería es el encargado de mantener y velar por el mantenimiento del hotel. Dentro de sus acciones contempla tanto mantenimiento de equipos, terrenos y habitaciones. Se caracteriza por la atención inmediata y de calidad, mediante la coordinación con los diferentes departamentos, con el fin de brindarle a los huéspedes la mejor experiencia, atender sus necesidades y sobrepasar sus expectativas.

### **1.2.6.1 Misión del departamento de ingeniería**

*“Velar por el mantenimiento general de la propiedad anticipándonos a las necesidades de nuestros huéspedes.” (Departamento de Ingeniería Hotel San José Costa Rica Marriott, 2017)*

### **1.2.6.2 Visión del departamento de ingeniería**

*“Ser el departamento de ingeniería número uno en maintenance and upkeep de la región CALA” (Departamento de Ingeniería Hotel San José Costa Rica Marriott, 2017)*

### **1.2.6.3 Organigrama del departamento de ingeniería**

El departamento de ingeniería está compuesto por cuatro niveles, esto con el fin de distribuir de una manera adecuada las funciones dentro del departamento. El puesto de director (primer nivel) es ocupado por el Ingeniero Francisco Pérez, que vela por el departamento a nivel internacional, así como la dirección de grandes proyectos en el hotel. La gerencia de (segundo nivel) ocupada por el Ingeniero Osvaldo Sandi, se encarga directamente de la administración del departamento y velar por su adecuado funcionamiento. En un tercer nivel se encuentran los supervisores de terrenos, electromecánica e infraestructura. En un cuarto y último nivel se encuentran los asociados; entre ellos: técnicos, jardineros, mecánicos, trabajadores de infraestructura.

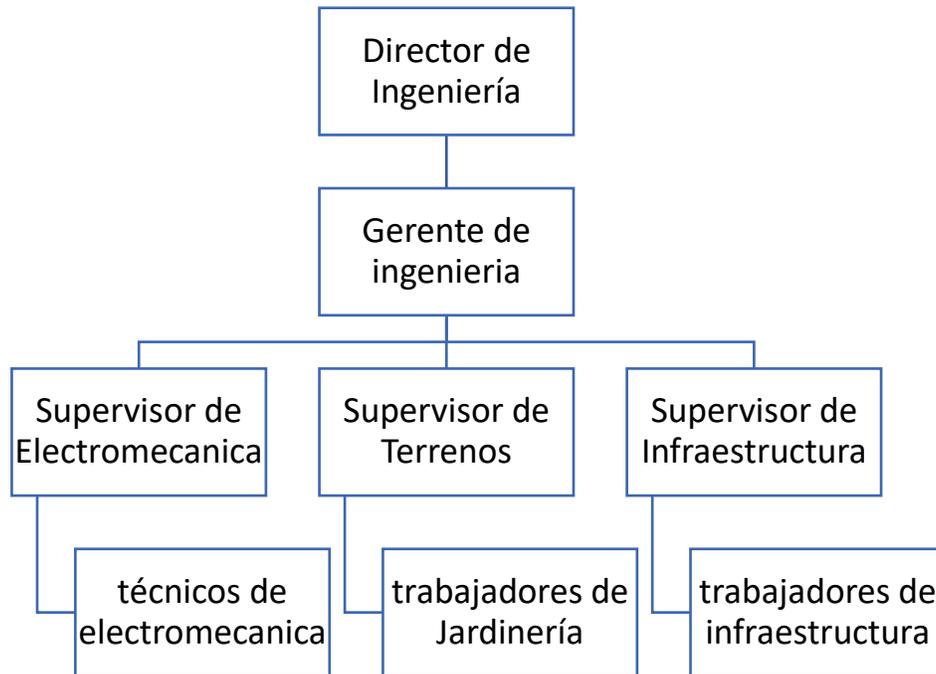


Figura 1-6 Organigrama del departamento de ingeniería.

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

#### 1.2.6.4 Metodología de trabajo del departamento de ingeniería

El servicio de mantenimiento se solicita de diferentes maneras:

- a. Los huéspedes pueden solicitar algún trabajo, a través de *At your Service*, área encargada de atender las solicitudes y demandas de los huéspedes.
- b. Los departamentos pueden solicitarlo directamente vía (telefónica, correo electrónico, radio intercomunicador, GMAO), la realización del mismo es evaluada por los supervisores y el gerente del departamento.

## 2. Capítulo II Definición del problema

### 2.1 Definición del problema

Toda organización debe estar enfocada en la búsqueda de la excelencia empresarial mediante la minimización de los desperdicios, aprovechamiento de los recursos y mejoramiento de sus prácticas continuamente. Todo ello con el fin de cumplir con el principal objetivo del hotel: garantizar una excelente atención a los huéspedes de la mano de sus empleados. Es aquí donde se identifican las siguientes oportunidades de mejora.

No existe un registro de fallas, ni control de los repuestos de los equipos críticos. Que causa, que el mantenimiento de las diferentes máquinas se vea afectado tal y como se describe a continuación:

Equipos como las bombas (agua potable, piscina, agua caliente) permanecen fuera de servicio hasta 4 meses por el faltante de partes. Las calderas y *chillers* deben ser reparadas inmediatamente, ya que son parte fundamental de las labores realizadas en el hotel. Lo anterior ocasiona un aumento en los mantenimientos correctivos de emergencia, pues se da una premura por buscar las partes dañadas lo antes posible.

Ante esta situación el departamento desea reducir las 4 emergencias semanales de este tipo. Cabe resaltar que los equipos mencionados anteriormente son redundantes y de acuerdo con el departamento, en ocasiones, dicha redundancia se ha visto comprometida por estos fallos.

Asimismo, el departamento ha notado un aumento en los gastos de mantenimiento. Por ejemplo, para el año 2016 se tenían presupuestado ¢27 millones y el gasto producido sobrepasó los ¢28 millones. Este aumento, en gran medida se debe al presupuesto destinado al mantenimiento correctivo que ronda

los ¢10 millones y que aumenta con el tiempo aproximadamente en ¢1 millón anuales.

Otra consecuencia de la no reparación oportuna de unidades es que la redundancia del hotel se pierde, ya que se debería de tener dos equipos listos de manera que se garantice un adecuado servicio en todo momento. Sin embargo, la realidad es que de momento se tiene solamente un equipo listo para funcionar.

Otro factor que afecta los tiempos de reparación son los procesos de compra, pues tardan 15 días. Este aspecto evidencia la importancia de contar con repuestos de manera inmediata, ya que se atendería las reparaciones en el momento preciso que se presenten.

Entre los equipos afectados por esta situación a este momento se encuentran:

**Tabla 2-1.** Equipos detenidos por falta de repuestos

<b>Equipo</b>	<b>Repuestos faltantes</b>
Bombas de agua caliente	Impulsores, acoples, sellos mecánicos
Bombas de suministro calderas	Impulsores, acoples, sellos mecánicos
<i>Chillers</i>	Circuito secundario: roles y sellos
Calderas	Niples, bombas de diésel, boquillas.
Bombas agua piscina	Impulsores, acoples, sellos mecánicos

Fuente: Elaboración propia (Excel 2016)

El departamento maneja únicamente el indicador *maintenance and upkeep*, que, el cual no refleja la totalidad de la labor que se realiza, ya que este consiste en una encuesta, donde el huésped califica del 1 al 10 el mantenimiento de la habitación y las diferentes locaciones. Este se realiza mes a mes.

Dicho indicador no refleja la realidad del mantenimiento, pues excluye aspectos como tiempos de falla, tiempos de reparación, disponibilidad de equipos, etc. Cabe destacar que el departamento ha notado una tendencia a la baja, como muestra para el año 2016 se encontraba en 74.1% y para 2017 un valor de 72%. Claro está, este debería tender al alza. Como meta para el presente año, el departamento tiene como objetivo llegar a un 74.2%.

El indicador *maintenance and upkeep* también permite hacer una comparación entre los diferentes hoteles Marriott alrededor del mundo. En Costa Rica, por ejemplo, tiene un valor actual de 72%, mientras que, en Cali, Colombia tiene un valor de 81,3%. Un aspecto que marca la diferencia entre ambas sedes, es que en Colombia cuentan con un sistema adecuado de repuestos y registro de fallas, que disminuye al máximo los tiempos de falla y periodo de reparaciones.

Para visualizar lo crítico de una falla, en mayo de 2015 el hotel se quedó sin agua, lo que resultó en una caída del indicador a un 50%.

Tal y como se ha señalado, es necesario contar con un buen sistema de indicadores que a través de un *Balanced Scored Card*, permitan establecer metas, objetivos y principalmente conocer el impacto de la gestión del mantenimiento en el hotel. Esta situación la conoce el departamento y desean mejorarla.

Además, el departamento desea evaluar de manera cuantitativa la labor de la gestión del mantenimiento con el fin de observar cómo están en aspectos los de organización de la empresa, organización del mantenimiento y competencia del personal. De manera que se pueda tomar medidas, basadas en la evaluación, que permitan la mejorar en la calidad del servicio brindado.

## **2.2 Objetivos**

### **2.2.1 Objetivo general**

1. Diseñar un modelo de gestión de mantenimiento, basado en las necesidades y expectativas del departamento de ingeniería del hotel Marriott.

### **2.2.2 Objetivos específicos**

1. Determinar la madurez de la gestión de mantenimiento, mediante la norma Covenin 2500-93, con el fin de determinar el estado actual del servicio de mantenimiento que ofrece el departamento de ingeniería.
2. Determinar índices clase mundial más adecuados al modelo de gestión propuesto para el correcto monitoreo y evaluación de resultados.
3. Establecer las áreas y equipos más críticos del hotel San José Costa Rica Marriott.
4. Realizar un análisis financiero, que muestre los costos en repuestos y mano de obra del modelo de gestión de mantenimiento diseñado.

### 2.3 Justificación del proyecto

Tal y como se detalló ampliamente en la descripción del problema, es necesario realizar cambios a nivel de mantenimiento, ya que el presupuesto aumenta, los tiempos de reparación son largos (hasta 4 meses) y los indicadores tienden a la baja.

Para revertir esta situación es necesario realizar un sistema que permita controlar los repuestos de acuerdo a la criticidad de equipos, controlar las cantidades de manera que en todo momento se garantice el servicio y redundancia de los equipos. Con una reducción en las fallas y tiempos de reparación dichos indicadores deben aumentar, ya que no hay interrupción del servicio, asimismo, debe permitir alcanzar al departamento el objetivo de 74.2% en *maintenance and upkeep* (actualmente en 69%).

También, se propone establecer un *Balanced Scored Card*, con el fin de tener una herramienta que permita al departamento visualizar de manera cuantitativa el comportamiento y desempeño del mantenimiento. Del mismo modo, ayudar en la toma de decisiones, ya que proveen una alerta temprana para procesos que operan fuera de lo normal y orientan donde deben ir centrado los esfuerzos.

La necesidad de la mejora continua y constante búsqueda del cumplimiento de los objetivos planteados lleva al encargado del departamento, con apoyo la gerencia de ingeniería, al deseo de optimizar el mantenimiento hasta el objetivo planteado en el indicador *maintenance and upkeep* y, en general, la gestión del mismo.

Para ello se propone una solución integral a partir del diseño de un modelo de gestión de mantenimiento que, mediante sus distintas etapas, permita solventar todos los problemas mencionados, facilite establecer un marco de referencia para las distintas actividades identificando sus componentes y su relación con otras áreas, organizaciones.

Asimismo, se busca que el modelo facilite obtener una visión sobre la forma que se desarrolla el mantenimiento para generar valor dentro de la organización.

## **2.4 Alcances**

Con este trabajo se pretende obtener un panorama de la situación actual del departamento de Ingeniería para realizar una propuesta de mejoras para la gestión del mantenimiento. Todo ello con la intención de solventar los puntos débiles y críticos, existentes en el proceso.

El trabajo de campo se pretende realizar en las áreas y equipos más críticos del hotel, Cada uno de estos equipos se detallarán posteriormente en la sección de *Lista de equipos*.

El proyecto tiene como alcance el diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento, de forma que se le brinde a la empresa herramientas y técnicas para gestionar la asistencia del equipo involucrado en el proceso productivo de la empresa. El proyecto excluye las etapas posteriores a la implantación y seguimiento del modelo diseñado.

El crear un plan de integración del mantenimiento al sistema de la empresa, así como la propuesta de soluciones de acuerdo con los puntos débiles que se determinen en el desarrollo del proyecto, permite identificar la forma más adecuada de crear una disciplina en el mantenimiento de los activos de la empresa.

El establecimiento de un BSC proporcionará una visualización general de los equipos en el cuarto de máquinas y permitirá atacar las pérdidas en el área específica. Todo esto con el fin de impulsar la mejora continua en todos los ámbitos.

Igualmente, la determinación de repuestos críticos, reducirá los tiempos de reparación, devolverá la redundancia del equipamiento y afectará de manera positiva el indicador *maintenance and upkeep*, acercándolo al objetivo anual propuesto.

## **2.5 Limitaciones**

La implementación de nuevas prácticas en el área de repuestos puede generar resistencia por parte de los trabajadores, por consiguiente, será necesario capacitar al personal mediante charlas acerca los beneficios que les traerá los nuevos procedimientos y cambios en la gestión.

El trabajo propuesto se limita únicamente al diseño del modelo de gestión. La implementación de dicho modelo dependerá de la gerencia de ingeniería. Para ello es necesario destinar recurso humano (ingeniero y técnicos) y económico, con el fin de darle seguimiento, desarrollo y mejoramiento al diseño descrito en este proyecto.

La información que facilita el software, puede ser una limitante, ya que de momento se desconoce los datos que puede brindar en su totalidad.

Para el desarrollo del proyecto es necesario disponer del tiempo de los técnicos del área ingeniería para realizar entrevistas y recolectar información, por lo que previamente, sujeto a su disponibilidad, se solicitará su participación y ayuda en el proyecto.

## 2.6 Metodología

Se utiliza la siguiente metodología para el desarrollo del proyecto (Gómez, 2017):

- a. Conocimiento de la organización
  - Análisis de la situación actual del negocio.
  - Revisión documental del mantenimiento.
  - Entrevistas con las partes interesadas.
  - Visitas exploratorias.
- b. Diagnóstico de la gestión del mantenimiento
  - Evaluación de la gestión de mantenimiento.
  - Determinación del nivel de madurez de mantenimiento.
- c. Análisis de los resultados
  - Grado de alineamiento entre lo que hace mantenimiento y lo que requiere la organización o el negocio.
  - Determinación de la brecha entre lo que se hace y se debería de hacer.
- d. Desarrollo de la propuesta del modelo de gestión.
- e. Evaluación de la viabilidad
  - Análisis financiero del modelo propuesto.

### **3. Capítulo III Evaluación de la situación actual del mantenimiento en el hotel San José Costa Rica Marriott**

#### **3.1 Diagnóstico del mantenimiento**

Para la administración del hotel es de vital importancia conocer de manera cuantitativa la situación actual del mantenimiento. A partir de la evaluación se puede conocer puntos débiles, fuertes y establecer brechas entre lo que se debería hacer y lo que se está haciendo. Para la evaluación se utilizará la normativa COVENIN 2500-93.

#### **3.2 Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN)**

Sus siglas corresponden a Comisión Venezolana de Normas Industriales. Y se encarga del desarrollo de comités para el desarrollo de la estandarización y normalización bajo lineamientos de calidad en Venezuela.

COVENIN estableció los requisitos mínimos para la elaboración de procedimientos, materiales, productos, actividades y entre otros aspectos que están bajo la tutela de esta norma. (Borges, 2016)

#### **3.3 Definiciones**

Esta norma (COVENIN 2500-93) abarca el análisis y calificación en los siguientes aspectos, cuya definición se toma de la norma COVENIN 3049-93:

- a. Organización de la empresa: contempla estructura organizativa del departamento y la empresa.

- b. Organización de la función del mantenimiento: abarca funciones y responsabilidades de los diferentes actores que intervienen en el mantenimiento. Así como su idoneidad para realizar el trabajo.
- c. Planificación del mantenimiento: en este apartado se evalúan objetivos y metas del departamento, planificación para la ejecución de los mantenimientos de los equipos, registro de la información del departamento.
- d. Mantenimiento rutinario: basado en tareas de lubricación, limpieza de partes, protección, ajustes, calibración u otras actividades. Presenta frecuencias de ejecución diarias o semanales. Estas actividades rutinarias, generalmente, son asignadas a los operarios de los equipos con el fin de evitar el desgaste del equipo y mantener alargar su vida útil.
- e. Mantenimiento programado: basado en las actividades recomendadas por los fabricantes, diseñadores, constructores, usuarios y la experiencia del personal; cubre frecuencias que van desde quince días hasta un año. Dichas actividades se programan en un calendario para su ejecución en el programa anual de la organización, por lo que se puede estimar el recurso humano, refacciones, herramientas y otros materiales necesarios para su ejecución.
- f. Mantenimiento circunstancial: es una mezcla entre rutinario, programado, avería y correctivo, con la particularidad de que se ejecutan actividades rutinarias, pero no cuentan con una frecuencia de mantenimiento exacta de ejecución, porque el equipo funciona de manera alterna. Se atienden averías cuando el sistema se detiene, se ejecutan mantenimientos programados, pero con fechas de inicio aproximadas. Este tipo de mantenimiento no solo depende del departamento de mantenimiento, sino que está ligado a capacidad de producción, turnos de trabajo.

- g. Mantenimiento correctivo: elimina la necesidad de mantenimiento, su objetivo principal es la de corregir fallas a mediano plazo. Entre estas tareas se encuentran: modificar máquinas, modificaciones al proceso productivo, cambio de especificaciones, ampliaciones, revisiones y mejoras del mantenimiento además de la conservación del equipo, para que se eviten paradas imprevistas.
- h. Mantenimiento preventivo: determina frecuencia de inspecciones, revisiones sustituciones de piezas, probabilidad de averías entre otras. En general, su objetivo es anticiparse a la aparición de alguna falla.
- i. Mantenimiento por avería: se da cuando falla algún equipo, se debe dar una rápida intervención, es decir, no considera la programación previa, porque lo que busca es poner en marcha al equipo lo más pronto posible.
- j. Personal de mantenimiento: se determina si se cuenta con el personal adecuado tanto en cantidad, como en capacidad, además; se contempla la formación y evaluación de los colaboradores.
- k. Apoyo logístico: se estudia si el departamento cuenta con el suficiente apoyo de la gerencia, además de si la gerencia posee información sobre el trabajo que realiza el departamento.
- l. Recursos: se evalúan los recursos financieros y materiales con los que cuenta el personal, para realizar a cabo las acciones de mantenimiento.

### **3.4 Escala de calificación**

Para entender la calificación, se definirán los siguientes conceptos:

- a. Principio básico: concepto que refleja las normas de la organización y funcionamiento, sistemas y equipos que deben existir y aplicarse en mayor o menor proporción para lograr los objetivos del mantenimiento.

- b. Demerito: aspecto parcial referido a un principio básico, que por omisión o su incidencia negativa, origina que la efectividad de este no se encuentre completa, por ello disminuye en consecuencia la puntuación total de dicho principio.

Para realizar la evaluación se debe entrevistar a un dirigente de la empresa. Cada principio básico tiene una cantidad máxima de puntos que bajan de acuerdo a los deméritos, según la intensidad con que este último se presenta:

De acuerdo a la norma COVENIN 1980-89, se tiene la siguiente escala de calificación:

- a. Excelencia 91-100%= Existe una Gestión de Mantenimiento Clase Mundial con las mejores prácticas operacionales.
- b. Competencia 81-90%= Existe una Gestión de Mantenimiento con tendencia a Clase Mundial, pero existen pequeñas brechas por cerrar. Es un sistema muy bueno con nivel de operaciones efectivas.
- c. Entendimiento 71-80%= Existe una Gestión de Mantenimiento básica, por encima del promedio. Se aplican algunas de las mejores prácticas de Mantenimiento de Clase Mundial.
- d. Conciencia 51-70% Existe una Gestión de Mantenimiento básica, pero se desconocen las mejores prácticas de Mantenimiento de Clase Mundial o de las filosofías de mantenimiento existente. En promedio y con oportunidades para mejorar.
- e. Inocencia 0-50%= No existe una Gestión de Mantenimiento básica. Por debajo del promedio con muchas oportunidades de mejora.

## Resultados de la evaluación de la norma COVENIN 2500-93

La evaluación fue realizada con ayuda del Ing. Diego Vargas, supervisor de ingeniería del hotel, resultado de la misma se obtuvieron los siguientes datos:

### 3.4.1 Organización de la empresa

El hotel tiene un nivel de excelencia en la organización de la empresa. Cuenta con organigramas de estructura departamental, funciones claramente definidas y buenos canales de información entre los departamentos. Así como un archivo organizado y constantemente respaldado. A continuación, se muestra el resumen en este aspecto:

**Tabla 3-1** Análisis de la organización de la empresa

Principio básico	Deseado	Obtenido	% Aprobación	Brecha
1.Funciones y responsabilidades	60	60	100	0
2.Autoridad y autonomía	40	40	100	0
3.Sistema de información	50	50	100	0

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

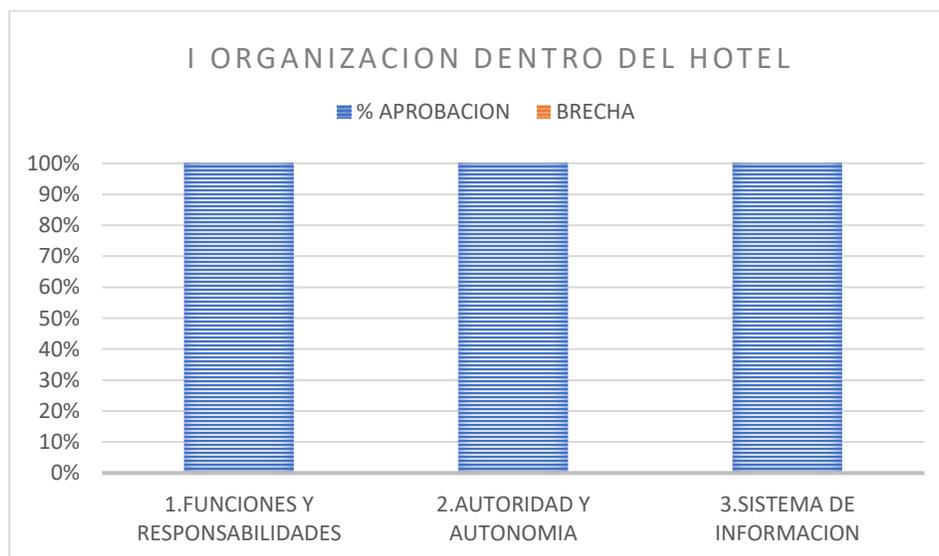


Figura 3-1 Análisis de la organización de la empresa.

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

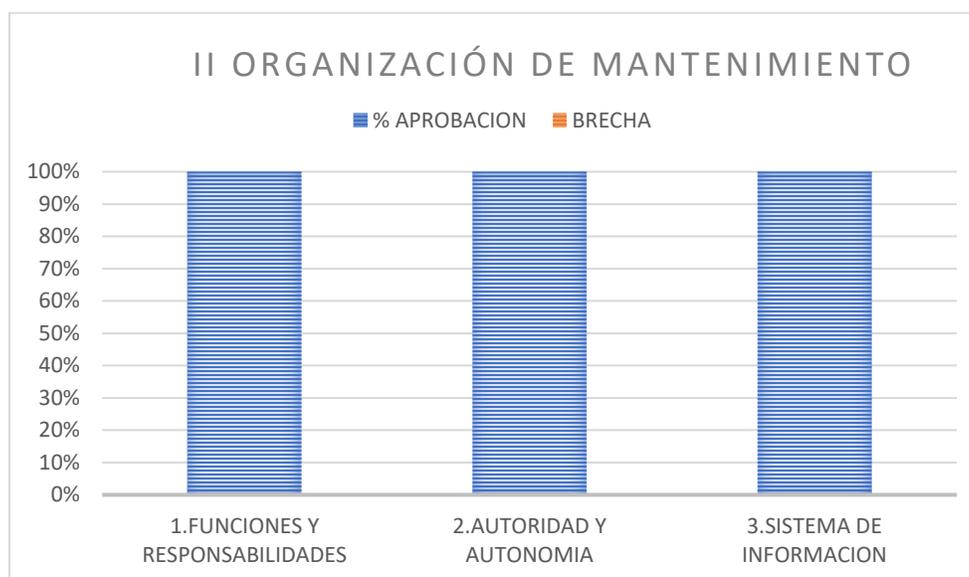
### 3.4.2 Organización de mantenimiento

En cuanto a la organización del mantenimiento, el departamento cuenta con asignaciones claramente establecidas, cantidad y calidad del personal, un archivo organizado, los objetivos del departamento están alineados con los de la organización, además; se cuenta con los medios para procesar la información y hacerla llegar a su destino.

**Tabla 3-2** Análisis de la organización del mantenimiento

Principio básico	Deseado	Obtenido	% Aprobación	Brecha
1.Funciones y responsabilidades	80	80	100	0
2.Autoridad y autonomía	50	50	100	0
3.Sistema de información	70	70	100	0

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)



**Figura 3-2** Análisis de la organización del mantenimiento.

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

### 3.4.3 Planificación del mantenimiento

Se determina que el departamento cuenta con planes y metas claras, todas las acciones se enfocan en la consecución de los objetivos.

En cuanto a la planificación del mantenimiento, la rúbrica se ve afectada en el apartado de control y evaluación, ya que no cuenta con un registro de fallas y causas. Además, no se lleva una estadística de tiempos de parada. A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

**Tabla 3-3** Análisis de la planificación del mantenimiento

Principio básico	Deseado	Obtenido	% Aprobación	Brecha
1.Objetivos y metas	70	70	100	0
2.Políticas para información	70	70	100	0
3.Control y evaluación	60	47	78	22

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

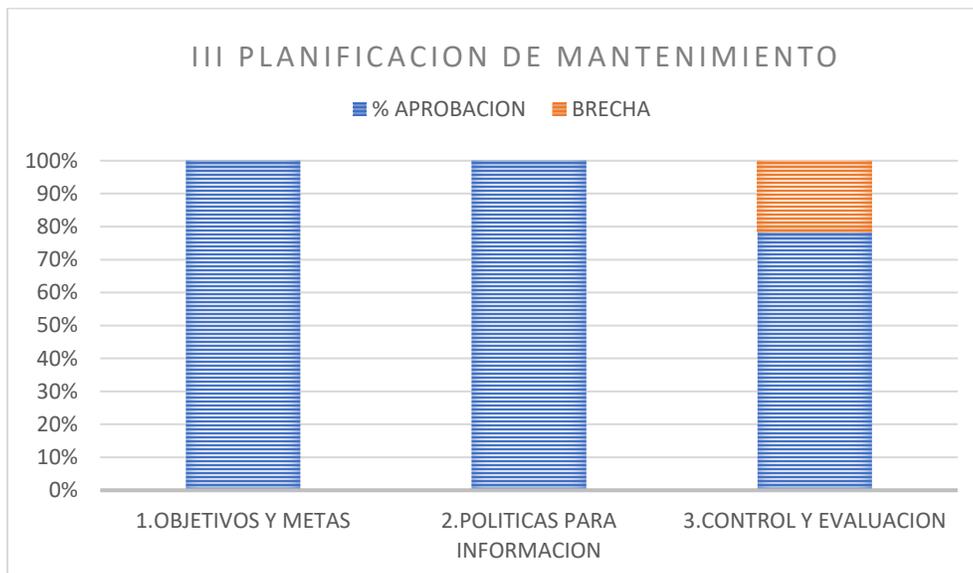


Figura 3-3 Análisis de la planificación del mantenimiento.

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

### 3.4.4 Mantenimiento rutinario

En cuanto al mantenimiento rutinario, se observa que el puntaje disminuye en el apartado de control y evaluación, ya que se debería de tener formatos que permitan verificar y controlar los insumos requeridos en este mantenimiento. Los resultados se muestran a continuación:

**Tabla 3-4** Análisis del mantenimiento rutinario

Principio básico	Deseado	Obtenido	% Aprobación	Brecha
1. Planificación	100	100	100	0
2. Programación e implementación	80	80	100	0
3. Control y evaluación	70	65	93	7

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

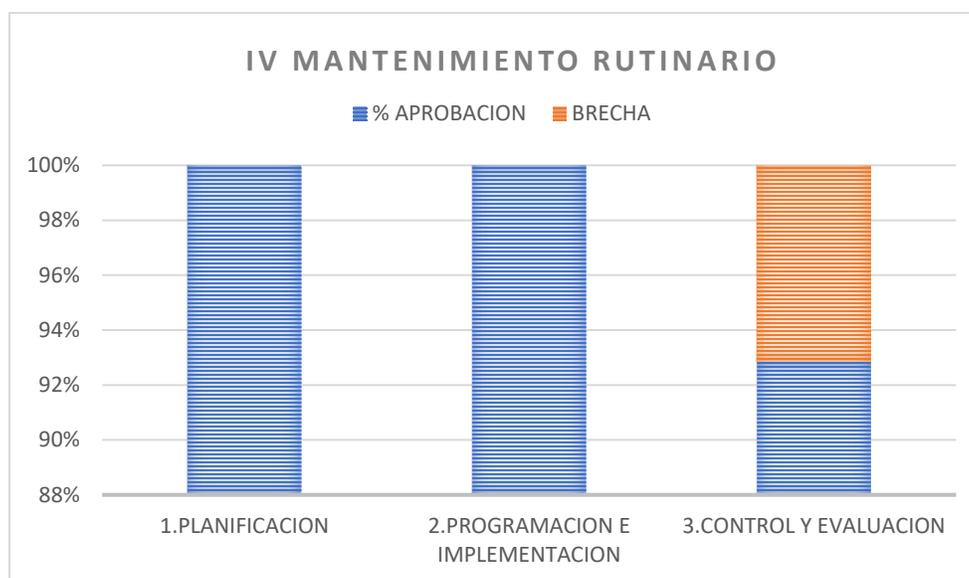


Figura 3-4 Análisis del mantenimiento rutinario.

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

### 3.4.5 Mantenimiento programado

En este apartado se produce una reducción en la puntuación, porque se determina que es necesario un mejor control sobre la ejecución del mantenimiento programado. Así como estudios que determinen las necesidades reales de mantenimiento de los equipos. Los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 3-5** Análisis del mantenimiento programado

Principio básico	Deseado	Obtenido	% Aprobación	Brecha
1. Planificación	100	98	98	2
2. Programación e implementación	80	79	99	1
3. Control y evaluación	70	69	99	1

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

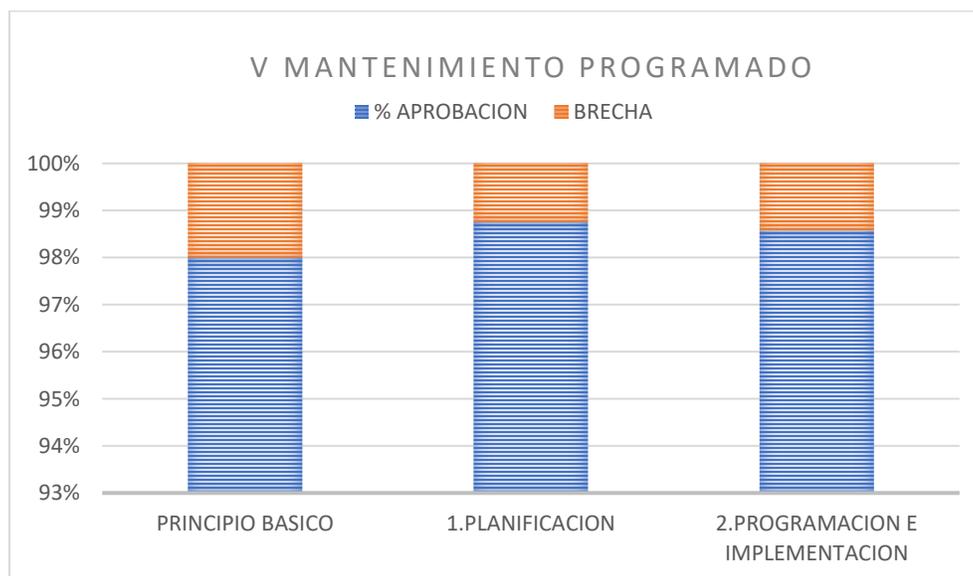


Figura 3-5 Análisis del mantenimiento programado.

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

### 3.4.6 Mantenimiento circunstancial

Se da una baja en la puntuación, ya que dependiendo de la falla el personal no siempre es capaz de absorber la carga de mantenimiento circunstancial, pues deben atender los demás mantenimientos.

En caso de ser necesario, en este tipo de mantenimiento las acciones a ejecutar no necesariamente están detalladas. Debido a la cantidad de equipos y fallas imprevistas, no siempre se cuenta con equipo que pueda sustituir a los equipos que salgan de operación.

El registro de información de fallas, así como el control de los recursos utilizados suman a los deméritos. Los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 3-6** Análisis del mantenimiento circunstancial

Principio básico	Deseado	Obtenido	% Aprobación	Brecha
1. Planificación	100	95	95	5
2. Programación e implementación	80	62	78	23
3. Control y evaluación	70	50	71	29

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

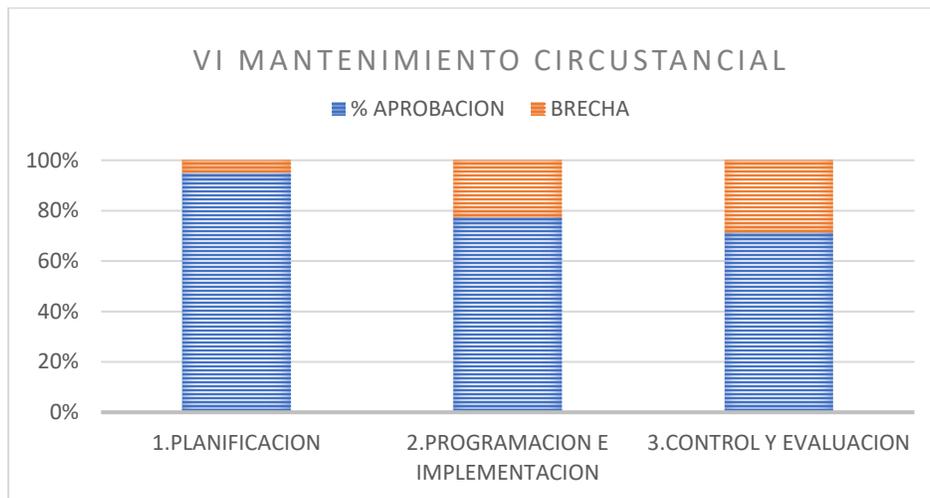


Figura 3-6 Análisis del mantenimiento circunstancial.

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

### 3.4.7 Mantenimiento correctivo

Las deficiencias encontradas son las siguientes:

- a. Ausencia de un registro escrito de fallas.
- b. Ausencia de un sistema de clasificación de fallas.
- c. Imposibilidad de medir avances en mantenimiento correctivo.
- d. No se controla el tiempo a la hora de realizar mantenimientos correctivos.
- e. No hay registro de recursos utilizados por mantenimiento realizado.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 3-7** Análisis del mantenimiento correctivo

Principio básico	Deseado	Obtenido	% Aprobación	Brecha
1. Planificación	100	40	40	60
2. Programación e implementación	80	80	100	0
3. Control y evaluación	70	0	0	100

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

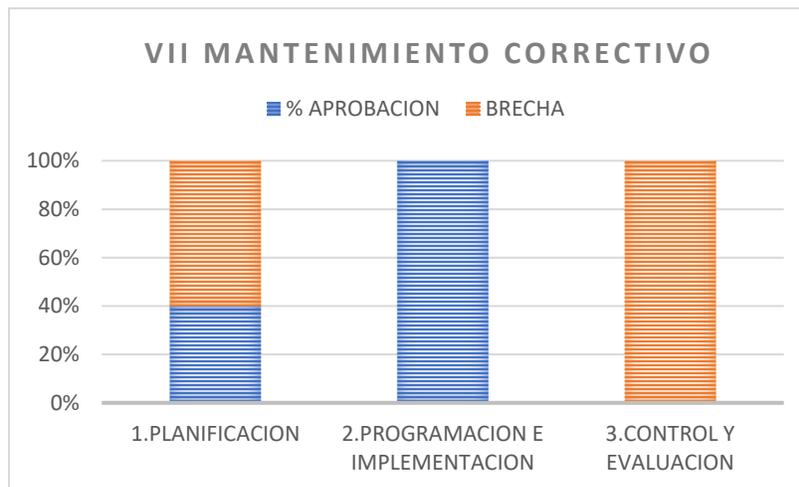


Figura 3-7 Análisis del mantenimiento correctivo.

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

### 3.4.8 Mantenimiento preventivo

En cuanto al mantenimiento preventivo hay un faltante de estudios de disponibilidad y mantenibilidad de los equipos. También carecen de un registro de fallas. A pesar de lo anterior, con la información recopilada de los mantenimientos preventivos, es posible realizar algunos análisis, pero como se mencionó es necesario registrar las fallas, tiempos de reparación y recursos utilizados.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 3-8** Análisis del mantenimiento preventivo

Principio básico	Deseado	Obtenido	% Aprobación	Brecha
1. Determinación de los parámetros	80	50	63	38
2. Planificación	40	20	50	50
3. Programación e implementación	70	70	100	0
4. Control y evaluación	60	55	92	8

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

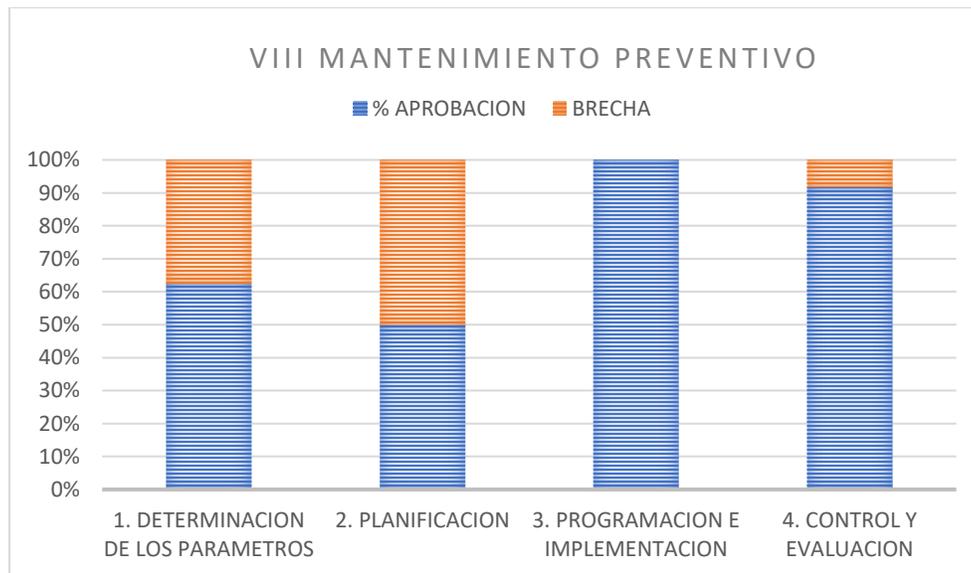


Figura 3-8 Análisis del mantenimiento preventivo.

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

### 3.4.9 Mantenimiento por avería

En este mantenimiento se presenta también un faltante en el registro de fallas. No existe una nómina que permita determinar los insumos utilizados. Además, por dicho faltante de información, no es posible comparar económicamente con otros tipos de mantenimiento.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 3-9** Análisis del mantenimiento por avería

Principio básico	Deseado	Obtenido	% Aprobación	Brecha
1.Atencion a fallas	100	65	65	35
2.Supervision y ejecución	80	65	81	19
3.Informacion sobre averías	70	20	29	71

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

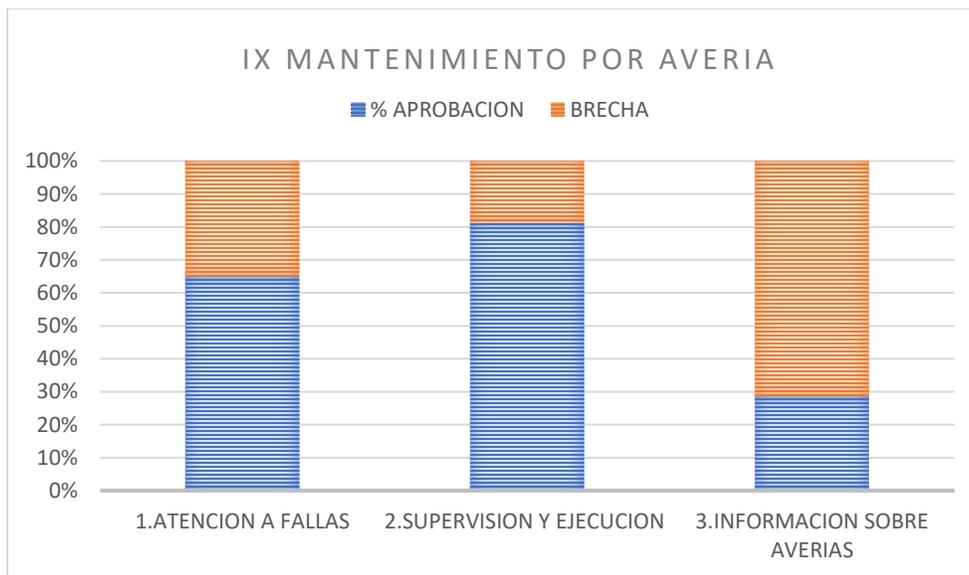


Figura 3-9 Análisis del mantenimiento por avería.

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

### 3.4.10 Personal de mantenimiento

Se evidencia que en cuanto al personal de mantenimiento se tiene la cantidad adecuada tanto en cantidad como en calidad. Además de ser personal capacitado, cuentan con experiencia en distintas áreas que permiten realizar las labores de mantenimiento de la mejor manera.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 3-10** Análisis del personal de mantenimiento

Principio básico	Deseado	Obtenido	% Aprobación	Brecha
1. Cuantificación de las necesidades del personal	70	70	100	0
2. Selección y formación	80	80	100	0
3. Motivación e incentivos	50	50	100	0

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

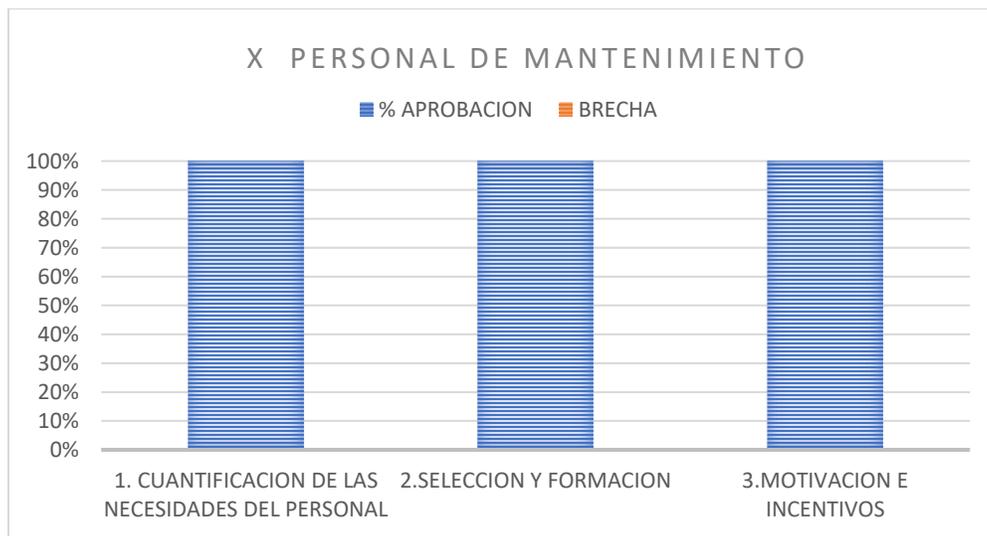


Figura 3-10 Análisis del personal de mantenimiento.

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

### 3.4.11 Apoyo logístico

En cuanto al apoyo logístico, la deficiencia encontrada es que el presupuesto del departamento es limitado como en muchos lugares. Esta situación se traduce en faltante de materiales. Además, los trámites internos como, por ejemplo: el proceso de compra de repuestos y materiales, es un poco lento, ya que se tarda hasta una semana para recibir una cotización, esto sin considerar el tiempo en el que el repuesto llega a los empleados.

El departamento es visto como fundamental en la organización, por este motivo es apoyado por los demás departamentos. Posee políticas referentes a la inversión que son manejadas desde los niveles superiores.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 3-11** Análisis del apoyo logístico

Principio básico	Deseado	Obtenido	% Aprobación	Brecha
1.Apoyo administrativo	40	34	85	15
2.Apoyo gerencial	40	40	100	0
3.Apoyo gerencial	20	20	100	0

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

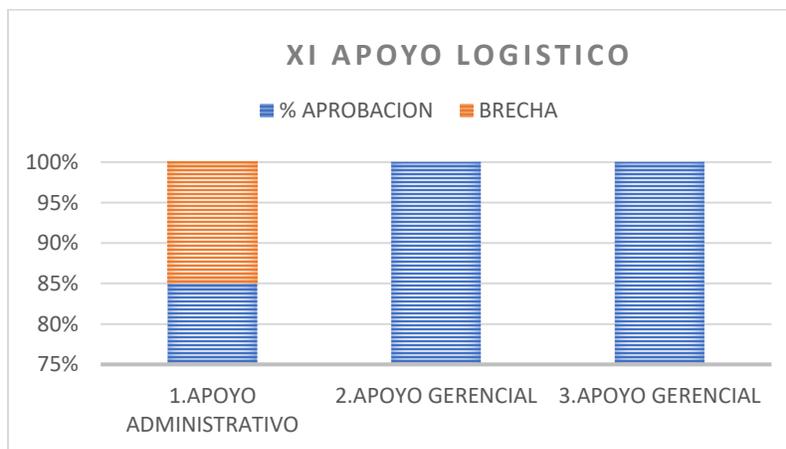


Figura 3-11 Análisis del apoyo logístico.

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

### 3.4.12 Recursos

El departamento cuenta con instrumentos y materiales necesarios para realizar los trabajos de mantenimiento. El desecho de materia prima, mínimos y máximos de cada material, costos incurridos por falta de este, son aspectos que suman a los deméritos. Los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 3-12** Análisis de los recursos

Principio básico	Deseado	Obtenido	% Aprobación	Brecha
1.Equipos	30	29	97	3
2.Herramientas	30	30	100	0
3.Instrumentos	30	30	100	0
4.Materiales	30	12	40	60
5.Repuestos	30	9	30	70

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

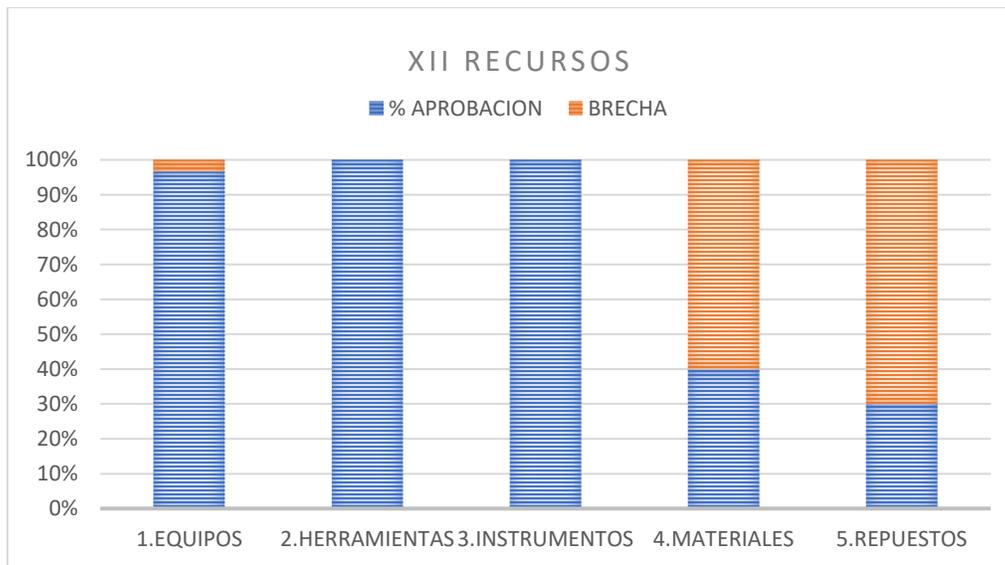


Figura 3-12 Análisis de los recursos.

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

### 3.4.13 Resumen de la evaluación

Finalmente se muestran los resultados en forma general, donde se indica en la escala de colores la madurez en cada aspecto

**Tabla 3-13** Cuadro resumen de las áreas de evaluación.

Área	nivel deseado (optimo)	nivel obtenido	% aprobación	brecha
Organización de la institución	150	150	100	0
Organización de mantenimiento	200	200	100	0
Planificación de mantenimiento	200	187	94	7
Mantenimiento rutinario	250	245	98	2
Mantenimiento programado	250	246	98	2
Mantenimiento circunstancial	250	207	83	17
Mantenimiento correctivo	250	120	48	52
Mantenimiento preventivo	250	195	78	22
Mantenimiento por avería	250	150	60	40
Personal de mantenimiento	200	200	100	0
Apoyo logístico	100	94	94	6
Recursos	150	110	73	27

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

**Tabla 3-14** Escala de colores para evaluar la madurez del mantenimiento

excelencia	91-100 %
competencia	81- 90%
entendimiento	71- 80%
conciencia	51-70%
inocencia	0-50%

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

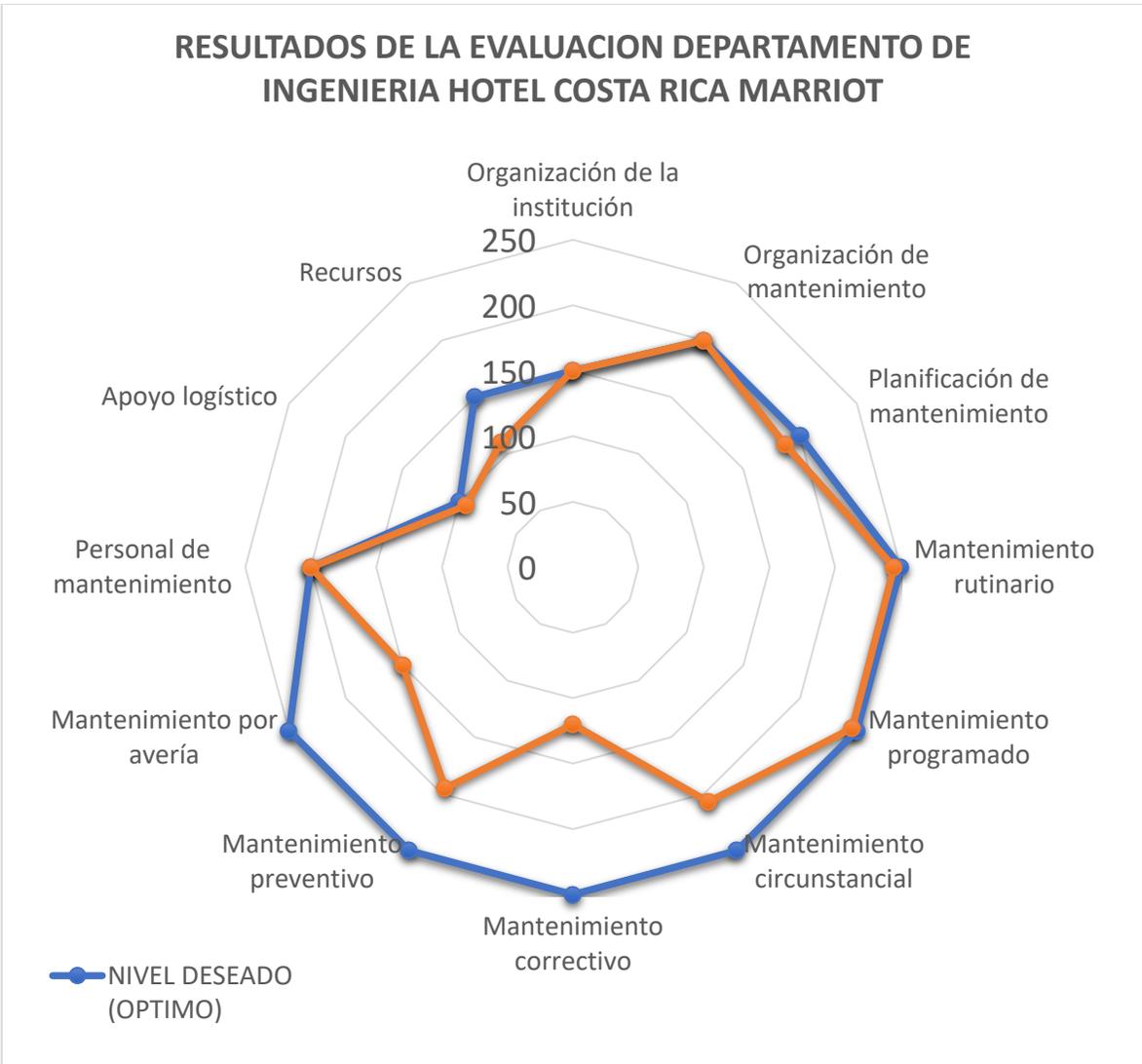
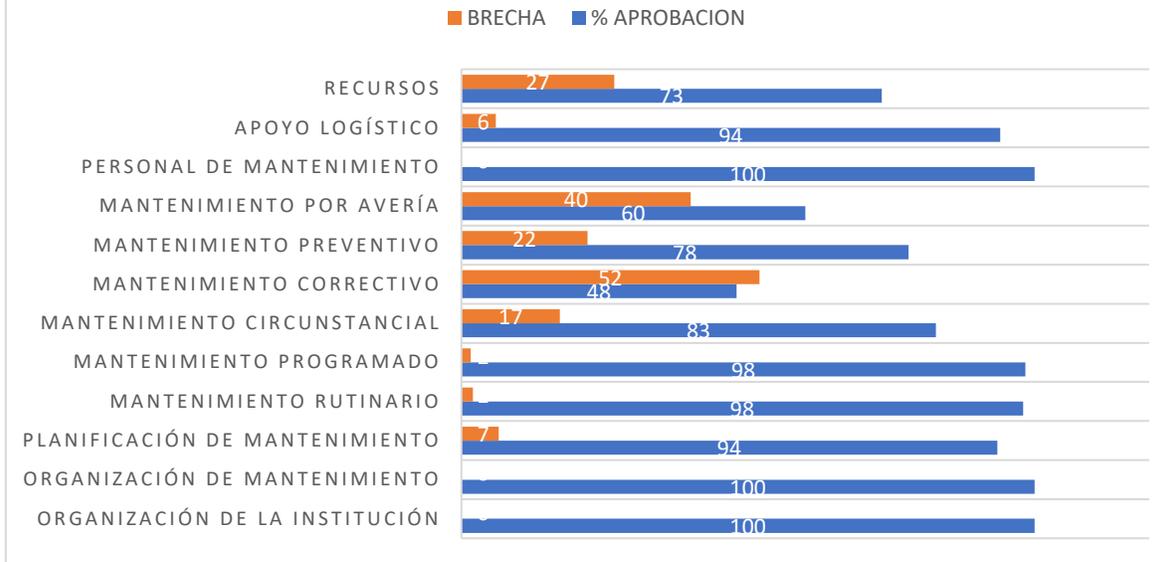


Figura 3-13 Resumen de las áreas de evaluación.

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

## MADUREZ DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA HOTEL MARRIOT COSTA RICA



**Figura 3-14** Madurez del departamento de ingeniería del Hotel San José Costa Rica Marriott.

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

### 3.4.14 Propuesta de mejora con del modelo de gestión de mantenimiento

Para trazar el camino que debe seguir el modelo de gestión de mantenimiento, para que impacte de manera positiva en los aspectos donde es necesario elevar el porcentaje de aprobación, se proponen las siguientes mejoras:

**Tabla 3-15** Propuesta de mejora con el modelo de gestión de mantenimiento

Área	% Aprobación	Propuesta de mejora
organización de la institución	100	-
organización de mantenimiento	100	-
planificación de mantenimiento	94	Registro de fallas. Indicadores del BSC
mantenimiento rutinario	98	Formato de control de insumos
mantenimiento programado	98	Rutinas de mantenimiento equipos
mantenimiento circunstancial	83	Rutinas de mantenimiento equipos. Formato de control de insumos. Registro de fallas
mantenimiento correctivo	48	Rutinas de mantenimiento equipos. Formato de control de insumos. Registro de fallas. Indicadores del BSC
mantenimiento preventivo	78	Rutinas de mantenimiento equipos. Formato de control de insumos. Registro de fallas. Indicadores del BSC
mantenimiento por avería	60	Formato de control de insumos. Registro de fallas.
personal de mantenimiento	100	-
apoyo logístico	94	-
recursos	73	Formato de control de insumos

Fuente: elaboración propia (Excel 2016)

## **4. Capítulo IV Establecimiento de los indicadores de clase mundial para el departamento para el hotel San José costa rica Marriott**

### **4.1 Introducción**

*“Cuando se puede medir de lo que se está hablando, y expresarlo en números, se sabe algo al respecto; pero cuando no se puede medir, cuando no se puede expresar en números, el conocimiento es de una clase pobre e insatisfactoria” William Thompson*

Ante la búsqueda constante de las empresas, en este caso el hotel, de maximizar las capacidades productivas y minimizar costes operativos, la condición de los equipos y disponibilidad de los mismos juega un papel fundamental.

Para monitorear el trabajo del departamento de ingeniería (decidir si se deben realizar cambios, enfocar esfuerzos en un aspecto en específico) se debe definir una serie de parámetros que permitan evaluar los resultados que se están obteniendo en el área de mantenimiento. Es decir, a partir de una serie de datos, el sistema de procesamiento debe enviar información (indicadores) en los que se basará el departamento para tomar decisiones sobre la evolución del mantenimiento.

### **4.2 Norma VDI-2893**

Provee instrucciones para la formación de indicadores para el planeo, control, monitoreo y análisis del sistema de mantenimiento. También, muestra opciones para la formación de sistemas de indicadores con los cuales el rendimiento del mantenimiento, así como las mejores alcanzadas del sistema puedan ser transparentes.

### **4.3 Indicador de clase mundial**

Un indicador es una expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso, cuya dimensión, al ser comparada con un nivel de referencia puede mostrar una desviación. Los indicadores de clase mundial son aquellos que se utilizan en todos los países.

Se utilizan para:

- a. Medir el estado de un proceso.
- b. Realizar comparaciones.
- c. Medir cambios de manera continua.
- d. Se utiliza para identificar objetivos y metas.
- e. Establecer registros de comportamiento de los equipos.
- f. Planificar acciones de mejora, cuantificar y visualizar deficiencias.
- g. Predecir el comportamiento futuro sobre fallas y necesidades de mantenimiento.

### **4.4 Cuadro de Mando Integral (CMI)**

El Cuadro de mando integral (CMI) o Balanced Scorecard de es una herramienta que fue desarrollada por los académicos Norton y Kaplan, la cual permite enlazar estrategias y objetivos clave, con cometidos y resultados en las cuatro áreas más importantes de las empresas: desempeño financiero, conocimiento del cliente, procesos internos de negocio y aprendizaje y crecimiento.

En resumen, transforma la misión de una unidad de negocio en un conjunto de objetivos y medidas cuantificables.

#### 4.4.1 Perspectivas del CMI

- a. **Desempeño financiero:** abarca los indicadores que proporcionan información sobre el éxito financiero y los gastos de mantenimiento. Estos indicadores agrupan todas las técnicas de gestión y actividades comerciales en el mantenimiento y muestran un panorama de las consecuencias económicas, de las medidas anteriores.

La pregunta clave sería: “¿Qué esperan de nosotros nuestros accionistas?”

- b. **Conocimiento del cliente:** muestra al mantenimiento desde el punto de vista de la producción. Se mide la satisfacción del cliente con el servicio brindado por mantenimiento.

Las preguntas claves serían: “¿Cómo es percibida la empresa por los clientes? ¿Qué objetivos derivan de las características de nuestros clientes para alcanzar la satisfacción de los mismos?”

- c. **Procesos internos del negocio:** esta perspectiva se centra en mostrar desde el punto de vista interno el área de mantenimiento. Se valoran los procesos internos de mayor influencia que utiliza mantenimiento para el cumplimiento de sus objetivos y los de la empresa.

Las preguntas claves serían: ¿En qué procesos de la cadena de valor se quiere destacar? ¿Qué objetivos se derivan de los procesos desarrollados por la empresa y que son necesarios para cumplir los objetivos económicos y con los clientes?

- d. **Aprendizaje y conocimiento:** Se evalúan los recursos más importantes de mantenimiento y de la empresa que son las personas; su conocimiento, aptitud, motivación y su capacidad de innovar. El alcanzarlo garantiza el éxito de los servicios de mantenimiento.

Las preguntas claves de esta perspectiva serían: ¿Qué objetivos deben establecerse con respecto a las capacidades potenciales de la empresa para hacer frente a los retos actuales y futuros? ¿Con qué recursos estratégicos se cuenta? ¿Se puede seguir mejorando y creando valor?

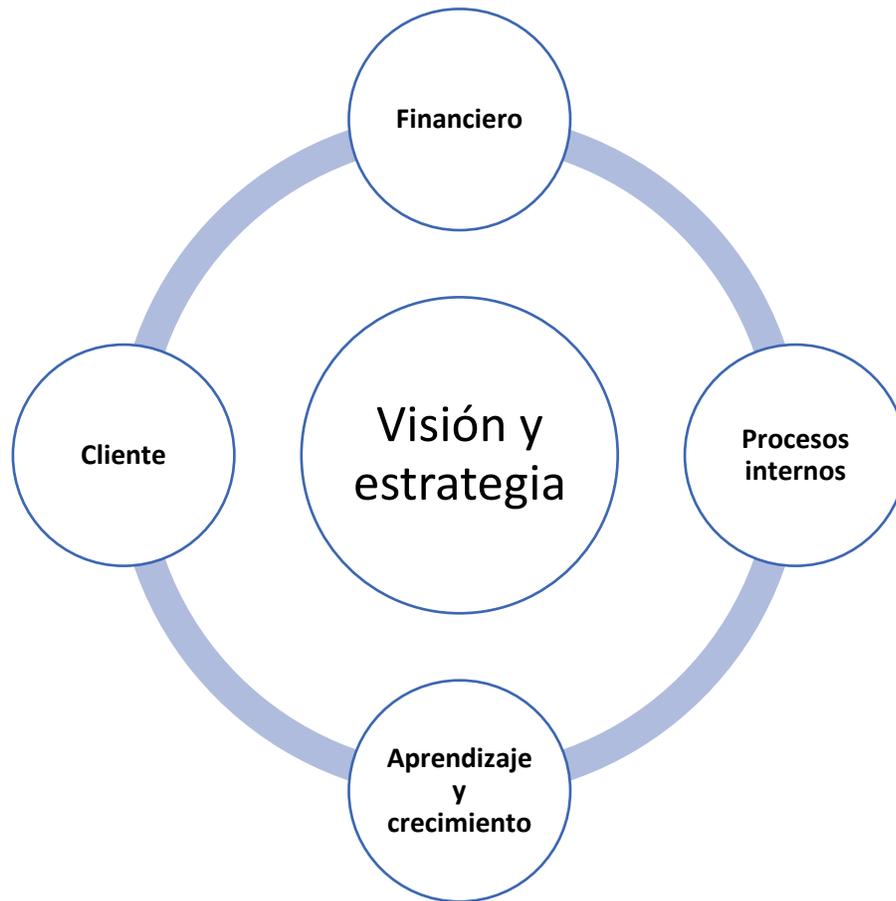


Figura 4-1 Perspectivas del cuadro de mando integral.

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

#### **4.4.2 Importancia y relación del CMI con el mantenimiento**

Su importancia con el mantenimiento es que además del control técnico y financiero, realiza un conjunto de mediciones más generales e integradas que vinculan los procesos internos, los empleados y la actuación de los sistemas con el éxito a largo plazo.

Los indicadores guardan mucha información sobre la historia de las acciones pasadas y ofrecen una guía adecuada para las acciones que hay que realizar en la actualidad para que en un futuro se pueda agregar valor a los procesos.

#### **4.4.3 Pasos para la implementación de un CMI**

##### **a. Análisis estratégicos.**

Se determina el conjunto de amenazas y oportunidades del entorno, así también sus fortalezas y debilidades. Lo anterior permite un diagnóstico y evaluación de la situación.

##### **b. Formulación de estrategias.**

Posibles alternativas que se tienen para conseguir la misión y objetivos que se han determinado.

##### **c. Implantación estratégica.**

Se pone en marcha la estrategia. Se basa en:

- Capacidad del equipo directivo hacia el recurso humano (liderazgo).
- Estructura organizativa y cultura empresarial

Requiere planificación y control estratégico, verificando los resultados obtenidos

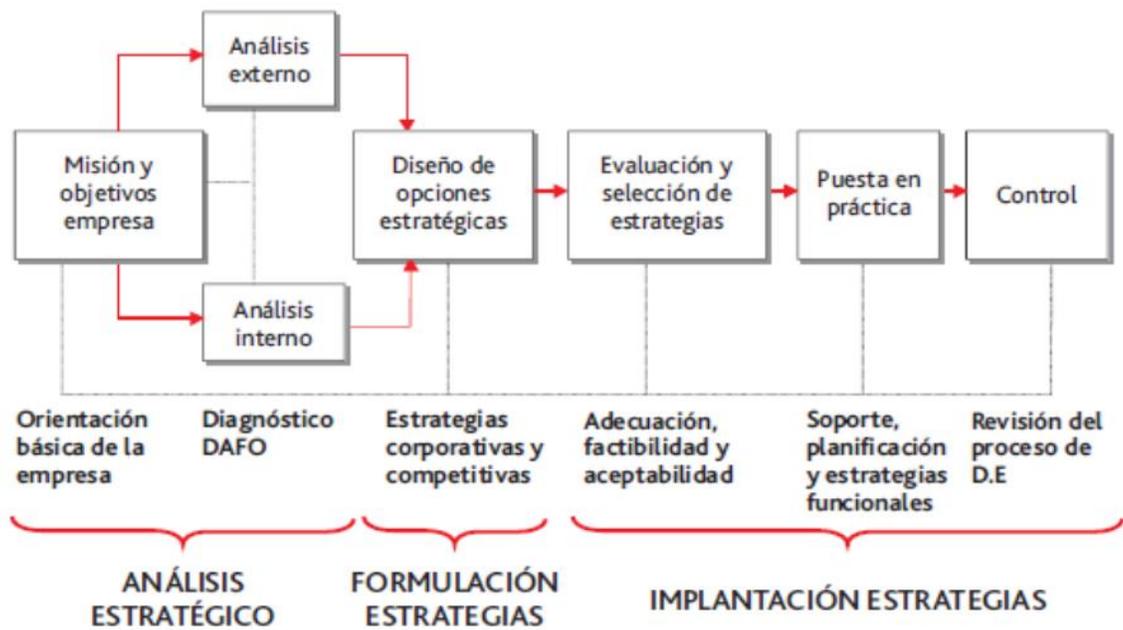


Figura 4-2 Proceso elaboración de un cuadro de mando integral.

Fuente: (Piedra, 2017)

## 4.5 Propuesta de diseño de Cuadro de Mando Integral para el Hotel San José Costa Rica Marriott

### 4.5.1 Metodología

- Se determina la misión y visión del departamento de Ingeniería, con el fin de analizarlos y determinar los objetivos estratégicos.
- Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), con el fin de puntualizar fortalezas y debilidades del departamento.
- Elaboración de los objetivos estratégicos, agrupándolos de manera adecuada en cada perspectiva.
- Determinación de los indicadores que se ajusten mejor y permitan lograr los objetivos establecidos.
- Definición de las metas para cada indicador.
- Propuesta de Cuadro de Mando Integral.

#### **4.5.2 Misión y visión del departamento**

Estas fueron previamente definidas en el *Capítulo 1*, en el apartado de *Departamento de ingeniería*.

#### **4.5.3 Análisis FODA**

Es una herramienta que permite el estudio de la situación de una empresa analizando sus características internas (debilidades y fortalezas) y su situación externa (amenazas y oportunidades).

Este proyecto abarca solamente la fase de diseño, por consiguiente, para aspirar a un mantenimiento de clase mundial dentro de la empresa, se debe realizar la implementación progresiva; cambios en aspectos como la cultura organizacional y realizar el proceso de mejora continua, para finalmente cubrir todas las áreas evaluadas y alcanzar mejores resultados en las mismas.

De este modo, para que el ciclo de mejora continua sea aplicado, es necesario realizar al menos una revisión anual del FODA, con el fin de verificar el estado actual (avance o retroceso) de las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades.

A continuación, se presenta dicho análisis:

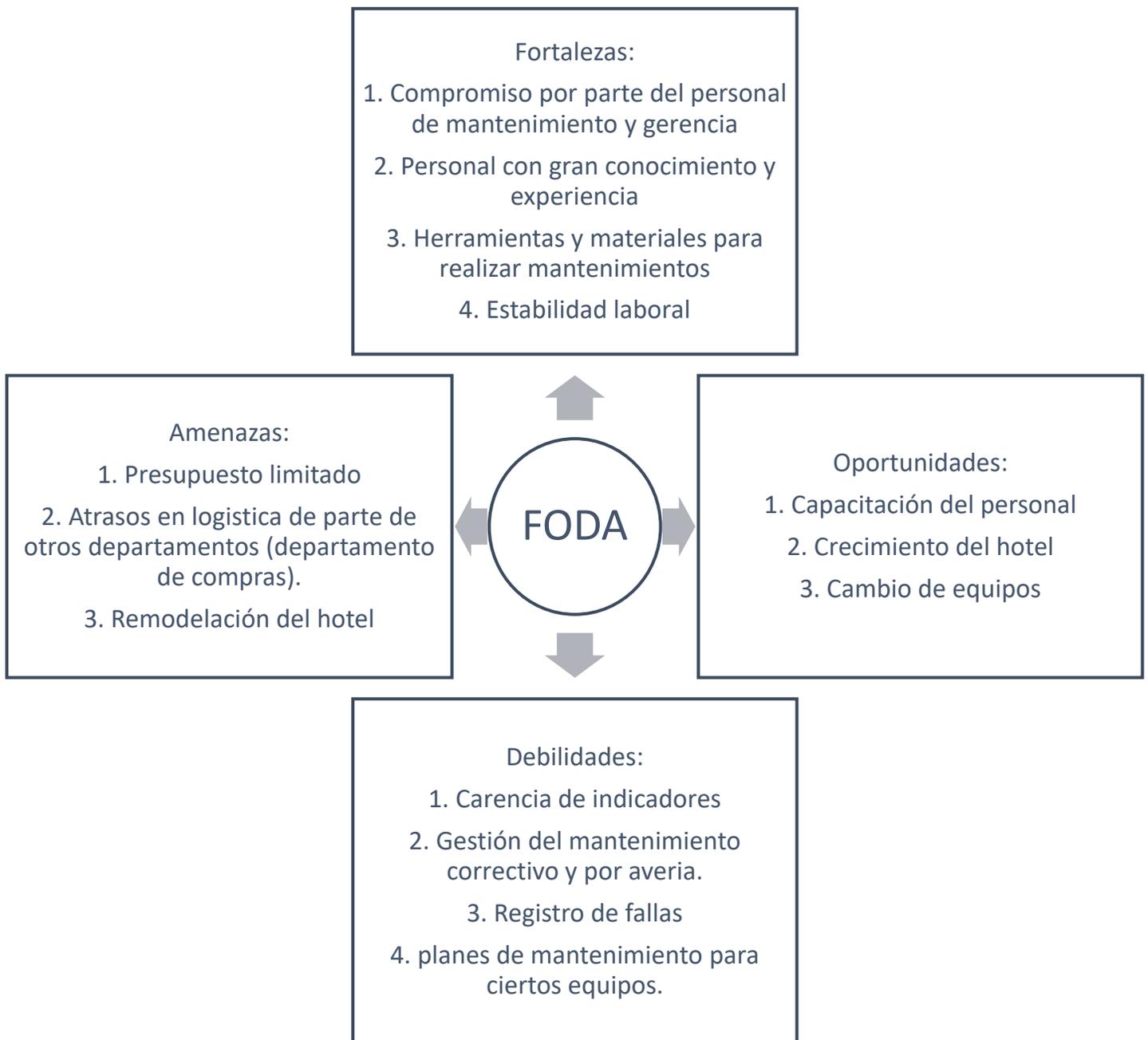


Figura 4-3 Análisis FODA.

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

#### **4.5.4 Definición de objetivos**

Los objetivos propuestos están en función de la misión y visión del departamento, así como la evaluación previamente realizada en el *Capítulo 3*. Además, es necesario tomar en cuenta el análisis FODA. Con el fin de que vengan a solventar los puntos más débiles de la evaluación, que, de acuerdo con las oportunidades y fortalezas que se presentan, permitan cumplir con la misión y visión del departamento.

De acuerdo a cada perspectiva, se seleccionarán los objetivos que permitan generar un mayor impacto en la organización, según lo que se describió anteriormente.

A continuación, se detallarán los objetivos de acuerdo a cada perspectiva:

##### **4.5.4.1 Objetivos estratégicos perspectiva financiera**

- 1. Disminuir los costos mensuales en mantenimiento por avería:** como departamento se pretende llevar un mejor control de inventarios y repuestos que permita no solamente atender la falla de una manera más rápida y oportuna, sino que se ahorre dinero por compra de repuestos de emergencia o pago de amenidades a los huéspedes.
- 2. Controlar presupuesto de mantenimiento:** es importante el monitoreo constante de los gastos totales del departamento, con el fin de siempre estar cerca del presupuesto proyectado.

#### 4.5.4.2 Objetivos estratégicos perspectiva cliente

1. **Mejorar la percepción del huésped en la encuesta (maintenance and upkeep):** garantizando que los servicios de agua caliente, aire acondicionado, agua potable, aire comprimido y vapor, estén siempre a disposición (huéspedes y procesos internos), se aumenta la posibilidad de recibir buenas calificaciones en las encuestas por parte de los huéspedes, y finalmente, una buena calificación en el *maintenance and upkeep*.

#### 4.5.4.3 Perspectiva procesos internos

1. **Mantener la disponibilidad por encima del 85%:** para una disponibilidad de clase mundial se necesita estar por arriba del 85%, se busca disminuir los paros no programados, que provocan en atrasos en los servicios que ofrece el hotel, esto mediante el desarrollo de programas de mantenimiento que se propondrán más adelante.
2. **Mantener la confiabilidad por encima del 85%:** para una confiabilidad de clase mundial se necesita estar por arriba del 85%, con el fin de aumentar el tiempo medio entre una falla y la otra. Esto se logra mediante la correcta tercerización del mantenimiento, desarrollo de programas de mantenimiento que creen un balance adecuado para cada equipo.
3. **Mantener la mantenibilidad por encima del 85%:** para una mantenibilidad de clase mundial se necesita estar por arriba del 85%, se pretende reducir los tiempos fuera de servicio de los equipos de producción.

#### 4.5.4.4 Perspectiva de desarrollo y aprendizaje

1. **Desarrollar de programas de capacitación:** es necesario establecer una lista de capacitaciones, que permitan a los asociados, realizar de una mejor manera las labores de mantenimiento.

#### 4.5.5 Mapa estratégico

El mapa estratégico es donde se describe la metodología de la empresa a través de los objetivos dados en las perspectivas: financiera, cliente, procesos internos y desarrollo y aprendizaje.

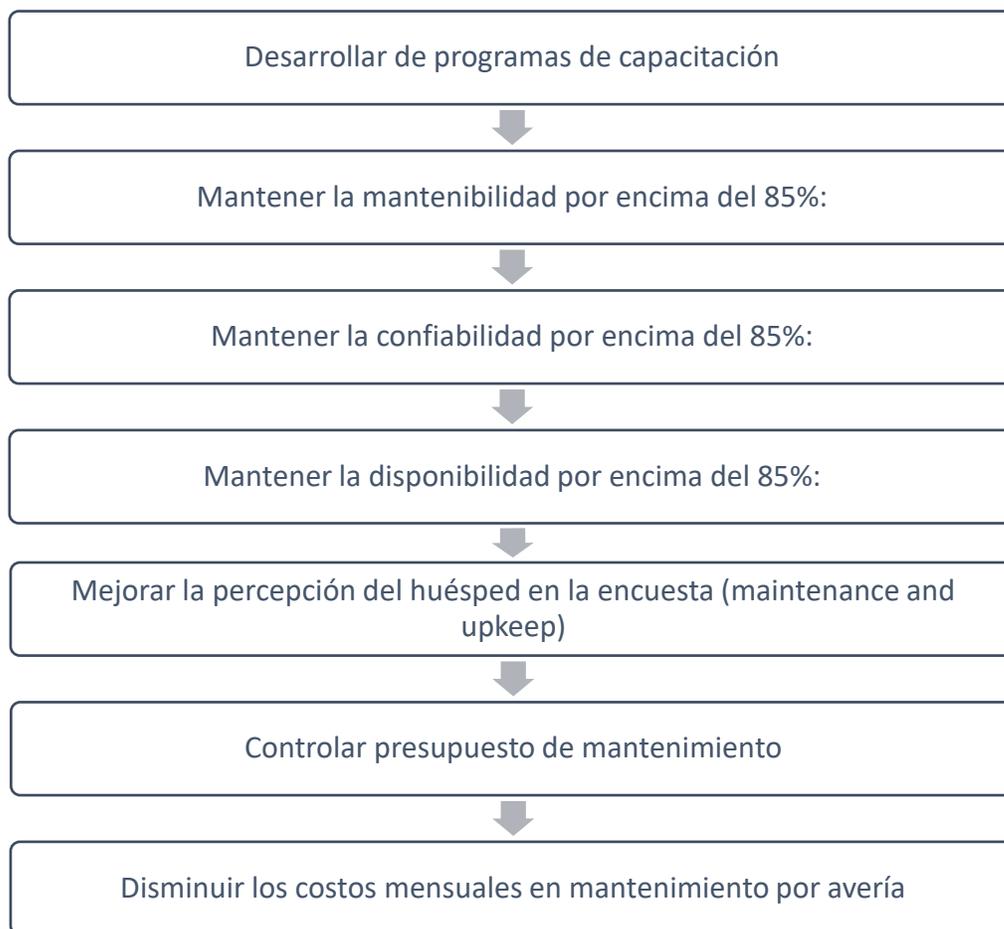


Figura 4-4 Mapa estratégico.

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

#### 4.5.6 Determinación de los indicadores

A partir del establecimiento de los objetivos estratégicos, se determinan los indicadores para cada uno, con el fin de dar un seguimiento y medir el avance en cada aspecto. La determinación de cada indicador, se realizó con base en cada objetivo, se evaluó su viabilidad y la fuente de información que lo alimenta. Además, es necesario asignarle un responsable que garantice un adecuado monitoreo. A continuación, se muestran los indicadores seleccionados:

**Tabla 4-1** Determinación de los indicadores

Perspectiva	Objetivo	Indicador	Fórmula
Financiera	Disminuir los costos mensuales en mantenimiento por avería	Grado desviación costo mantenimiento por avería	$\frac{\text{presupuesto mto avería} - \text{Costo mto por avería}}{\text{presupuesto mto por avería}}$
	Controlar el presupuesto de mantenimiento.	Grado de desviación respecto del presupuesto	$\frac{\text{Presupuesto previsto} - \text{presupuesto actual}}{\text{presupuesto planeado}}$
Cliente	Mejorar la percepción del huésped en la encuesta ( <i>maintenance and upkeep</i> )	<i>Maintenance and upkeep</i>	<i>maintenance and upkeep</i>

	Mantener la disponibilidad por encima del 85%	Disponibilidad	$\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$
Procesos internos	Mantener la confiabilidad por encima del 85%	Confiabilidad	$\frac{1}{MTBF}$
	Mantener la mantenibilidad por encima del 85%	Mantenibilidad	$\frac{\sum \text{Tiempos fuera de servicio}}{N^\circ \text{ Total de fallos por periodo}} \times 100$
Desarrollo y aprendizaje	Desarrollar de programas de capacitación	Cantidad de capacitaciones impartidas a los asociados del departamento de ingeniería	$\frac{N^\circ \text{ de capacitaciones impartidas}}{N^\circ \text{ de capacitaciones programadas}}$

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

#### 4.5.7 Frecuencia de la toma de datos

La toma de datos varía según el indicador, estas pueden ser: diarias, semanales, mensuales y anuales. Dicha frecuencia fue determinada de acuerdo a los objetivos del departamento y tomando en cuenta la frecuencia real con la que se podrían tomar y necesitar dichos datos.

- a. Diarios: *maintenance and upkeep*.
- b. Mensuales: costos mantenimiento por avería, grado de desviación respecto del presupuesto, mantenibilidad, confiabilidad, disponibilidad.
- c. Anuales: cantidad de capacitaciones impartidas a los asociados del departamento de ingeniería.

#### 4.5.8 Codificación de los indicadores

Se codifican los indicadores para que exista una manera simplificada de identificarlos. Tomando letras de su respectivo indicador. A continuación, se muestra un ejemplo de codificación:

**Tabla 4-2** Ejemplo codificación de equipos

<b>Indicador</b>	<b>Código</b>
mantenibilidad	M

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

#### 4.5.9 Descripción de los indicadores

En el CMI se describen cada uno de los indicadores, con el fin de que sean interpretados o al menos entendidos por cualquier persona del departamento.

#### **4.5.10 Unidad de medida**

Para poder interpretar los resultados de los indicadores, así como compararlos y tomar decisiones, es necesario asignarles la respectiva unidad de medida

#### **4.5.11 Fuente de captura de datos**

Para cada indicador es necesario definir la fuente de información de los datos. Para algunos indicadores es necesario establecer y recolectar información desde cero, ya que son datos que no se vienen registrando. Otros provienen directamente de la base de datos del departamento y del programa de mantenimiento *Transcendent*, del cual se hablará más adelante.

#### **4.5.12 Responsables**

Para cada indicador se designa una persona encargada, la cual se encargará de la toma de datos y de la determinación final del indicador.

#### **4.5.13 Metas**

Estas permiten evaluar el desempeño de cada indicador, permiten cuantificarlas y para que sean de valor para el departamento, deben estar dirigidas a cumplir los objetivos estratégicos.

Las metas deben ser realistas y deben permitir optimizar plazo de tiempo corto

#### 4.5.14 Balanced Score Card propuesto

Perspectiva	Objetivos estratégicos	Indicador	Descripción	Fuente de información	Código	Fórmula	Unidad	Frecuencia	Responsable	Meta final		
										alto	medio	bajo
Financiera	Disminuir los costos mensuales en mantenimiento por avería	Grado desviación costo mantenimiento por avería	Grado desviación Costos incurridos por avería. Incluye las horas hombre y el costo en repuestos	Base de datos de ingeniería	CMA	$\frac{\text{presupuesto mto avería} - \text{Costo mto por avería}}{\text{presupuesto mantenimiento por avería}}$	%	mensual	Gerente de ingeniería	3>x	5>x>3	x>5
	Controlar el presupuesto de mantenimiento.	Grado de desviación respecto del presupuesto	Establece la desviación porcentual del presupuesto previsto	Base de datos de ingeniería	DP	$\frac{\text{Presupuesto previsto} - \text{presupuesto actual}}{\text{presupuesto planeado}}$	%	mensual	Gerente de ingeniería	3>x	5>x>3	x>5
Cliente	Mejorar la percepción del huésped en la encuesta ( <i>maintenance and upkeep</i> )	<i>Maintenance and upkeep</i>	Grado de satisfacción del huésped con el servicio de mantenimiento	GSS	MU	<i>maintenance and upkeep</i>	%	diario	Gerente de ingeniería	x>=72	72>x>65	65>x
Procesos internos	Mantener la disponibilidad por encima del 85%	Disponibilidad	Busca contabilizar la disponibilidad de los equipos en el SJO CR	Registro de fallas	D	$\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$	%	mensual	Supervisor de electro mecánica	x>=85	85>x>80	80>x
	Mantener la confiabilidad por encima del 85%	Confiabilidad	Busca contabilizar la confiabilidad de los equipos en el SJO CR	Registro de fallas	C	$\frac{1}{MTBF}$	%	mensual	Supervisor de electro mecánica	x>=85	85>x>80	80>x
	Mantener la mantenibilidad por encima del 85%	Mantenibilidad	Busca contabilizar la mantenibilidad de los equipos en el SJO CR	Registro de fallas	M	$\frac{\sum \text{Tiempos fuera de servicio}}{\text{N}^\circ \text{ Total de fallos por periodo}} \times 100$	%	mensual	Supervisor de electro mecánica	x>=85	85>x>80	80>x
Desarrollo y aprendizaje	Desarrollar de programas de capacitación	Cantidad de capacitaciones impartidas a los asociados	Busca contabilizar la cantidad de capacitaciones impartidas a los asociados	Supervisor de electro mecánica	CAP	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de capacitaciones impartidas}}{\text{N}^\circ \text{ de capacitaciones programadas}}$	unidad	anual	Supervisor de electro mecánica	x>1	X=1	1>x

## **5. Capítulo V Planes de mantenimiento para los equipos**

### **5.1 Historia del mantenimiento**

En los inicios de la revolución industrial, siglos XVIII y XIX, la maquinaria era controlada por operadores, quienes a su vez tenían cargo la reparación de estos equipos, sin embargo; el proceso de industrialización y su constante evolución han significado una serie de cambios a nivel de operación y mantenimiento.

Los primeros departamentos de mantenimiento surgen a raíz de la necesidad de mejorar los tiempos de reparación de la maquinaria que con el pasar de los años se volvía más compleja. Se da el nacimiento del mantenimiento como una actividad separada del área de operación y se enfocaba en solucionar fallas.

A partir de la Primera Guerra Mundial, y sobre todo en la Segunda, aparece el concepto de fiabilidad. Los departamentos de mantenimiento buscan no sólo solucionar las fallas que se producen en los equipos, sino anticiparlas. Esto supone crear una nueva figura en los departamentos de mantenimiento: personal cuya función es estudiar qué tareas de mantenimiento deben realizarse para evitar las fallas. El personal indirecto, que no está involucrado en la realización de las tareas, aumenta, y con él los costos de mantenimiento; por otro lado, con estas acciones preventivas se logran disminuir las pérdidas por averías y otros costos asociados.

Más tarde aparece el Mantenimiento Preventivo, el Mantenimiento Predictivo, el Mantenimiento Proactivo, la Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador, y el Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM). El RCM como estilo de gestión de mantenimiento se basa en el estudio de los equipos, en el análisis de los modos de fallo y en la aplicación de técnicas estadísticas y tecnología de detección.

## **La Primera Generación**

Cubre el periodo hasta la II Guerra Mundial. La industria no estaba muy mecanizada, por lo que las etapas de paradas no son tan relevantes. La maquinaria era sencilla y en la mayoría de los casos diseñada para un diseño determinado. Esto hacía que fuera fiable y cómodo de reparar. Como consecuencia, no se precisaban sistemas de mantenimiento.

## **La Segunda Generación**

Durante la Segunda Guerra Mundial los sucesos cambiaron drásticamente. Los tiempos de la Guerra desarrollaron la necesidad de productos de toda clase mientras que la mano de obra industrial descendió de forma considerable.

Esto llevó a la necesidad de un aumento de mecanización. Hacia el año 1950 se habían construido equipos de todo tipo y cada vez más complejas. La industria había comenzado a estar en manos de ellas.

Al aumentar esta dependencia, el tiempo infructuoso de un equipo se hizo más manifiesto. Esto llevó a la idea de que los fallos del equipo se podían y debían de prevenir, lo que dio como resultado el comienzo del concepto del mantenimiento preventivo.

El coste del mantenimiento empezó también a elevarse mucho en relación con los otros costes de funcionamiento. Como consecuencia se intentaron a implantar sistemas de control y planificación del mantenimiento.

### **La Tercera Generación.**

El desarrollo continuo de la mecanización significa que los periodos infructuosos tienen un resultado más importante en la producción, costo total y servicio al cliente.

Otra característica, en el aumento de la mecanización, es que cada vez son más serias los efectos de los fallos de una planta para la seguridad y el medio ambiente. Al mismo tiempo los estándares en estos dos campos también están mejorando en respuesta a un mayor interés del personal gerente, los sindicatos, los medios de información y el gobierno. También, esto ejerce influencia sobre el mantenimiento.

Finalmente, el coste del mantenimiento todavía está en aumento, en términos absolutos y en proporción a los gastos totales. En algunas industrias, es ahora el segundo gasto operativo de coste más alto y en algunos casos incluso el primero. Como resultado de esto, en solo treinta años lo que antes no suponía casi ningún gasto se ha convertido en la prioridad de control de coste más importante. (Mubray, 2004)

### **5.2 Análisis de criticidad**

Se utiliza para diferenciar los equipos críticos de los que no lo son. Al no contarse con un registro de fallas, la fuente de información utilizada es la del personal técnico del departamento.

### 5.3 Análisis de Pareto

El análisis Pareto lleva este nombre en honor a Vilfredo Pareto que lo enunció por primera vez. Es un principio basado en el conocimiento empírico.

Pareto estudió que la gente en su sociedad se dividía naturalmente entre los “pocos de mucho” y los “muchos de poco”; se establecían así dos grupos de proporciones 80-20 tales que el grupo minoritario, formado por un 20% de población, ostentaba el 80% de algo y el grupo mayoritario, formado por un 80% de población, el 20% de ese mismo algo. Ya que, por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos. (Sales, 2013)

No es un método científico, pero se usa para describir un fenómeno, no obstante, como aproximación es útil y se puede aplicar.

Se utiliza para:

- a. Para la toma de decisiones sobre las fallas más importantes y menos importantes.
- b. Concentrar esfuerzos en lo más relevante.
- c. El diagrama facilita el estudio de las fallas en las industrias, así como fenómenos sociales o naturales.
- d. Se usa para resaltar la importancia que tienen los factores o elementos en un efecto.
- e. Es muy utilizado por todos aquellos equipos interesados en la mejora.
- f. Para identificar las pocas causas vitales de un problema y separarlos de las muchas y triviales, para atacar a los más importantes (Gómez, Análisis de problemas Diagramas de Pareto, 2016).

## 5.4 Equipos seleccionados

Debido a la gran cantidad de equipos a los cuales se les brinda mantenimiento, alrededor de 2266, se realiza un análisis de criticidad por áreas. Una vez determinada las áreas más críticas, se realiza una selección de los equipos que se les hará programas de mantenimiento.

Muchos de los equipos cuentan con planes de mantenimiento, otros se les realiza mantenimiento tercerizado, otros no cuentan con mantenimiento, puntos que también se tomaron en cuenta a la hora de seleccionar equipos.

Como parte fundamental de la operación del hotel se encuentra Casa máquinas, quien provee de vapor, agua caliente, aire comprimido, agua potable, electricidad y aire acondicionado al hotel, lo que la excluye del análisis por áreas y pasa directamente al análisis de criticidad de equipos por razones obvias.

Esta división por áreas fue analizada y revisada en conjunto con el personal técnico del hotel.

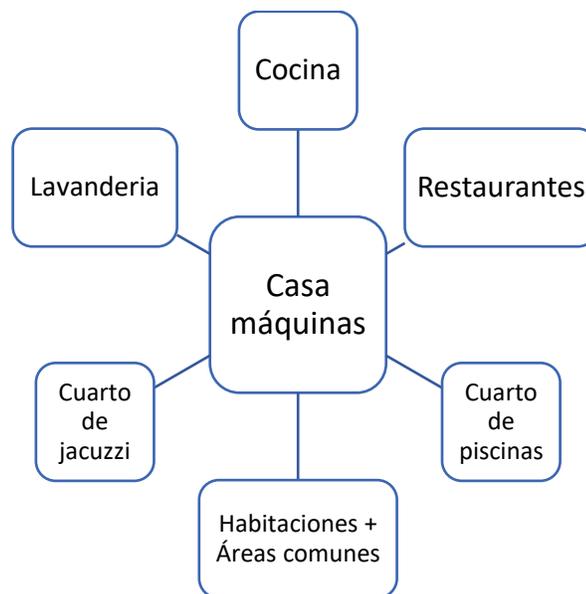


Figura 5-1 División de áreas propuesta para análisis de criticidad.

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

Al no contar con un registro de fallas de los equipos, el criterio a utilizar para realizar la selección es la experiencia del personal técnico. (Tavares, 1996). Esta metodología se califica tres rubros:

- a. Gravedad (G): si un fallo, puede perjudicar el equipo o poner en riesgo vidas humanas y/o medio ambiente.
- b. Urgencia (U): si el problema genera o puede generar perjuicios al proceso o al servicio, comprometiendo las obligaciones de la empresa de plazo, costos o calidad
- c. Tendencia (T): como el problema puede desarrollarse o degenerar con el tiempo.

Además, se incluye un cuarto elemento: Frecuencia, que fue añadido para medir que tan frecuentemente, de acuerdo a la percepción del personal técnico, ocurre una falla en los equipos.

Para dicha calificación se le da un valor del 1 al 5 de acuerdo a que tan significativo sea el efecto. Donde 5 es muy influyente y 1 no influye en el aspecto evaluado.

### 5.4.1 Análisis de criticidad por áreas

**Tabla 5-1** Análisis de criticidad por áreas

Área	Cocina					Restaurantes					Áreas comunes + habitaciones					Cuarto de jacuzzi					Cuarto de piscina					Lavandería				
	G	U	T	F	GxUx Tx F	G	U	T	F	GxUx Tx F	G	U	T	F	GxUx Tx F	G	U	T	F	GxUx Tx F	G	U	T	F	GxUx Tx F	G	U	T	F	GxUx Tx F
Erick Bolaños	3	3	3	2	<b>54</b>	3	3	3	1	<b>27</b>	2	2	2	1	<b>8</b>	5	5	5	5	<b>625</b>	5	5	5	5	<b>625</b>	4	5	5	3	<b>300</b>
Diego Vargas	4	4	3	5	<b>240</b>	4	5	3	1	<b>60</b>	3	2	3	1	<b>18</b>	5	5	5	4	<b>500</b>	5	5	5	4	<b>500</b>	5	4	5	4	<b>400</b>
Cristopher Calderón	4	4	4	5	<b>320</b>	3	3	2	1	<b>18</b>	5	5	1	1	<b>25</b>	5	5	3	4	<b>300</b>	4	5	4	3	<b>240</b>	5	5	5	5	<b>625</b>
<b>Totales</b>					<b>614</b>					<b>105</b>					<b>51</b>					<b>1425</b>					<b>1365</b>					<b>1325</b>

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

**Tabla 5-2** Resultados evaluación GUTF y Pareto para las distintas áreas

Área	Valor absoluto GUTF	Valor acumulado GUTF	Valor relativo %	Valor relativo % acumulado
Cuarto jacuzzi	1425	1425	29	29
Cuarto piscina	1365	2790	28	57
Lavandería	1325	4115	27	84
Cocina	614	4729	13	97
Restaurantes	105	4834	2	99
Áreas comunes + Habitaciones	51	4885	1	100

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

## 5.4.2 Análisis de criticidad de casa máquinas

**Tabla 5-3** Análisis de criticidad para el área de casa máquinas

Área	Tanques agua caliente					Sistema de agua potable					Calderas					Chillers					Compresores				
	G	U	T	F	<b>GxUxTx F</b>	G	U	T	F	<b>GxUxTx F</b>	G	U	T	F	<b>GxUxTx F</b>	G	U	T	F	<b>GxUxTx F</b>	G	U	T	F	<b>GxUxTx F</b>
Asociado	5	5	5	2	<b>250</b>	5	5	5	1	<b>125</b>	5	5	5	4	<b>500</b>	5	5	5	3	<b>375</b>	5	5	5	1	<b>125</b>
Erick Bolaños	5	4	5	3	<b>300</b>	5	5	5	1	<b>125</b>	5	5	5	4	<b>500</b>	5	5	5	4	<b>500</b>	3	5	4	1	<b>60</b>
Cristopher Calderón	5	3	5	4	<b>300</b>	5	5	5	1	<b>125</b>	5	5	5	4	<b>500</b>	5	5	5	3	<b>375</b>	5	5	4	2	<b>200</b>
<b>Totales</b>					<b>850</b>					<b>375</b>					<b>1500</b>					<b>1250</b>					<b>385</b>

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

**Tabla 5-4** Resultados GUTF y Pareto para casa máquinas

Área	Valor absoluto GUTF	Valor acumulado GUTF	Valor relativo %	Valor relativo % acumulado
calderas	1500	1500	34	34
<i>chillers</i>	1250	2750	29	63
tanques agua caliente	850	3600	19	83
compresores	385	3985	9	91
sistema de agua potable	375	4360	9	100

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

### 5.4.3 Análisis de resultados

Del análisis de criticidad por área se obtiene que las secciones más críticas son con su respectivo valor % acumulado:

- a. Cuarto de jacuzzi (29%)
- b. Cuarto de piscina (57%)
- c. Lavandería (84%)

Del análisis de criticidad en casa máquinas se obtiene que las máquinas más críticas con su respectivo valor % acumulado son:

- a. Calderas (34%)
- b. *Chillers* (63%)
- c. Tanques de agua caliente (83%)

No se realiza análisis de criticidad en los cuartos de jacuzzi y piscina, ya que solo están compuestas por bombas.

Tampoco en lavandería, ya que el personal técnico comenta que la mayoría de fallos se presentan en el aplanchador-secador.

A los *chillers* no se le realizará plan de mantenimiento, ya que es equipo que cuenta con mantenimiento tercerizado, mantenimiento rutinario y preventivo.

Las calderas cuentan con un programa de mantenimiento mensual tercerizado, así como una rutina de mantenimiento preventivo diario. Lo que comenta el personal técnico es que las bombas son el común denominador de las fallas en la caldera.

El común denominador en los equipos, como menciona el personal técnico, es el problema con las bombas. Dichas situaciones también fueron ampliamente

explicadas en el apartado de *Definición del problema* y son a las que se le prestará más atención en los apartados siguientes.

#### 5.4.4 Lista de equipos

De acuerdo a (García, 2003), el listado de los equipos se puede realizar de la siguiente manera:

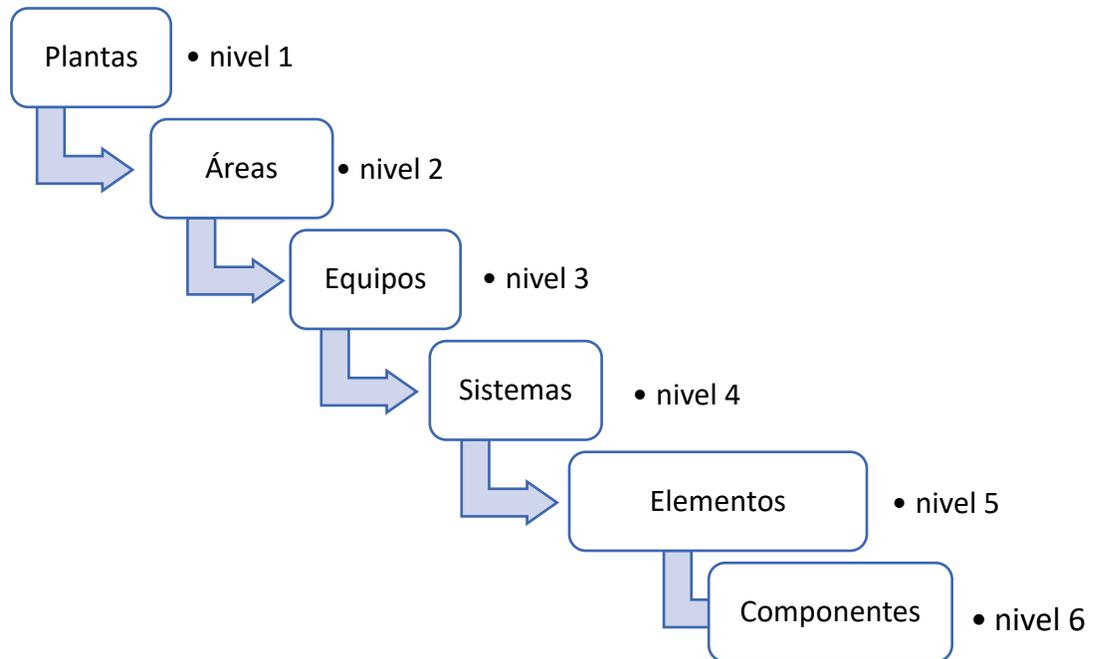


Figura 5-2 Niveles lista de equipos.

Fuente: (García, 2003)

- a. **Planta:** centro de trabajo. Ejemplo: planta el coyol, empresa X.
- b. **Área:** zona donde se ubica la planta. Posee una característica común (centro de coste, similitud de equipos, línea de producto, función). Ejemplo: área de *chillers*, área de casa maquinas.
- c. **Equipo:** unidades productivas que componen el área, que constituyen un conjunto único. Ejemplo: caldera, *chiller*.

**d. Sistema:** conjunto de partes que tienen una función común dentro de un equipo. Ejemplo: sistema de bombeo, sistema de enfriamiento.

**e. Elemento:** cada uno de las partes que integran un sistema. Ejemplo: el motor de la bomba de lubricación de un compresor. Es importante diferenciar elemento y equipo. Un equipo puede estar conectado o dar servicio a más de un equipo. Un elemento, en cambio, sólo puede pertenecer a un equipo.

**f. Componentes:** partes en que puede subdividirse un elemento. Ejemplo: Rodamiento de un motor, junta rascadora de un cilindro neumático.

Adicionalmente se adiciona una casilla en la codificación que se llama código *Transcendent*, es el código que tiene asignado en el software de mantenimiento utilizado por el hotel.

### 5.4.4.1 Equipos: área de casa máquinas

**Tabla 5-5** Lista de equipos área: casa maquinas (calderas)

<i>Transcendent</i>	Equipo	Código	Marca	Modelo	Sistema	elemento	Código	marca	modelo
000012	Caldera 1	CA-01	Kewanee	H3S-50	agua alimentación caldera	bomba agua alimentación 1 caldera 1	BA-01	burkes pumps	350CS9M
						bomba agua alimentación 2 caldera 1	BA-02	burkes pumps	350CS9M
000013	Caldera 2	CA-02	Kewanee	H3S-50	agua alimentación caldera	bomba agua alimentación 1 caldera 2	BA-01	burkes pumps	350CS9M
						bomba agua alimentación 2 caldera 2	BA-02	burkes pumps	350CS9M
000014	Caldera 3	CA-03	Kewanee	H3S-50	agua alimentación caldera	bomba agua alimentación 1 caldera 3	BA-01	burkes pumps	350CS9M
						bomba agua alimentación 2 caldera 3	BA-02	burkes pumps	350CS9M

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

**Tabla 5-6** Lista de equipos área: casa maquinas (Tanques de agua caliente)

000642	Tanque Calentador de agua 1	TC-01	Adamso Co	PS851LL1	agua alimentación tanque 1	bomba alimentación agua potable tanque 1	BA-01	bell & gosset	HS-300C-PL
000642	Tanque Calentador de agua 2	TC-02	Adamso Co	PS851LL2	agua alimentación tanque 2	bomba alimentación agua potable tanque 2	BA-02	bell & gosset	HS-300C-PL

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

#### 5.4.4.2 Equipos: área de piscina

**Tabla 5-7** Lista de equipos área: piscina

Código Transcendent	Equipo	Código	Marca	Modelo
N/A	Bomba de agua alimentación piscina pequeña	BP-01	Pentair	1081 pool pump
N/A	Bomba de agua alimentación piscina grande	BG-01	Pentair	1081 pool pump

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

#### 5.4.4.3 Equipos: área de jacuzzi

**Tabla 5-8** Lista de equipos área: jacuzzi

<i>Código Transcendent</i>	equipo	Código	Marca	Modelo
NA	Bomba de alimentación agua 1 JETS	BJ-01	Pentair	Challenger
	Bomba de alimentación agua 2 JETS	BJ-02	Pentair	Challenger
NA	Bomba de circulación de agua jacuzzi	BC-01	Pentair	Challenger

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

#### 5.4.4.4 Equipos: Lavandería

**Tabla 5-9** Lista de equipos área: Lavandería

<i>Código Transcendent</i>	equipo	Código	Marca	Modelo
NA	Secador-aplanchador	SA-01	Chicago	Imperial 224

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

## **5.5 Selección del plan de mantenimiento para cada equipo**

Un modelo de mantenimiento es una mezcla de los diferentes tipos en proporciones determinadas que responde adecuadamente a las necesidades de un equipo concreto. Cada equipo requiere una mezcla distinta de los diferentes tipos de mantenimiento, una combinación determinada de tareas, de manera que los modelos de mantenimiento posibles serán tantos como equipos puedan existir.

Primeramente, se analiza las rondas de mantenimiento preventivo de los equipos, con el fin de evaluarlo y buscar oportunidades de mejora. Cabe destacar que los documentos e información extraída van del periodo enero 2017 a octubre 2017. Dicha información se puede consultar en la sección de *Anexos* del 1 al 5.

Posteriormente se proponen las mejoras en cada caso particular o un plan de mantenimiento preventivo, de acuerdo a las necesidades y recomendaciones del fabricante del equipo y personal del área de ingeniería.

## **5.5.1 Análisis del mantenimiento actual de los equipos críticos**

### **5.5.1.1 Planchador**

#### **Características del mantenimiento:**

- a. Mantenimiento trimestral
- b. Chequeo general del equipo

#### **Observaciones:**

- a. El manual del equipo recomienda al menos realizar un plan de mantenimiento semanal.
- b. No abarcan los requerimientos mínimos que recomienda el fabricante. Estos requerimientos serán abarcados en el plan de mantenimiento propuesto, que se detalla en la sección de *Plan Mantenimiento planchador*.

### **5.5.1.2 Bombas de jacuzzi**

#### **Características del mantenimiento**

- a. Mantenimiento trimestral
- b. Chequeo general del equipo y registro de parámetros básicos de funcionamiento.

**Observaciones:**

- a. El manual de mantenimiento del equipo recomienda, al menos, realizar el cuidado diario del equipo que abarque revisión general y el registro de parámetros.
- b. Se evidencia errores a la hora de registrar los parámetros. En el apartado de voltaje/corriente, no se registra ambos datos, de modo que los datos no siguen un mismo patrón. Se registra 208 en una revisión (se asume que es el voltaje) y 18 (se asume corriente) en la otra inspección.
- c. Las bombas no cuentan con medidores para las presiones y en una inspección se registra una presión de descarga de 20 psi, por lo que no se están tomando datos correctos.

**5.5.1.3 Bombas de piscina****Características del mantenimiento:**

- a. Mantenimiento trimestral
- b. Chequeo y registro de parámetros básicos de la bomba.

**Observaciones:**

- a. El manual de mantenimiento del equipo recomienda, al menos, realizar mantenimiento diario del equipo que abarque revisión general, registro de parámetros.
- b. Se observa errores a la hora de registrar los parámetros. En el apartado de voltaje/corriente, no se está registrando ambos datos. De modo que los datos obtenidos no siguen un mismo patrón. Se registra 220 en una revisión (se asume que es el voltaje) y 18 y 16 (se asume corriente) en la otra inspección.

- c. Las bombas no cuentan con medidores para las presiones de la bomba y en una inspección se registra una presión de descarga de 30 psi. De manera que no se toman los datos correctos.

#### **5.5.1.4 Bombas de alimentación caldera**

No cuentan con plan de mantenimiento actualmente.

#### **5.5.1.5 Bombas tanques de agua caliente**

No cuentan con plan de mantenimiento actualmente.

## **5.5.2 Planes de mantenimiento propuestos**

### **5.5.2.1 Plan de mantenimiento Planchador**

En este momento el equipo no cuenta con un programa de mantenimiento semanal que venga a reforzar y garantizar su funcionamiento. El mantenimiento mensual y el mantenimiento por avería está a cargo de la empresa *Equipos Nieto*, quienes se encargan de realizar el mantenimiento del planchador.

Se utiliza el mantenimiento propuesto por el fabricante por las siguientes razones:

- a. Equipo crítico para la operación de lavandería.
- b. Es un mantenimiento que puede ser realizado por los mismos técnicos del departamento.
- c. No se tiene registro detallado de fallas.
- d. No se recarga a los técnicos con un programa de mantenimiento muy extenso.

Las tareas de mantenimiento propuestas se realizarán de manera semanal ante alguna falla, de igual forma se contactará a *Equipos Nieto*, quienes por experiencia y conocimiento podrán atender el mantenimiento del equipo de una mejor manera en caso de un fallo específico.

El técnico además de las instrucciones se le proporcionara el manual para utilizarlo como guía en el mantenimiento. Dicho programa de mantenimiento semanal se encuentra en el *Anexo 1*.

### **5.5.2.2 Plan de mantenimiento Bombas de alimentación calderas**

Estas no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo, por lo que se seguirán las instrucciones del fabricante para dicho plan.

Este se adjunta en el *Anexo 2*.

### **5.5.2.3 Plan de mantenimiento Bombas tanques de agua caliente**

Estas no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo, por lo que se seguirán las instrucciones del fabricante para dicho plan.

Este se adjunta en el *Anexo 5*.

### **5.5.2.4 Plan de mantenimiento Bombas piscina**

Estas cuentan con un plan de mantenimiento, al que se le propondrán mejoras, de acuerdo a las recomendaciones técnicas del fabricante y personal técnico del departamento. Este se adjunta en el *Anexo 4*.

### **5.5.2.5 Plan de mantenimiento Bombas jacuzzi**

Estas cuentan con un plan de mantenimiento, al que se le propondrán mejoras, de acuerdo a las recomendaciones técnicas del fabricante y personal técnico del departamento.

Este se adjunta en el *Anexo 3*.

## **6. Capítulo VI Modelo de gestión de mantenimiento**

### **6.1 Modelo de gestión de mantenimiento**

El concepto base que da lugar a la ingeniería de mantenimiento es la mejora continua del proceso de gestión del mantenimiento, esto mediante la incorporación de conocimiento, inteligencia y análisis que sirvan de apoyo a la toma de decisiones en esta área, orientadas a favorecer el resultado económico y operacional.

A partir de dicho análisis, la ingeniería de mantenimiento permite el modelado de los resultados obtenidos en la ejecución de las labores de mantenimiento, renovar de manera continua y justificada la estrategia y, por ende, la organización de actividades para certificar la producción y resultados económicos al mínimo costo.

También permite la adecuada selección de nuevos equipos con mínimos costos globales en función de su ciclo de vida y seguridad de funcionamiento (costo de ineficiencia o costo de oportunidad por pérdida de producción)

Un modelo de gestión del mantenimiento debe ser eficaz, eficiente y oportuno, es decir, tiene que estar alineado con los objetivos impuestos con base en las necesidades de la empresa, minimizando los costos indirectos de mantenimiento (asociados con las pérdidas de producción).

A su vez, debe ser capaz de operar, producir y lograr los objetivos con el mínimo costo (minimizando los costes directos de mantenimiento), generando a su vez actividades que permitan mejorar los indicadores claves del proceso de mantenimiento, asociados a mantenibilidad y confiabilidad. Además, para generar un modelo de mantenimiento robusto y eficaz se deben considerar factores relacionados con la disponibilidad de recursos y su respectiva gestión (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, & Crespo, 2013).

## 6.2 Norma ISO 9001:2000

A lo largo de los tiempos y mediante un análisis hecho por López y Crespo (2006) se determinan características que han tenido los modelos de mantenimiento:

- a. El enfoque a procesos;
- b. propuestas innovadoras en aspectos técnicos, por ejemplo, la orientación a la reingeniería del mantenimiento;
- c. el desarrollo de modelos en un lenguaje estándar de intercambio de información con miras a ser usado en aplicaciones GMAO;
- d. la cantidad y calidad de información de mantenimiento requerida (datos operacionales y financieros) han conducido a la incorporación sucesiva de técnicas cuantitativas e instrumentos informáticos, principalmente para tratar con cuestiones de eficiencia en la gestión del mantenimiento. Esfuerzos posteriores han sido desarrollados para introducir nuevas metodologías e instrumentos para mejorar la efectividad del mantenimiento;
- e. las herramientas informáticas han hecho posible que la función de mantenimiento sea evaluada y mejorada continuamente. Esto debido a la calidad y cantidad de indicadores y métodos desarrollados para estudiar la eficacia y eficiencia de sus operaciones;
- f. se ha reconocido la necesidad de que el área de mantenimiento esté vinculada efectivamente con los activos productivos y con otras áreas de la organización La revolución del *e-maintenance* (López & Crespo, 2006) conduce a un nuevo modelo de dirección potencial, pero también a nuevas exigencias en las capacidades de la empresa.

- g. El modelo de dirección de mantenimiento comienza a incluir la evaluación del ciclo de vida de activo además de la evaluación de la función de mantenimiento. La gestión tiende a integrar la estrategia del activo con la estrategia de mantenimiento.

El modelo que se presenta en este trabajo es basado en la norma ISO 9001:2000, la cual sirve como referencia para un sistema de gestión de calidad. Además, toma lo más relevante de otros modelos mencionados anteriormente, llegando a la siguiente propuesta y que servirá de base para la realización del modelo de gestión del hotel:

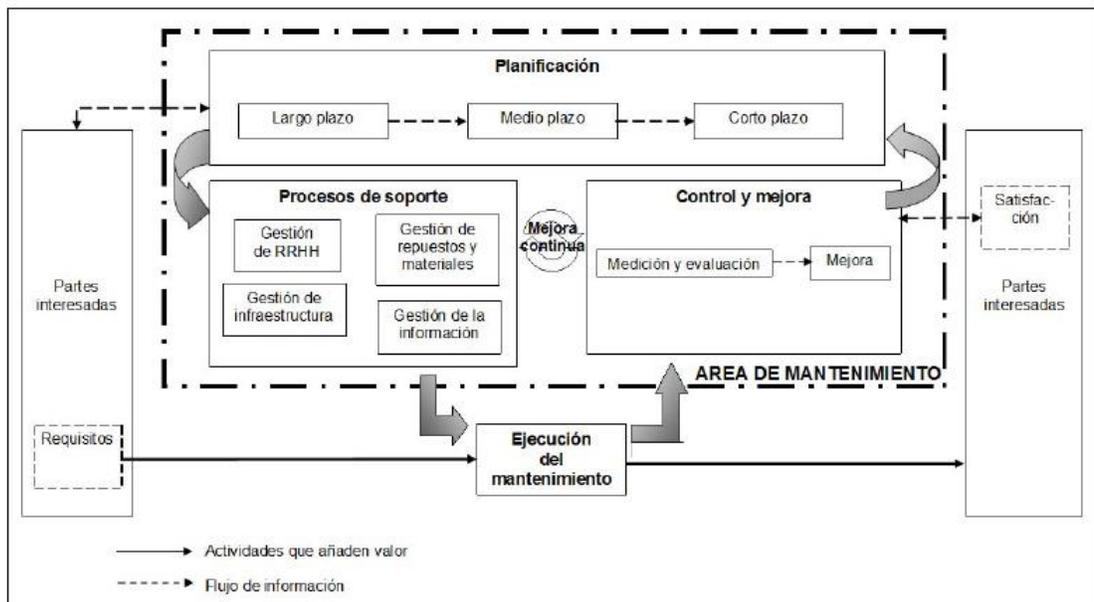


Figura 6-1 Modelo de gestión de mantenimiento basado en la norma ISO 9001:2000.

Fuente: (López & Crespo, 2006)

### **6.3 Componentes del modelo de gestión de mantenimiento del hotel Marriott**

A continuación, se desarrolla el modelo de gestión de mantenimiento para el Hotel Marriott tomando como marco de referencia el trabajo de (López & Crespo, 2006)

#### **6.3.1 Planificación**

La planificación contempla todas aquellas estrategias que se van a implementar, para completar las tareas de mantenimiento.

En este apartado se tienen los siguientes niveles:

- a. Corto plazo:** contempla las tareas diarias de mantenimiento, atención de eventualidades y disposición de los asociados para atender las necesidades del hotel.
  
- b. Mediano plazo:** en este apartado se cuentan con las rondas de mantenimiento preventivo de los equipos, inspecciones periódicas y revisiones en general que ayuden a prevenir fallas en los equipos.
  
- c. Largo plazo:** este contempla grandes proyectos a futuro, es un proceso que conlleva estudios, diseño, planeación y programación de las tareas de mantenimiento.

### 6.3.2 Control y mejora

El control y la mejora es una cualidad general que debe ser la pieza fundamental para asegurar la estabilización del proceso y la posibilidad de progreso. Para garantizar el crecimiento y desarrollo del hotel es necesario la identificación de todos los procesos y el análisis a profundidad de cada acción realizada.

Dentro de ella se encuentran:

- a. *Balanced Scored Card*
- b. Controles del departamento: costos, materiales, personal.
- c. Estudio de las oportunidades de mejora.

### 6.3.3 Procesos de soporte

Los procesos de soporte son los que brindan apoyo a la gestión de mantenimiento. Entre estos elementos y el departamento como tal debe existir buena comunicación, con el fin de que el rumbo del modelo vaya en la dirección adecuada.

Entre ellos se tienen:

- a. **Gestión de recurso humano:** se debe contar con la cantidad y calidad adecuada de personal, con el fin de atender las necesidades de mantenimiento y el hotel. La gestión de dicho recurso se da a través del departamento de recursos humanos, quienes realizan todo el proceso, estudio y selección del personal en conjunto con el departamento de ingeniería.

- b. Gestión de materiales:** contar con los materiales adecuados, repuestos para los equipos y consumibles del departamento de ingeniería, influyen directamente en los tiempos de atención y calidad de reparaciones realizadas.
- c. Gestión de la información:** para poder medir, evaluar y planificar el mantenimiento es necesario una adecuada gestión de la información. Para ello una buena base de datos, así como información correctamente tomada facilita dicho control sobre el mantenimiento.

#### **6.3.4 Ejecución del mantenimiento**

Como consecuencia directa de la planificación, adecuada gestión de la información a través del programa de gestión de mantenimiento, finalmente se da la ejecución de las tareas, reparaciones, atención de fallas y programas de mantenimiento.

Estas son el reflejo directo de una adecuada planificación que van a reflejarse en la disminución de los fallos imprevistos y tiempos de reparación. Para ello es necesario una adecuada intervención por parte del personal técnico, así como una constante supervisión y acompañamiento por parte del grupo de supervisores y gerente del departamento.

#### **6.3.5 Entorno**

El entorno contempla la ubicación geográfica, así como las condiciones medioambientales que van a influir directamente en el modelo de gestión. El uso de los activos, por ejemplo, los utilizados en climatización, son empleados, con mayor frecuencia, cuando el clima esta soleado. Lo que aumenta el desgaste, consumo energético, entre otros factores.

Por lo que se ve ejemplificado como el entorno influye directamente en el modelo.

### **6.3.6 Departamento de Ingeniería**

El departamento de ingeniería es el principal gestor del modelo, donde su misión y visión están enfocados en el cumplimiento de las expectativas de la marca Marriott.

Este departamento es quien planea todo lo referente al mantenimiento, establece los lineamientos, disposición de los recursos, con el fin de garantizar todos los servicios del hotel.

### **6.3.7 Satisfacción: Huésped**

La razón fundamental del departamento y del hotel en general es satisfacer las necesidades de los huéspedes, atendiéndolos de manera oportuna. Estos dependen de la época de año y permiten clasificar el tipo de huésped: vacacionista, premium, externo, viaje de trabajo influyen directamente en el modelo, ya que, en épocas de gran ocupación, surgen gran cantidad de eventualidades, se enfocan los esfuerzos en garantizar todos los servicios básicos. En cambio, en baja ocupación, se tratan de resolver reparaciones pendientes y realizar correcciones a los equipos.

### **6.3.8 Hotel Marriot**

Este es el interesado en el modelo, ya que es el que establece las metas, objetivos y marca el rumbo del negocio y del modelo como tal.

### **6.3.9 Responsabilidades**

Abarca las responsabilidades y objetivos principales, entre ellos:

- a. Atención del huésped: la prioridad del departamento es la atención de las necesidades de los huéspedes.
- b. Mantenimiento de equipos: para garantizar un adecuado servicio, es necesario brindar un adecuado mantenimiento a los equipos. Estos incluyen los más de 2266 activos registrados.
- c. Atención de llamadas: el departamento también debe cumplir con dar soporte a los demás departamentos y ayudar a resolver sus problemas.

### **6.3.10 Transcendent**

*Transcendent* es una pieza fundamental, ya que une la mayoría de componentes del proceso de mejora continua, además sirve de canal de información. Todo inicia con la planificación que se comunica directamente con el programa, los procesos de soporte que apoyan la gestión, encaminan y garantizan que los esfuerzos realizados y van de la mano con los objetivos propuestos.

Finalmente, funciona como base de datos, donde se generan y almacenan información del mantenimiento realizado. Con el fin de analizarlos posteriormente y tomar decisiones y enfocar esfuerzos en las áreas que lo ameriten.

## 6.4 Modelo de gestión de mantenimiento para el hotel Marriott

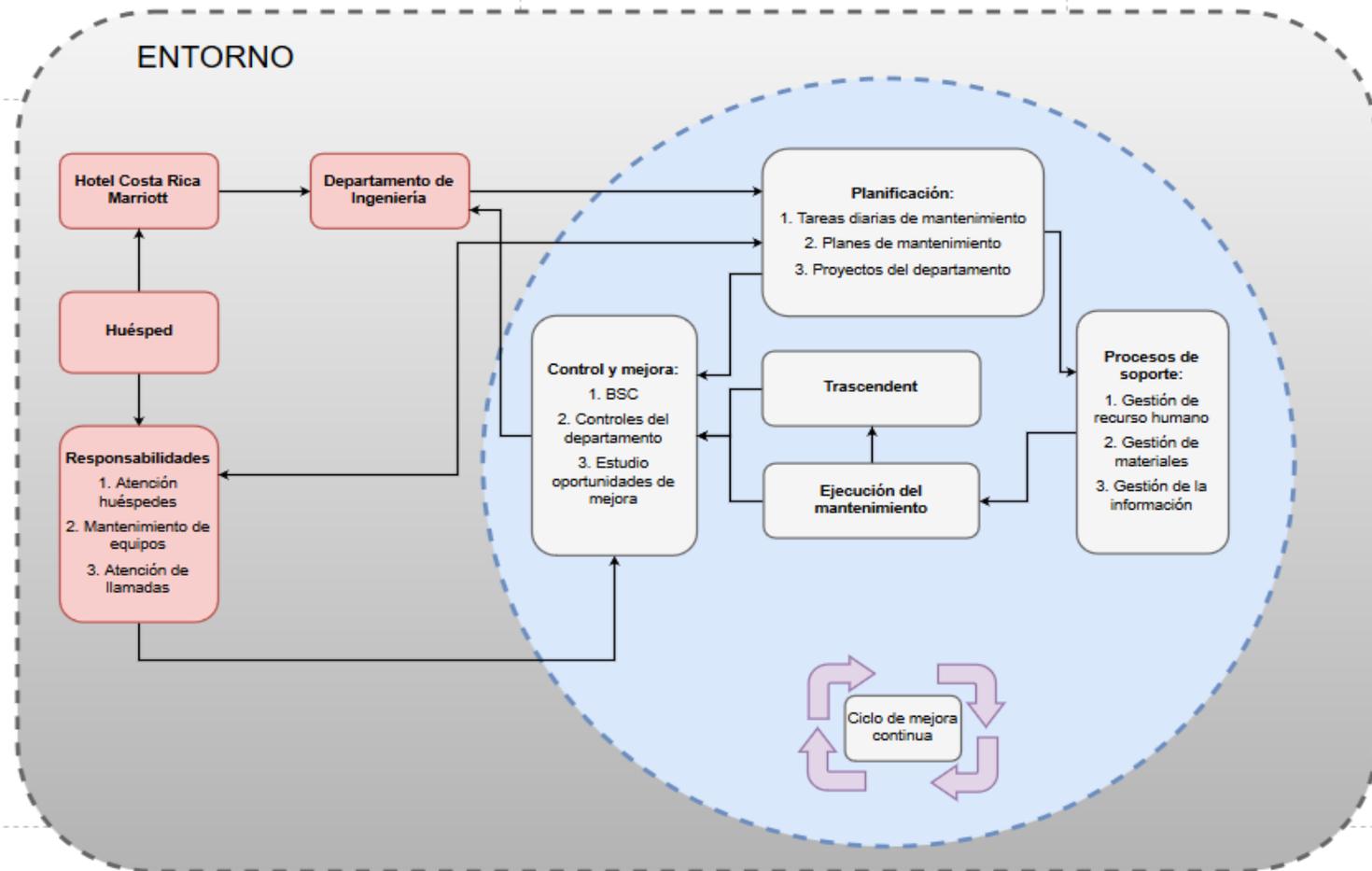


Figura 6-2 Modelo de gestión de mantenimiento para el Hotel San José Costa Rica Marriott.

Fuente: elaboración propia (GoConqr.com)

## 7. Capítulo VII Estudio financiero de la viabilidad del proyecto

### 7.1 Análisis del costo de las fallas

Se realiza un análisis del costo de la compra de repuestos de emergencia, en comparación con algunos de estos repuestos en stock. Dichos repuestos son propuestos por el personal técnico basándose en el historial de fallos. Claro está, el principal objetivo es mantener el servicio de los equipos en todo momento.

Para ejemplificar dicha situación, durante la práctica, ocurrió un fallo simultáneo de las bombas de alimentación de las calderas:

- a. Bomba 1, caldera 3 no levantaba la presión necesaria.
- b. Las 2 Bombas de la caldera 2 no funcionaban.

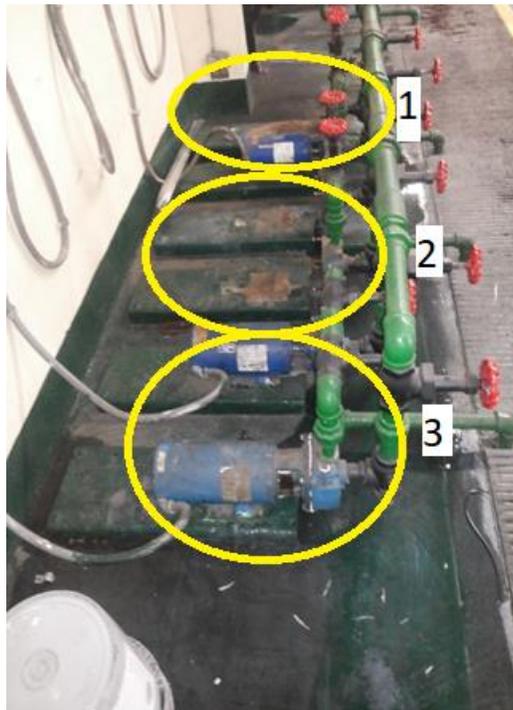


Figura 7-1 Fallo ilustrado de las calderas.

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

Esta situación ocasiona:

- a. Pérdida de redundancia de los equipos
- a. Quejas por faltante de vapor y agua caliente.

El costo de ese fallo se resume en la siguiente tabla.

**Tabla 7-1** Lista de repuestos fallo bomba

Repuesto	Costo (colones)
3 kit reparación bombas	1.934.232
reparación de bomba	1.130.000
<b>Total</b>	<b>3.064.232</b>

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

Este costo que pudo haber sido asumido de manera paulatina, ya sea comprando un kit por mes, comprando a crédito sin afectar el presupuesto destinado para mantenimiento, ya que un desbalance de casi 3 millones de colones puede llegar a afectar el presupuesto departamento considerablemente.

Otra situación para ejemplificar es el fallo en los sistemas del jacuzzi, el cual consta de 1 bomba de circulación de agua, 2 bombas para activar los jets de jacuzzi y 1 bomba de calor. Se tuvo la siguiente descripción del fallo:

- Fecha de fallo: 15/08/2017.
  - Fecha de reparación: 24/8/17.
- a. Tarjeta de bomba de calor dañada.
  - b. Sellos de bomba jets.
  - c. Impulsor.

Cabe destacar que se tuvo que pedir la tarjeta vía área para disponer de ella lo más pronto posible.

**Tabla 7-2** Costo repuestos jacuzzi

Repuesto	Precio (\$)
Sellos mecánicos	39
tarjeta (vía área)	901
tarjeta (vía marítima)	339
<b>Total vía aérea</b>	940
<b>Total vía marítima</b>	378
<b>Diferencia</b>	562

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

Si se hace un análisis más minucioso, el hotel tiene que invertir en regalías y descuentos para los huéspedes. Durante el tiempo de fallo del jacuzzi, se tiene que ofrecer descuentos:

**Tabla 7-3** Costo del descuento aplicado a membresías quejas piscinas y jacuzzi (miembros)

Cantidad membresías	Descuento mensual (\$)	Cantidad de meses	Total (\$)
5	50-75	4	1250

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

Durante el tiempo de fallo del jacuzzi, se tiene que en regalías:

**Tabla 7-4** Costo total por disconformidades que se traducen en regalías (huéspedes)

Cantidad de quejas	costo individual (\$)	total (\$)
14	20	280

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

Lo que da como resultado:

$$\textit{Total via maritima} = \$378$$

$$\textit{Total via aerea} = 940 + 1250 + 280 = \$2470$$

Se observa como el total de vía aérea de: \$2470 de igual forma pudo haber sido asumido paulatinamente por el departamento, y ser reducido, ya que si se ataca de manera oportuna la falla no debería de ocasionar quejas por los servicios y se podría asumir con tan solo \$378.

Esta muestra de análisis de fallas se hace con el fin de recalcar la importancia de contar con los repuestos más críticos según el personal técnico, ya que no se cuenta con registro de fallas. Con el fin de que el departamento lo tome en cuenta para la compra de los repuestos.

## 7.2 Costo mano de obra

La implementación de los planes de mantenimiento preventivo, prevé que se invierta la siguiente cantidad de tiempo y mano de obra de acuerdo al mantenimiento:

**Tabla 7-5** Costo mano de obra

Equipo	Asociado	Cantidad de asociados	horas semana	frecuencia	Coste (€/hora asociado)	Total
planchador	técnico electromecánico	1	3	52	€1.800	€280.800
bombas alimentación caldera	técnico electromecánico	1	1	52	€1.800	€93.600
bombas de tanque de agua caliente	técnico electromecánico	1	0,5	52	€1.800	€46.800
bombas de piscina	técnico electromecánico	1	0,5	52	€1.800	€46.800
bombas de jacuzzi	técnico electromecánico	1	0,5	52	€1.800	€46.800
					<b>Total</b>	<b>€514.800</b>

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

## 7.3 Costos materiales para cada equipo

**Tabla 7-6** Costos materiales para cada equipo

Equipo	Repuesto	cantidad	costo unitario	costo Total
Planchador	Grasa rodamientos skf LGHB 2	1	€15.000	€15.000
	pistola engrase	1	€9.000	€9.000
	galón aceite SAE 90	1	€22.000	€22.000
bombas alimentación caldera	sello mecánico	1	€20.000	€20.000
	Medidores de presión	6		
	kit de reparación	2	€645.000	€1.290.000
Bombas de piscina	kit de reparación	1	€40.000	€40.000
Bombas de jacuzzi	kit de reparación	1	€45.000	€45.000
Bombas tanques de agua caliente	kit de reparación	1	€105.000	€105.000
			<b>Total</b>	<b>€1.546.000</b>

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

## 7.4 Costos consumibles

Tabla 7-7 Costo consumibles

Consumible	cantidad	costo unitario	costo Total
Tape eléctrico 3m	25	€4.500	€112.500
silicon heat resistant empaques	1	€10.000	€10.000
lubricante	2	€10.000	€20.000
		<b>total</b>	<b>€142.500</b>

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

## 7.5 Costos totales del proyecto

Tabla 7-8 Costos totales del proyecto

Detalle	Costo
mano de obra	€514.800
repuestos	€1.845.000
consumibles	€142.500
<b>total</b>	<b>€2.502.300</b>

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

## 7.6 Ahorro en reparaciones

Por concepto de repuestos, solo tomando en cuenta lo que se ha gastado año a la fecha en reparación de todas las bombas se tiene:

Tabla 7-9 Ahorro en reparaciones

Cantidad	detalle	costo unitario	costo total
1	reparación bombas caldera	€3.064.232,00	€3.064.232,00
4	bobinado motor	€300.000	€1.200.000
4	kit reparación bomba	€100.000	€400.000
NA	descuentos y regalías a huéspedes	€856.800	€856.800
		<b>total</b>	<b>€5.521.032</b>

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

## 7.7 Análisis financiero del proyecto

Si se toman los ahorros en compra de repuestos, como costo fijo anual, el monto calculado como “costo total del proyecto”, se tiene:

**Tabla 7-10** Flujo de efectivo del modelo de gestión de mantenimiento

Detalle	0	1	2	3
<b>Ingresos</b>		¢5.521.032	¢5.521.032	¢5.521.032
<b>costos mantenimiento</b>	¢2.502.300	¢2.502.300	¢2.502.300	¢2.502.300
<b>utilidad antes de impuesto</b>		¢3.018.732	¢3.018.732	¢3.018.732
<b>impuesto sobre la renta</b>		¢392.435	¢392.435	¢392.435
<b>flujo neto de efectivo</b>	-¢2.502.300	¢2.626.297	¢2.626.297	¢2.626.297
<b>flujo neto acumulado</b>	-¢2.502.300	¢123.997	¢2.750.294	¢5.376.591

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

**Tabla 7-11** Indicadores financieros del modelo de gestión

<b>VAN</b>	¢3.494.127
<b>TIR</b>	59%
<b>PR</b>	1
<b>Tasa de descuento</b>	15%

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

El Valor Actual Neto (VAN) es positivo (¢3.494.127), esto implica que sí generará ganancias si la inversión se realiza.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) también es mayor a la tasa de descuento (59%) y por consiguiente la inversión genera utilidades.

El período de recuperación (PR) indica que la inversión inicial se cubrirá en un período de 1 año.

En conclusión, el proyecto se acepta, siguiendo los indicadores antes expuestos.

## 8. Capítulo VIII Implementación del proyecto

### 8.1 Transcendent

Es la plataforma utilizada por la cadena de hoteles Marriott para la administración del mantenimiento. Entre las funciones utilizadas en esta propiedad se encuentran:



Figura 8-1 Logo *Transcendent*.

Fuente: *Transcendent*

- a. Administración de activos: permite añadir, ver, manejar y reportar los equipos del hotel. Permite ver documentos, contratos, así como el historial de mantenimiento.
- b. Manejo de documentos: para reportes de trabajos, mantenimientos preventivos. Ahorro de tiempo por la facilidad que ofrece para introducir información.
- c. Administración de trabajos: calendarización de trabajos, mantenimiento preventivo, rondas, ordenes de trabajo.

En la sección de *Anexos*, se pueden encontrar imágenes de la interfaz y las funciones de *Transcendent*. Específicamente en el *Anexo 9*.

### **8.1.1 Funcionamiento**

El programa genera rondas y mantenimiento automático de acuerdo al tipo de equipos que tenga el hotel. El mantenimiento propuesto es generado desde los altos niveles de ingeniería de la marca basado en experiencia y lo que se considere mejor para cada activo.

### **8.2 Implementación de planes de mantenimiento**

Los planes de mantenimiento, para que puedan ser implementados, necesitan comunicarse con los encargados de ingeniería de *Transcendent*, con el fin de realizar los cambios necesarios, ya que cualquier cambio que se realice a las rutinas de mantenimiento tiene que ser aprobado por este ente. Actualmente se mantiene en discusión con el departamento (gerente y supervisores de ingeniería), para comenzar a implementarse a corto plazo.

Los equipos que no tienen ninguna inspección se le implementa el mantenimiento sugerido por el fabricante, proveedores y personal técnico.

El proceso de implementación se ilustra en el *Anexo 9*.

## 9. Capítulo IX Resultados obtenidos

Con este trabajo se evidencia que, a partir de un análisis inicial o diagnóstico, se obtienen oportunidades de mejora: mantenimiento correctivo, por avería y recursos, cada uno de ellos ligados, en su mayoría, a la inexistencia de un registro de fallas, registro de insumos y control sobre los máximos y mínimos de repuestos.

El registro de fallas, como se explicó anteriormente, puede ser implementada de manera inmediata, ya que se cuenta con los medios necesarios para cumplirla. El registro de insumos, está sujeto a que se realice un inventario inicial, ya que se cuenta con gran cantidad de repuestos, pero no se tiene un control sobre los mismos, así como sus cantidades.

Seguidamente se determinan el conjunto de indicadores vitales para monitorear el comportamiento del mantenimiento en su totalidad, ya que todos los esfuerzos van en la línea del indicador *maintenance and upkeep*, pero este no puede englobar aspectos como tiempos fuera de falla, tiempos de reparación, costos. De este modo, a partir del análisis dichos aspectos van a ser abarcados.

Se identifican, a partir de un análisis de criticidad, los equipos y áreas más críticas del hotel, para proponer planes e inspecciones de los equipos según sea el caso. Mediante las revisiones de inspecciones pasadas, se determina que muchas estaban realizándose de manera inadecuada, no aprovechaban la información y simplemente el equipo fallaba dejando grandes pérdidas económicas y quejas innecesarias.

Están pudieron ser evitadas con un adecuado monitoreo y registro de datos, además de inspecciones personalizadas para los equipos, ya que como se observó anteriormente, otro problema era que los equipos tenían inspecciones estándar y no estaban adecuadas para los equipos, según los fabricantes de los equipos y personal técnico del área.

Se plantea el objetivo principal del proyecto, el modelo de gestión del departamento de ingeniería del Hotel Marriott, donde de manera resumida, simple y fácil de entender, les facilita la información a los diferentes actores que intervienen en la gestión y sus relaciones.

A partir del análisis económico se concluye que el proyecto es viable, pues los costos en los que se va a incurrir son bajos, comparados a estar atendiendo fallas y realizar mantenimientos de emergencia. La inversión se paga a corto plazo y el proyecto va a llegar a reducir considerablemente los costos en mantenimientos por avería.

Finalmente, algunos de los puntos propuestos se están implementando con el fin de ver resultados a futuro, entre ellos las inspecciones de bombas, mantenimiento semanal del planchador y el registro de fallas.

## 10. Capítulo X Conclusiones

1. Se determina la madurez del departamento de ingeniería, que señala los puntos, en los cuales, se pueden concentrar esfuerzos y mejorar la gestión del mantenimiento. Aspectos tales como: planificación de mantenimiento, mantenimiento rutinario, mantenimiento programado, mantenimiento circunstancial, mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento por avería
2. Se determinan que los indicadores: grado desviación, costo mantenimiento por avería, grado de desviación respecto del presupuesto, *maintenance and upkeep*, disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad y cantidad de capacitaciones impartidas a los asociados son los que mejor se adaptan a la gestión, con el fin de realizar mediciones cuantitativas del desempeño del departamento de Ingeniería.
3. Se realiza un análisis de criticidad de los equipos, estableciéndose así prioridad en las labores de mantenimiento, en las áreas de: cuarto jacuzzi, cuarto piscina, lavandería y casa máquinas.
4. Se realiza un análisis financiero, determinando así el coste de las propuestas realizadas en el modelo de gestión de mantenimiento, es modelo como tal es viable, de acuerdo los indicadores financieros.

## 11. Capítulo XI Recomendaciones

1. Se aconseja un monitoreo constante de las rutinas de mantenimiento que se están llevando a cabo, con el fin de descartar “un mal mantenimiento” como el causante de la falla de los equipos.
2. Implementar el sistema de registro de fallas que ayudará en la gestión del mantenimiento.
3. Efectuar el mantenimiento de las bombas de alimentación de calderas, con el fin de comenzar con el monitoreo. Y a futuro, reducir los fallos de este equipo.
4. Implementar el mantenimiento de las bombas de jacuzzi, con el fin de comenzar con el monitoreo. También, a futuro reducir los fallos de este equipo. Además de capacitar al equipo y hacer conciencia de sobre la importancia de realizar mediciones de manera correcta.
5. Efectuar el mantenimiento semanal del planchador que venga a disminuir los fallos y paros de este equipo.
6. Implementar el BSC con el fin de tener un mejor control y monitoreo de las actividades de mantenimiento.

## 12. Capítulo XII Bibliografía

Amendola, L. (2006). INDICADORES DE CONFIABILIDAD PROPULSORES EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO. (U. P. España, Ed.) Recuperado el 28 de agosto de 2017, de [www.klaron.net](http://www.klaron.net)

Borges, A. (2016). *Historia del Control de Calidad en Venezuela*. Obtenido de <http://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/temas/index.php/tekhne/article/view/2816/2454>

García, S. (2003). *Organizacion y gestion integral del mantenimiento* (Primera ed.). Diaz de Santos S.A.

Gómez, L. (2016). Análisis de problemas Diagramas de Pareto. Cartago, Costa Rica. Obtenido de [https://tecdigital.tec.ac.cr/dotlrn/classes/MI/MI4305/S-1-2016.CA.MI4305.1/file-storage/view/presentaciones-de-clase/Semana\\_12\\_Diagramas\\_de\\_pareto%2epdf](https://tecdigital.tec.ac.cr/dotlrn/classes/MI/MI4305/S-1-2016.CA.MI4305.1/file-storage/view/presentaciones-de-clase/Semana_12_Diagramas_de_pareto%2epdf)

Gomez, L. (2017). Indicadores de gestion de mantenimiento. Cartago, Costa Rica. Recuperado el 28 de agosto de 2017, de [https://tecdigital.tec.ac.cr/dotlrn/classes/MI/MI4305/S-1-2016.CA.MI4305.1/file-storage/view/presentaciones-de-clase/Semana\\_9\\_Indicadores\\_de\\_gesti%c3%b3n\\_de\\_mantenimiento%2epdf](https://tecdigital.tec.ac.cr/dotlrn/classes/MI/MI4305/S-1-2016.CA.MI4305.1/file-storage/view/presentaciones-de-clase/Semana_9_Indicadores_de_gesti%c3%b3n_de_mantenimiento%2epdf)

Gómez, L. (mayo de 2017). Metodología para el desarrollo de un modelo de gestión de mantenimiento. pptx. Cartago, Costa Rica.

Hotel San José Costa Rica Marriott. (2017). Fachada del Hotel. Heredia, Costa Rica. Recuperado el 13 de agosto de 2017, de <http://www.espanol.marriott.com/hotels/hotel-photos/sjocr-costa-rica-marriott-hotel-san-jose/>

- Hotel San José Costa Rica Marriott. (2017). Valores, misión, visión. Heredia, Costa Rica. Recuperado el 13 de agosto de 2017, de <http://www.espanol.marriott.com/marriott/valores-legado.mi>
- López, M., & Crespo, A. (2006). UN MODELO DE REFERENCIA PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO. Sevilla: Departamento de Organización Industrial y Gestión de Empresas. Universidad de Sevilla.
- Marriott International. (2017). Historia. Obtenido de <http://www.espanol.marriott.com/marriott/historia-marriott.mi>
- Mubray, J. (2004). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad* (Primera ed., Vol. I). North Carolina: Aladon LLC.
- Niven, P. (2002). *Balanced Scorecard step by step*. John Wiley & Sons, Inc. Recuperado el 15 de setiembre de 2017, de [http://www.vra.com/vralibrary/ebooks/Balanced\\_Scorecard\\_Step\\_by\\_Step.pdf](http://www.vra.com/vralibrary/ebooks/Balanced_Scorecard_Step_by_Step.pdf)
- Piedra, C. (2017). *Balanced Scorecard*. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Recuperado el 24 de agosto de 2017
- Sales, M. (2013). Diagrama de Pareto. EALDE Business School. Recuperado el 3 de setiembre de 2017, de [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44144377/Diagrama\\_de\\_pareto.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1509508314&Signature=c5MQilK1%2B0ZSpajMKCpLOjvnIOs%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DDiagrama\\_de\\_Pareto.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44144377/Diagrama_de_pareto.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1509508314&Signature=c5MQilK1%2B0ZSpajMKCpLOjvnIOs%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DDiagrama_de_Pareto.pdf)
- Tavares, L. (1996). *Administracion moderna del mantenimiento* (Primera ed.). Brasil: Nova Polo Publicacoes.
- Vega, K. (2014). *DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADA EN UN CUADRO DE MANDO INTEGRAL, PARA EL DEPARTAMENTO DE FACILIDADES PARA UNA PLANTA DE*

*MANUFACTURA DE PRODUCTOS MÉDICO*. Recuperado el 9 de agosto de 2017, de <http://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/3347>

Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare*, 21(1), 125-138. Obtenido de [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052013000100011](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000100011)

## 13. Capítulo XIII Anexos

### 13.1 Anexo 1: Mantenimiento propuesto para el planchador

Tabla 13-1 Mantenimiento planchador (1 de 4)

Checklist		Departamento de ingeniería	Rutina de inspección planchador	Código equipo:	SA-01	Fecha: _____
	<b>1. Revisar los cobertores del rodillo de compresión</b>			Observaciones		
	a. Apagar la unidad del interruptor principal.					
	b. Inspeccionar los rodillos para confirmar que la tela y cobertores esta asegurados en el rodillo.					
	c. Asegurarse que no falte ninguna de las tiras que sujetan el cobertor.					
	d. Asegurarse que las tiras están distribuidas en intervalos iguales en el rodillo.					
	<b>2. Revisar Cilindros de Planchado</b>					
	a. Apagar la unidad del interruptor principal.					
	b. Inspeccionar el cilindro superior mirando cuidadosamente debajo de las bandas de alimentación.					
	c. Revisar formación de calcificaciones o sustancias que pudieran ocasionar descoloración del cilindro.					
	d. Inspeccionar el cilindro inferior.					
	<b>3. Limpieza de paneles de servicio</b>					
	a. Apagar la unidad del interruptor principal.					
	b. Remueva y limpie las superficies internas y externas de todos los paneles.					
	c. Remueva y limpie la protección frontal y posterior.					
	d. Limpiar cualquier hilo o formación de parafina dentro de la unidad.					
	e. Limpie las superficies superior e inferior de la mesa de alimentación y la superficie interna de la campana extracción.					
<b>Procedimiento</b>						
1. Si se pudo realizar la inspección escriba en el apartado Checklist un "OK"						
2. Si <b>NO</b> se pudo realizar la inspección escriba en el apartado Checklist un "NO", e indique el motivo en "observaciones"						
Técnico a cargo:		Número de inspección:		Elaborado por:		Página:
_____		_____		Harold Monge M.		1 de 4
				Supervisor a cargo:		
				_____		

**Tabla 13-2** Mantenimiento planchador (2 de 4)

Checklist		Departamento de ingeniería	Rutina de inspección planchador	Código equipo:	SA-01	Fecha: _____
<b>4. Revisar el Ajuste de Presión de aire</b>				Observaciones		
	a.	Asegúrese que el interruptor de los rodillos de compresión se encuentra en la posición superior.				
	b.	Encienda el suministro de aire comprimido.				
	c.	Si es necesario remueva el panel de acceso inferior derecho.				
	d.	Localice el regulador dentro al derecho.				
	e.	Revise que el regulador está al menos en 80psi.				
	f.	Si la unidad está equipada con un regulador adicional, asegúrese que también está al menos en 80 psi.				
	g.	Apague el suministro de aire comprimido.				
<b>5. Revisar y Limpiar el inversor</b>						
	a.	Apagar la unidad del desconectador principal.				
	b.	Localice el inversor del motor principal a la derecha.				
	c.	Revise y limpie el inversor y las aletas de enfriamiento con una aspiradora.				
	d.	Asegúrese que el cobertor de polvo está en su sitio.				
<b>6. Engrase semanal de Rodamientos</b>						
	a.	Los cojinetes del cilindro de aplanchado y los de rodillos de compresión se deben engrasar semanalmente.				
	b.	Se requiere un lubricante para alta temperatura.				
	c.	Apagar la unidad del desconectador principal.				
	d.	Si es necesario remueva todos los paneles de acceso.				
	e.	Limpie el lubricante viejo de los cojinetes.				
	f.	Inserte la boquilla de la pistola de grasa firmemente hacia el fitting de engrase.				
	e.	Agregue lubricante lentamente, un disparo a la vez, hasta que se forme una ligera capa de lubricante en el sello. (normalmente dos disparos)				
	f.	Limpie cualquier exceso de grasa inmediatamente.				
<b>Procedimiento</b>						
1. Si se pudo realizar la inspección escriba en el apartado Checklist un "OK"						
2. Si <b>NO</b> se pudo realizar la inspección escriba en el apartado Checklist un "NO", e indique el motivo en observaciones						
Técnico a cargo:	Número de inspección:	Elaborado por:	Página:	Supervisor a cargo:		
_____	_____	Harold Monge M.	2 de 4	_____		

**Tabla 13-3 Mantenimiento planchador (3 de 4)**

Checklist	 Departamento de ingeniería	Rutina de inspección planchador	Código equipo:	SA-01	Fecha: _____
<b>7. Aceite Pivotes de la muñonera del rodillo</b>			Observaciones		
	a. Apagar la unidad del interruptor principal.				
	b. Si es necesario remueva todos los paneles de acceso.				
	c. Temporalmente desactive los sensores de seguridad.				
	d. Use un trapo limpio para remover cualquier hilo o formación en los cojinetes y pivotes.				
	e. Agregue unas pocas gotas de aceite grado SAE 90 de Buena calidad cada uno de los pivotes.				
	f. Levante y baje manualmente el rodillo doffer y la guía de la banda para lubricar los pivotes.				
	g. Encienda la unidad del interruptor principal.				
	h. Use el interruptor de los rodillos de compresión para subir y bajar, unas pocas veces, los rodillos para lubricar los pivotes de los rodillos de compresión.				
	i. Apagar la unidad del desconectador principal.				
	j. Limpie cualquier exceso de aceite de cada uno de los pivotes.				
	k. Asegure todos los paneles de acceso.				
<b>8. Aceite Pivotes de la muñonera del rodillo</b>					
	a. Apagar la unidad del desconectador principal.				
	b. Si es necesario remueva todos los paneles de acceso.				
	c. Temporalmente desactive los sensores de seguridad.				
	d. Use un trapo limpio para remover cualquier hilo o formación en los cojinetes y pivotes.				
	e. Agregue unas pocas gotas de aceite grado SAE 90 de Buena calidad cada uno de los pivotes.				
	f. Levante y baje manualmente el rodillo doffer y la guía de la banda para lubricar los pivotes.				
	g. Encienda la unidad del interruptor principal.				
	h. Use el interruptor de los rodillos de compresión para subir y bajar, unas pocas veces, los rodillos para lubricar los pivotes de los rodillos de compresión.				
	i. Apagar la unidad del desconectador principal.				
	j. Limpie cualquier exceso de aceite de cada uno de los pivotes.				
	k. Asegure todos los paneles de acceso.				
<b>Procedimiento</b>					
1. Si se pudo realizar la inspección escriba en el apartado Checklist un "OK"					
2. Si <b>NO</b> se pudo realizar la inspección escriba en el apartado Checklist un "NO", e indique el motivo en observaciones					
Técnico a cargo:	Número de inspección:	Elaborado por:	Página:	Supervisor a cargo:	
_____	_____	Harold Monge M.	3 de 4	_____	

Tabla 13-4 Mantenimiento planchador (4 de 4)

Checklist		Departamento de ingeniería		Rutina de inspección planchador		Código equipo:	SA-01	Fecha: _____	
		<p align="center"><b>9. Revisión y Limpieza del extractor</b></p>						Observaciones	
		a. Apagar la unidad del interruptor principal.							
		b. Remueva la entrada codo del abanico.							
		c. Use una aspiradora para remover hilos y materiales del abanico.							
		d. Posicione la entrada codo en el abanico.							
		<p align="center"><b>10. Revisar condición de las bandas</b></p>							
		a. Encienda la unidad del interruptor principal.							
		b. Presione el botón verde Start							
		c. Revise en todas las bandas, apropiado posicionamiento, rastreo, tensión (sin hundimiento visible) y condición general (suavidad, quemaduras, deshiladura, fisuras).							
<p align="center"><b>Procedimiento</b></p>									
1. Si se pudo realizar la inspección escriba en el apartado Checklist un "OK"									
2. Si <b>NO</b> se pudo realizar la inspección escriba en el apartado Checklist un "NO", e indique el motivo en observaciones									
Técnico a cargo:	Número de inspección:		Elaborado por:	Página:		Supervisor a cargo:			
_____	_____		Harold Monge M.	4 de 4		_____			

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

## 13.2 Anexo 2: Mantenimiento bombas de alimentación caldera

Tabla 13-5 Mantenimiento bombas de alimentación caldera

Checklist		Departamento de ingeniería	Rutina de inspección bombas	Código equipo:		Fecha: _____
<b>1. Revisión del sistema eléctrico</b>				Observaciones		
a. Mida y registre la corriente a plena carga y el voltaje en terminales.						
b. Apague la bomba. Revise las conexiones eléctricas (bomba, contactor). Corregir en caso de cables sueltos o flojos.						
<b>2. Revisión del sistema de bombeo</b>						
a. Registre la presión diferencial de descarga de la bomba en el						
b. Apague la bomba. Revisión de conexiones de la tubería. Registre en caso de fuga o desconexión de tuberías.						
<b>3. Estado físico de la bomba</b>						
a. Revisión del adecuado anclaje de la bomba						
b. Presenta la bomba golpes en la carcaza						
c. Revise el filtro. Limpiar si es necesario						
d. Presencia de algún ruido anormal durante el funcionamiento de la bomba						
<b>Procedimiento</b>						
1. Si se pudo realizar la inspección escriba en el apartado Checklist un "OK"						
2. Si <b>NO</b> se pudo realizar la inspección escriba en el apartado Checklist un "NO", e indique el motivo en observaciones						
Técnico a cargo:	Número de inspección:	Elaborado por:		Página:	Supervisor a cargo:	
_____	_____	Harold Monge M.		1 de 1	_____	

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

### 13.3 Anexo 3: Mantenimiento bombas de jacuzzi

Tabla 13-6 Mantenimiento bombas de jacuzzi

Checklist		Departamento de ingeniería	Rutina de inspección bombas	Código equipo:		Fecha: _____
	<b>1. Revisión del sistema eléctrico</b>			Observaciones		
	a. Mida y registre la corriente a plena carga y el voltaje en terminales.					
	b. Apague la bomba. Revise las conexiones eléctricas (bomba, contactor). Corregir en caso de cables sueltos o flojos.					
	<b>2. Revisión del sistema de bombeo</b>					
	a. Registre la presión diferencial de descarga de la bomba en el					
	b. Apague la bomba. Revisión de conexiones de la tubería. Registre en caso de fuga o desconexión de tuberías.					
	<b>3. Estado físico de la bomba</b>					
	a. Revisión del adecuado anclaje de la bomba					
	b. Presenta la bomba golpes en la carcasa					
	c. Revise el filtro. Limpiar si es necesario					
	d. Presencia de algún ruido anormal durante el funcionamiento de la bomba					
<b>Procedimiento</b>						
1. Si se pudo realizar la inspección escriba en el apartado Checklist un "OK"						
2. Si <b>NO</b> se pudo realizar la inspección escriba en el apartado Checklist un "NO", e indique el motivo en observaciones						
Técnico a cargo:	Número de inspección:	Elaborado por:		Página:	Supervisor a cargo:	
_____	_____	Harold Monge M.		1 de 1	_____	

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

### 13.4 Anexo 4: Mantenimiento bombas de piscina

Tabla 13-7 Mantenimiento bombas de piscina

Checklist		Departamento de ingeniería	Rutina de inspección bombas	Código equipo:		Fecha: _____
	<b>1. Revisión del sistema eléctrico</b>			Observaciones		
	a. Mida y registre la corriente a plena carga y el voltaje en terminales.					
	b. Apague la bomba. Revise las conexiones eléctricas (bomba, contactor). Corregir en caso de cables sueltos o flojos.					
	<b>2. Revisión del sistema de bombeo</b>					
	a. Registre la presión diferencial de descarga de la bomba en el					
	b. Apague la bomba. Revisión de conexiones de la tubería. Registre en caso de fuga o desconexión de tuberías.					
	<b>3. Estado físico de la bomba</b>					
	a. Revisión del adecuado anclaje de la bomba					
	b. Presenta la bomba golpes en la carcasa					
	c. Revise el filtro. Limpiar si es necesario					
	d. Presencia de algún ruido anormal durante el funcionamiento de la bomba					
<b>Procedimiento</b>						
1. Si se pudo realizar la inspección escriba en el apartado Checklist un "OK"						
2. Si <b>NO</b> se pudo realizar la inspección escriba en el apartado Checklist un "NO", e indique el motivo en observaciones						
Técnico a cargo:	Número de inspección:	Elaborado por:		Página:	Supervisor a cargo:	
_____	_____	Harold Monge M.		1 de 1	_____	

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

### 13.5 Anexo 5: Mantenimiento bombas alimentación tanques de agua caliente

**Tabla 13-8** Mantenimiento bombas alimentación tanques de agua caliente

Checklist		Departamento de ingeniería	Rutina de inspección bombas	Código equipo:		Fecha: _____
	<b>1. Revisión del sistema eléctrico</b>			Observaciones		
	a. Mida y registre la corriente a plena carga y el voltaje en terminales.					
	b. Apague la bomba. Revise las conexiones eléctricas (bomba, contactor). Corregir en caso de cables sueltos o flojos.					
	<b>2. Revisión del sistema de bombeo</b>					
	a. Registre la presión diferencial de descarga de la bomba en el					
	b. Apague la bomba. Revisión de conexiones de la tubería. Registre en caso de fuga o desconexión de tuberías.					
	<b>3. Estado físico de la bomba</b>					
	a. Revisión del adecuado anclaje de la bomba					
	b. Presenta la bomba golpes en la carcasa					
	c. Revise el filtro. Limpiar si es necesario					
	d. Presencia de algún ruido anormal durante el funcionamiento de la bomba					
<b>Procedimiento</b>						
1. Si se pudo realizar la inspección escriba en el apartado Checklist un "OK"						
2. Si <b>NO</b> se pudo realizar la inspección escriba en el apartado Checklist un "NO", e indique el motivo en observaciones						
Técnico a cargo:	Número de inspección:	Elaborado por:		Página:	Supervisor a cargo:	
_____	_____	Harold Monge M.		1 de 1	_____	

Fuente: elaboración propia (Word 2016)

## 13.6 Anexo 6: Informes mantenimiento planchador

### Inspection History Report

**Start** 01/20/2017 12:10 AM  
**End** 01/20/2017 03:26 AM  
**Tag**

**Performed By** jmont266  
**Estimated Time** 00:00:50  
**Calculated Time** 03:15:58

**Asset ID** 000077  
**Asset Desc** Aplanchador de sabanas  
**Asset Type** Ironer  
**Asset Tree** Equipment (Hskpg Lndry)  
**Location** Lavanderia

**Inspection** Ironer, Steam (Quarterly)  
 Q-PM-89  
 PM - Required

**Section:** Main

#	Question	Type	Answer	Disabled	Notes
1	Check all valves, connections and piping for damages, corrosion or leakage. Repair as needed.	OK	OK		
2	Check and lubricate motor, linkage, and gear box as necessary	OK	OK		
3	Inspect air lubricator and add oil as necessary	OK	OK		
4	Check operation of air regulator	OK	OK		
5	Lubricate all bearings, chains and sprockets as required	OK	OK		
6	Check chains and sprockets for excessive wear or damage. Repair or replace as necessary.	OK	OK		
7	Check chain drives for proper alignment	OK	OK		
8	Check pulley and belt for proper tension and alignment	OK	OK		
9	Check set screws on rollers and sprockets	OK	OK		
10	Check bearings and shafts	OK	OK		
11	Open and clean all steam filters	OK	OK		
12	Check steam/air/water/chemical lines and valves for any signs of leaks or damages. Repair immediately.	OK	OK		
13	Check and clean steam strainers as required	OK	OK		
14	Check exhaust dust filters for wax and lint build up	OK	OK		
15	Check and record motor amperage	Number	6		

Costa Rica Marriott Hotel  
 SJOCR

Page 1 of 6  
 10/18/2017 06:12 PM

Figura 13-1 Mantenimiento semanal planchador actual del 20 enero 2017.

Fuente: *Transcendent*

## Inspection History Report

**Start** 03/16/2017 01:17 AM  
**End** 03/16/2017 03:30 AM  
**Tag**

**Performed By** jmont266  
**Estimated Time** 00:00:50  
**Calculated Time** 02:11:54

**Asset ID** 000077  
**Asset Desc** Aplanchador de sabanas  
**Asset Type** Ironer  
**Asset Tree** Equipment (Hskpg Lndry)  
**Location** Lavanderia

**Inspection** Ironer, Steam (Quarterly)  
 Q-PM-89  
 PM - Required

**Section:** Main

#	Question	Type	Answer	Disabled	Notes
1	Check all valves, connections and piping for damages, corrosion or leakage. Repair as needed.	OK	OK		
2	Check and lubricate motor, linkage, and gear box as necessary	OK	OK		
3	Inspect air lubricator and add oil as necessary	OK	OK		
4	Check operation of air regulator	OK	OK		
5	Lubricate all bearings, chains and sprockets as required	OK	OK		
6	Check chains and sprockets for excessive wear or damage. Repair or replace as necessary.	OK	OK		
7	Check chain drives for proper alignment	OK	OK		
8	Check pulley and belt for proper tension and alignment	OK	OK		
9	Check set screws on rollers and sprockets	OK	OK		
10	Check bearings and shafts	OK	OK		
11	Open and clean all steam filters	OK	OK		
12	Check steam/air/water/chemical lines and valves for any signs of leaks or damages. Repair immediately.	OK	OK		
13	Check and clean steam strainers as required	OK	OK		
14	Check exhaust dust filters for wax and lint build up	OK	OK		
15	Check and record motor amperage	Number	2.7		

Figura 13-2 Mantenimiento semanal planchador actual del 16 marzo 2017.

Fuente: *Transcendent*

## Inspection History Report

**Start** 07/10/2017 09:34 PM  
**End** 07/10/2017 09:34 PM  
**Tag**

**Performed By** ebola103  
**Estimated Time** 00:00:50  
**Calculated Time** 00:00:24

**Asset ID** 000077  
**Asset Desc** Aplanchador de sabanas  
**Asset Type** Ironer  
**Asset Tree** Equipment (Hskpg Lndry)  
**Location** Lavanderia

**Inspection** Ironer, Steam (Quarterly)  
 Q-PM-89  
 PM - Required

**Section:** Main

#	Question	Type	Answer	Disabled	Notes
1	Check all valves, connections and piping for damages, corrosion or leakage. Repair as needed.	OK	OK		
2	Check and lubricate motor, linkage, and gear box as necessary	OK	OK		
3	Inspect air lubricator and add oil as necessary	OK	OK		
4	Check operation of air regulator	OK	OK		
5	Lubricate all bearings, chains and sprockets as required	OK	OK		
6	Check chains and sprockets for excessive wear or damage. Repair or replace as necessary.	OK	OK		
7	Check chain drives for proper alignment	OK	OK		
8	Check pulley and belt for proper tension and alignment	OK	OK		
9	Check set screws on rollers and sprockets	OK	OK		
10	Check bearings and shafts	OK	OK		
11	Open and clean all steam filters	OK	OK		
12	Check steam/air/water/chemical lines and valves for any signs of leaks or damages. Repair immediately.	OK	OK		
13	Check and clean steam strainers as required	OK	OK		
14	Check exhaust dust filters for wax and lint build up	OK	OK		
15	Check and record motor amperage	Number	12		

Figura 13-3 Mantenimiento semanal planchador actual del 10 julio 2017.

Fuente: *Transcendent*

### 13.7 Anexo 7: Informes mantenimiento bombas de jacuzzi

Inspection History Report					
<b>Start</b>	07/22/2017 02:27 PM	<b>Performed By</b>	mgonz0430	<b>Asset ID</b>	000707
<b>End</b>	07/22/2017 02:27 PM	<b>Estimated Time</b>	00:00:35	<b>Asset Desc</b>	Bomba Principal JA-BO-03
<b>Tag</b>		<b>Calculated Time</b>	00:00:19	<b>Asset Type</b>	Pump, Pool/Spa
				<b>Asset Tree</b>	Pumps
				<b>Location</b>	Cuarto de Jacuzzi General
<b>Inspection</b>	Pump, Pool Spa 201402 (Quarterly) Q-M-PM-PPS PM - Required				
<b>Section:</b>	Main				
#	Question	Type	Answer	Disabled	Notes
1	Ensure sufficient torque on strainer cover to prevent air leaking in	OK	OK		
2	Check and record motor voltage and amperage	Number	18		
3	Check and record pressure differential at suction of pump	Number	N/A		
4	Check all strainers and clean as required	OK	OK		
5	Tighten all associated fasteners to appropriate torque	OK	OK		
6	Inspect condition of strainer cover gasket	OK	OK		
7	Tighten connections and check for leaks at all potential leak points	OK	OK		
8	Check and record pressure differential at discharge of pump	Number	20		
9	Check air blower pump operation.	OK	OK		

Figura 13-4 Mantenimiento semanal bomba circulación jacuzzi actual del 22 julio 2017.

Fuente: *Transcendent*

## Inspection History Report

**Start** 01/22/2017 02:45 PM  
**End** 01/22/2017 02:53 PM  
**Tag**

**Performed By** bnava866  
**Estimated Time** 00:00:35  
**Calculated Time** 00:08:26

**Asset ID** 000707  
**Asset Desc** Bomba Principal JA-BO-03  
**Asset Type** Pump, Pool/Spa  
**Asset Tree** Pumps  
**Location** Cuarto de Jacuzzi General

**Inspection** Pump, Pool Spa 201402 (Quarterly)  
 Q-M-PM-PPS  
 PM - Required

**Section:** Main

#	Question	Type	Answer	Disabled	Notes
1	Ensure sufficient torque on strainer cover to prevent air leaking in	OK	OK		
2	Check and record motor voltage and amperage	Number	208		
3	Check and record pressure differential at suction of pump	Number	0		
4	Check all strainers and clean as required	OK	OK		
5	Tighten all associated fasteners to appropriate torque	OK	OK		
6	Inspect condition of strainer cover gasket	OK	OK		
7	Tighten connections and check for leaks at all potential leak points	OK	OK		
8	Check and record pressure differential at discharge of pump	Number	0		
9	Check air blower pump operation.	OK	OK		

Figura 13-5 Mantenimiento semanal bomba circulación jacuzzi actual del 22 enero 2017.

Fuente: *Transcendent*

## 13.8 Anexo 8: Informes mantenimiento bombas de piscina

Inspection History Report					
<b>Start</b>	02/04/2017 04:51 PM	<b>Performed By</b>	ccald562	<b>Asset ID</b>	000023
<b>End</b>	02/04/2017 04:52 PM	<b>Estimated Time</b>	00:00:35	<b>Asset Desc</b>	Bomba de piscina grande
<b>Tag</b>		<b>Calculated Time</b>	00:00:25	<b>Asset Type</b>	Pump, Pool/Spa
				<b>Asset Tree</b>	Pumps
				<b>Location</b>	cuarto electrico de piscina
<b>Inspection</b>	Pump, Pool Spa 201402 (Quarterly) Q-M-PM-PPS PM - Required				
<b>Section:</b>	Main				
#	Question	Type	Answer	Disabled	Notes
1	Ensure sufficient torque on strainer cover to prevent air leaking in	OK	OK		
2	Check and record motor voltage and amperage	Number	12		
3	Check and record pressure differential at suction of pump	Number	N/A		
4	Check all strainers and clean as required	OK	OK		
5	Tighten all associated fasteners to appropriate torque	OK	OK		
6	Inspect condition of strainer cover gasket	OK	OK		
7	Tighten connections and check for leaks at all potential leak points	OK	OK		
8	Check and record pressure differential at discharge of pump	Number	N/A		
9	Check air blower pump operation.	OK	OK		

Figura 13-6 Mantenimiento semanal bomba circulación piscina actual del 4 febrero 2017.

Fuente: *Transcendent*

## Inspection History Report

**Start** 05/04/2017 12:27 PM  
**End** 05/04/2017 12:27 PM  
**Tag**

**Performed By** bnava866  
**Estimated Time** 00:00:35  
**Calculated Time** 00:00:28

**Asset ID** 000023  
**Asset Desc** Bomba de piscina grande  
**Asset Type** Pump, Pool/Spa  
**Asset Tree** Pumps  
**Location** cuarto electrico de picina

**Inspection** Pump, Pool Spa 201402 (Quarterly)  
 Q-M-PM-PPS  
 PM - Required

**Section:** Main

#	Question	Type	Answer	Disabled	Notes
1	Ensure sufficient torque on strainer cover to prevent air leaking in	OK	OK		
2	Check and record motor voltage and amperage	Number	220		
3	Check and record pressure differential at suction of pump	Number	0		
4	Check all strainers and clean as required	OK	OK		
5	Tighten all associated fasteners to appropriate torque	OK	OK		
6	Inspect condition of strainer cover gasket	OK	OK		
7	Tighten connections and check for leaks at all potential leak points	OK	OK		
8	Check and record pressure differential at discharge of pump	Number	30		
9	Check air blower pump operation.	OK	OK		

Figura 13-7 Mantenimiento semanal bomba circulación piscina actual del 4 mayo 2017.

Fuente: *Transcendent*

## Inspection History Report

<b>Start</b>	07/30/2017 01:55 PM	<b>Performed By</b>	ccald562	<b>Asset ID</b>	000023
<b>End</b>	07/30/2017 01:56 PM	<b>Estimated Time</b>	00:00:35	<b>Asset Desc</b>	Bomba de piscina grande
<b>Tag</b>		<b>Calculated Time</b>	00:00:15	<b>Asset Type</b>	Pump, Pool/Spa
				<b>Asset Tree</b>	Pumps
				<b>Location</b>	cuarto electrico de picina

**Inspection** Pump, Pool Spa 201402 (Quarterly)  
 Q-M-PM-PPS  
 PM - Required

**Section:** Main

#	Question	Type	Answer	Disabled	Notes
1	Ensure sufficient torque on strainer cover to prevent air leaking in	OK	OK		
2	Check and record motor voltage and amperage	Number	16		
3	Check and record pressure differential at suction of pump	Number	N/A		
4	Check all strainers and clean as required	OK	OK		
5	Tighten all associated fasteners to appropriate torque	OK	OK		
6	Inspect condition of strainer cover gasket	OK	OK		
7	Tighten connections and check for leaks at all potential leak points	OK	OK		
8	Check and record pressure differential at discharge of pump	Number	N/A		
9	Check air blower pump operation.	OK	OK		

Figura 13-8 Mantenimiento semanal bomba circulación piscina actual del 30 julio 2017.

Fuente: *Transcendent*

### 13.9 Anexo 9: Interfaz de *Transcendent*

Air Handling Unit Details	
Type	<input checked="" type="radio"/> Single Zone <input type="radio"/> Multi Zone
Purpose	Heat/Cool <input type="button" value="v"/>
Output (CFM)	240 <input type="button" value="v"/>
Filter Size	2x12x24 <input type="button" value="v"/>
Belt Size	12" <input type="button" value="v"/>
Area Serviced	Main Lobby
Co2 Sensing if Make-Up Air Unit	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A*
Anticipated Date for CO2 Sensing	03/31/2016 <input type="button" value="v"/>
Variable Frequency Drive	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No*
VFD Point ID #	000123 <input type="button" value="v"/>
SBH Field	<input type="button" value="v"/>

Figura 13-9 Administración de activos en *Transcendent*.

Fuente: *Transcendent*

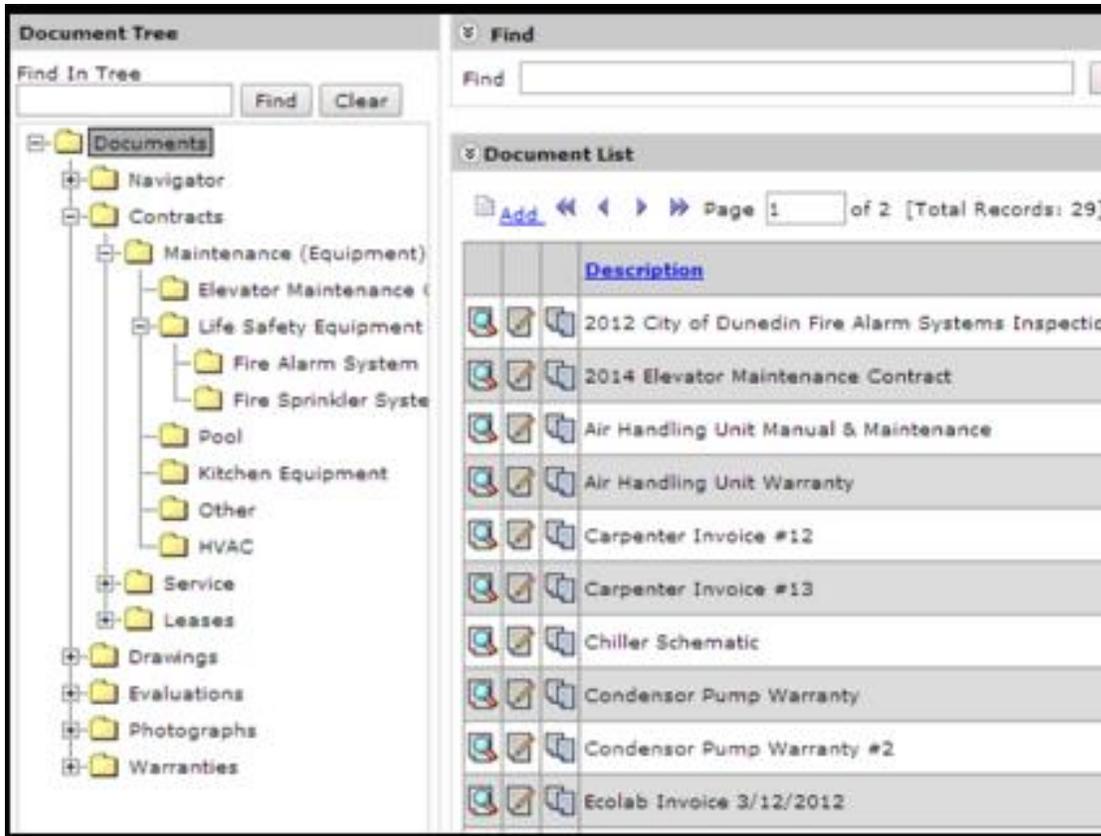


Figura 13-10 Manejo de documentos *Transcendent*.

Fuente: *Transcendent*

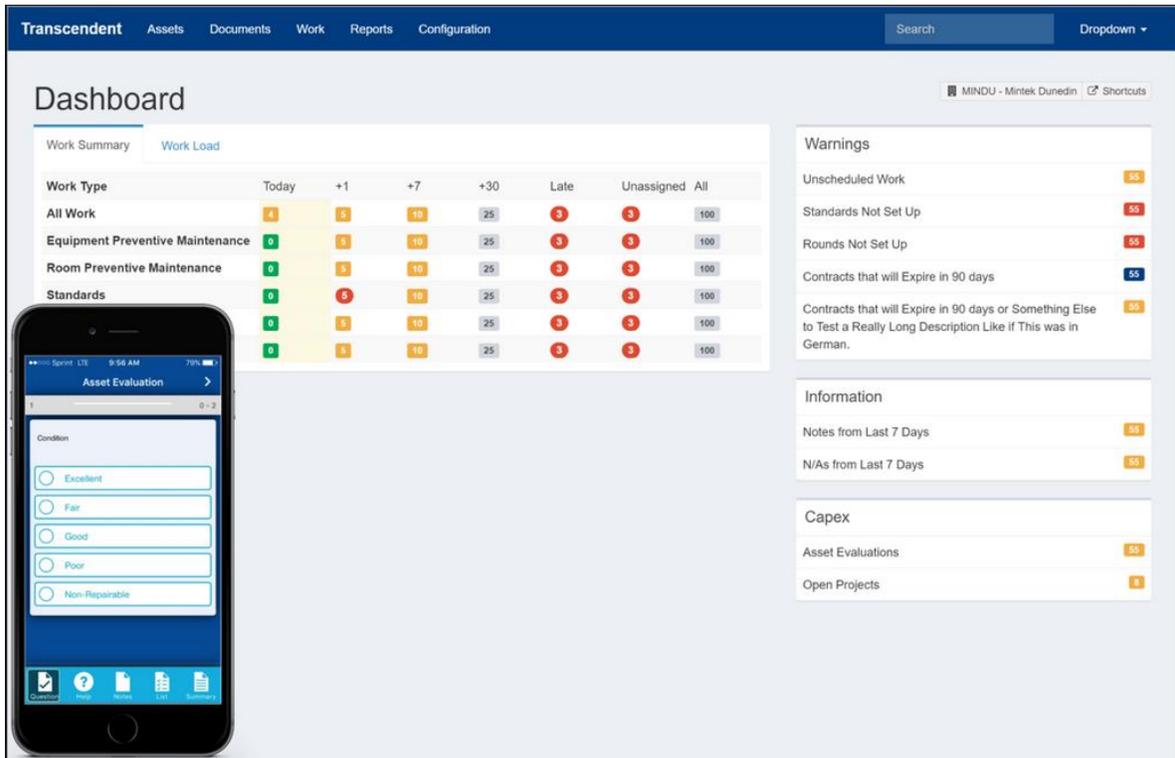


Figura 13-11 Administración de trabajos.

Fuente: *Transcendent*

## 13.10 Anexo 10: Implementación inspección bombas de alimentación calderas

En este apartado se introduce la nueva ronda de mantenimiento, en una primera parte, se introducen los datos del activo y detalles de la inspección.

The screenshot shows a software interface for managing inspection rounds. At the top, there are buttons for 'Save', 'Cancel', and 'Visibility (SJO CR)'. Below this is a 'Details' section containing the following fields and controls:

- Status:** A dropdown menu set to 'Inactive' with a 'Change Status' button next to it.
- Inspection ID\*:** A text input field containing 'Bombas Caldera'.
- Description\*:** A text input field containing 'Inspeccion Bombas de alimentacion caldera'.
- Classification:** A dropdown menu set to 'Custom'.
- Inspection Category:** A field with a plus icon on the left and a plus icon on the right.
- Table:** A table with two columns: 'Description' and 'Notes'. The table is currently empty, displaying 'No data to display'.
- Notes:** A large text area for entering notes.
- Max Score:** A field set to '0'.
- Fail Mode:** A dropdown menu.
- Fail Value:** A text input field with a help icon (question mark) to its right.
- Availability:** Two checkboxes: 'Available for Web' and 'Available on Demand', both of which are checked.

Figura 13-12 Inspección de bombas de alimentación caldera.

Fuente: *Transcendent*

Posteriormente se añaden las acciones a realizar, tal y como se muestran a continuación:

Questions				
		 Show All		
Page 1 of 1 (7 items) < [1] >				
	Q#	Question	Type	Rules
  	1	Mida y registre corriente nominal en Amperes (A)	Text	<a href="#">0</a>
  	2	Mida y registre la presión de descarga de la bomba (psi)	Text	<a href="#">0</a>
  	3	Mida y registre el voltaje en las terminales de la bomba en Volt (V)	Text	<a href="#">0</a>
  	4	Revise conexiones eléctricas. (Bomba, contactor). Corregir en caso de cables sueltos o flojos.	OK	<a href="#">0</a>
  	5	Apague la bomba. Revisión de conexiones de la tubería. Registre en caso de fuga o desconexión de tuberías.	OK	<a href="#">0</a>
  	6	Revisión del adecuado andaje de la bomba. Presenta la bomba golpes en la carcasa. Presencia de algún ruido anormal durante el funcionamiento de la bomba	OK	<a href="#">0</a>
  	7	Revise el filtro. Limpiar si es necesario.	OK	<a href="#">0</a>

Figura 13-13 Acciones en inspecciones de bombas de alimentación caldera.

Fuente: *Transcendent*

### 13.11 Anexo 11: Implementación inspección bomba de alimentación tanques de agua caliente

En este apartado se introduce la nueva ronda de mantenimiento, en una primera parte, se introducen los datos del activo y detalles de la inspección.

**Details**

**Status** Inactive Change Status

**Inspection ID\*** Bombas Tanques de agua caliente

**Description\*** inspeccion Bombas de alimentacion tanques de agua caliente

**Classification** Custom

**Inspection Category**

Description	Notes
No data to display	

**Notes**

**Max Score** 0

**Fail Mode** Fail Value ?

Available for Web  Available on Demand

Figura 13-14 Inspección de bombas Tanques de agua caliente.

Fuente: *Transcendent*

Posteriormente se añaden las acciones a realizar, tal y como se muestran a continuación:

Questions				
		  <input type="checkbox"/> Show All		
Page 1 of 1 (7 items) <input type="button" value="&lt;"/> <b>[1]</b> <input type="button" value="&gt;"/>				
	Q#	Question	Type	Rules
  	1	Mida y registre corriente nominal en Amperes (A)	Text	<a href="#">0</a>
  	2	Mida y registre la presión de descarga de la bomba (psi)	Text	<a href="#">0</a>
  	3	Mida y registre el voltaje en las terminales de la bomba en Volt (V)	Text	<a href="#">0</a>
  	4	Revise conexiones eléctricas. (Bomba, contactor). Corregir en caso de cables sueltos o flojos.	OK	<a href="#">0</a>
  	5	Apague la bomba. Revisión de conexiones de la tubería. Registre en caso de fuga o desconexión de tuberías.	OK	<a href="#">0</a>
  	6	Revisión del adecuado anclaje de la bomba. Presenta la bomba golpes en la carcasa. Presencia de algún ruido anormal durante el funcionamiento de la bomba	OK	<a href="#">0</a>
  	7	Revise el filtro. Limpiar si es necesario.	OK	<a href="#">0</a>

Figura 13-15 Acciones en inspecciones de bombas tanques de agua caliente.

Fuente: *Transcendent*

## 13.12 Anexo 12: Implementación del registro de fallas

Para sacarle un mayor provecho a la herramienta *Transcendent*, se propone manejar el registro de fallas al generar una *Work Order*. El procedimiento es el siguiente:

- a. Ingresar al menú de *Work*, en el apartado de *Submit Work Request*.

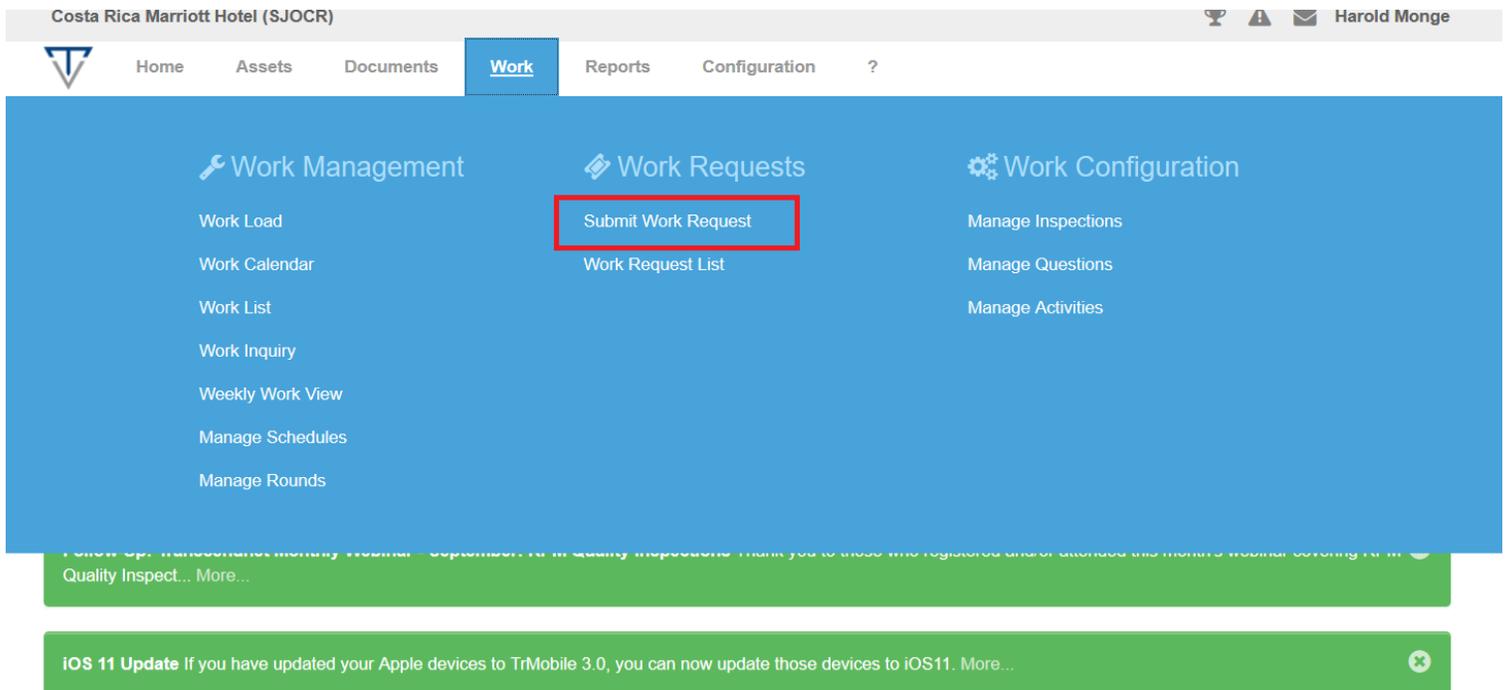


Figura 13-16 Paso a. Registro de fallas

Fuente: *Transcendent*

- b. Posteriormente ingresar los datos que pide la plataforma, el detalle está en añadir el activo, para que las reparaciones queden registradas de ahora en adelante.

 Your Information

*Your Name:	Harold Monge
*Your Email:	harold.monge@marriotthotels.com
*Your Phone:	(506)22980621
Notification:	Select... ▼

 Request Information

*Site:	Costa Rica Marriott Hotel (SJOCR) ✕ ▼
<b>Asset:</b>	Search ▼
*Location:	Search ▼
Other Location:	
*Description:	
Details:	
Assigned To:	Search ▼
Date Due:	
*Date Needed:	
*Priority:	Select... ▼

 Attachment

Figura 13-17 Paso b. Registro de fallas.

Fuente: *Transcendent*