

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO EN MECANICA AUTOMOTRIZ**

**REINGENIERÍA Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS TÉCNICOS
DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO VEHICULAR DEL
HONORABLE CONSEJO PROVINCIAL DE PICHINCHA, EVALUADOS
MEDIANTE LA SIMULACIÓN DE LOS MISMOS**

JAVIER ALEXANDER CHAMORRO CHAMORRO

CARLOS ALBERTO DÍAZ ZAMBRANO

DENNIS DAVID VITERI REYES

DIRECTOR: ING. FLAVIO ARROYO, MSc.

Marzo, 2011

Quito, Ecuador

CERTIFICACIÓN

JAVIER ALEXANDER CHAMORRO CHAMORRO, CARLOS ALBERTO DÍAZ ZAMBRANO Y DENNIS DAVID VITERI REYES, declaramos que somos autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal nuestra. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de mi exclusiva responsabilidad



.....

JAVIER ALEXANDER CHAMORRO CHAMORRO

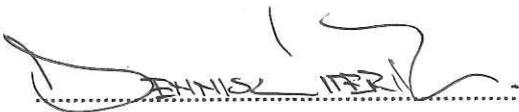
CI: 040144891-5



.....

CARLOS ALBERTO DÍAZ ZAMBRANO

CI: 171464235-0

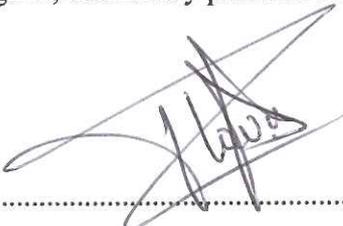


.....

DENNIS DAVID VITERI REYES

CI: 172021091-1

Yo, FLAVIO ARROYO, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, los Señores JAVIER ALEXANDER CHAMORRO CHAMORRO, CARLOS ALBERTO DÍAZ ZAMBRANO, DENNIS DAVID VITERI REYES, son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal suya.



.....

ING. FLAVIO ARROYO., MSc

DIRECTOR DE TESIS

REYES, son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal suya.

.....
ING. FLAVIO ARROYO., MSc

DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a todas las personas que contribuyeron con la realización de esta investigación, de manera especial al Ing. Flavio Arroyo, mi director y al personal del Gobierno Provincial de Pichincha, por su valiosa colaboración.

JAVIER CHAMORRO

Agradezco a Dios, a mis padres Carlos y Bella, ya que sin el apoyo de ellos hubiera sido imposible culminar esta etapa de mi vida, mi novia Rosita Elena ya que ella fue una de las personas que mas me impulso en este sueño, a mis profesores de la facultad de Mecánica Automotriz, en especial a mi director de tesis el Ingeniero Flavio Arroyo ya que gracias a su orientación se pudo llevar a cabo con éxito este propósito, a mis compañeros, Dennis y Javier con los que formamos un lazo de gran amistad y de equipo de trabajo, al Sr. Francisco Salcedo Supervisor General de Mecánica Central el cual nos brindo información requerida para llevar acabo este proyecto que esta orientado a beneficio del Honorable Concejo Provincial de Pichincha.

CARLOS DIAZ Z.

Ante todo agradezco a Dios, quien es El que me a permitido culminar con esta etapa de mi vida, me ah bendecido al darme el apoyo de mis Padres John y Cecilia, de mi Tía Rosario Barahona quien con sus concejos me supo alentar. Agradezco por la sabiduría de mis profesores, los cuales no inculcaron sus conocimientos, para en un futuro ser hombres de provecho, en especial agradezco a nuestro director de tesis el Ing. Flavio Arroyo que ah sido un gran respaldo y guía para la realización del proyecto que emprendimos.

Al Honorable Concejo Provincial de Pichincha por facilitarnos la información necesaria para llevar acabo el proyecto.

DENNIS VITERI R.

DEDICATORIA

A mis padres, quien con su apoyo incondicional y motivación diaria hicieron posible la culminación de mi meta.

JAVIER CHAMORRO

A las personas que confiaron en mi en especial a mis padres Carlos y Bella, mis hermanos José y Miguel, mi novia Rosita Elena y a mi director de tesis Ing. Flavio Arroyo ya que con su apoyo incondicional me impulsaron a seguir adelante y asi poder cumplir con esta meta hoy en día realizada, a todos ellos gracias.

CARLOS DIAZ Z.

Dedico a mis padres quienes depositaron su confianza en mi, y no escatimaron en dar todo de si Para apoyarme en mis sueños y metas.

DENNIS VITERI

SINTESIS

El proyecto que hemos emprendido se enfoca en la reingeniería y mejoramiento de los procesos técnicos que se efectúan en la Mecánica Central del Honorable Consejo Provincial Pichincha. Procesos que en la actualidad presentan un índice de eficiencia que está por debajo del 56 %, cuando el Consejo Provincial requiere parámetros superiores al 85%; es decir, no a mantenido un numero mínimo de unidades operativas para ofrecer un servicio optimo de acuerdo a las necesidades de los habitantes de la Provincia de Pichincha.

La baja eficiencia de debe a varios factores, entre ellos, falta de calidad en los trabajos realizado a los vehículos, por lo cual reingresan varias veces por el mismo daño, el tiempo en el cual se realizan mantenimiento preventivo o correctivo es muy elevado sin contar con un supervisor que controle el trabajo eficiente del mismo, la falta de stock en repuestos lo cual conlleva a que la maquinaria y vehículos sumen muchas horas muertas. Por otra parte se han detectado una falta de planificación para realizar un verdadero plan de mantenimiento preventivo con lo que se conseguiría disminuir el mantenimiento correctivo de las unidades.

El proyecto se basa, en el levantamiento de los procesos técnicos actuales para su posterior evaluación mediante un software de simulación de procesos llamado SIMUL8. Con los resultados obtenidos del desempeño actual, realizando una propuesta de mejora, los mismos que nos servirán para saber el personal necesario, eliminar o disminuir los cuellos de botellas.

Con la aplicación del proyecto el taller de Mecánica Central del Consejo Provincial de Pichincha, se laboran los índices de eficiencia, los trabajos deberán ser realizados con el cuidado necesario ya que se implantaran controles, se sabrá quien realiza los trabajos y lo mas importante un historial de trabajos realizados en los diversos equipos.

Es de suma importancia conocer que con este proyecto complementamos el estudio de la Ingeniería automotriz en la parte administrativa; ya que, mediante este estudio se puede brindar una asesoría adecuada en modelos de gestión por administración de procesos, indicadores de gestión y estándares de calidad total para poder mejorar los procesos de trabajo en empresas de alta envergadura.

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1	Estructura	del	Departamento	de	Mecánica	del
H.C.P.P.....	3					

Gráfico No. 2	Diagrama de Flujo Causa Efecto (Árbol del Problema).....	4
Gráfico No. 3	Simbología Básica.....	21
Gráfico No. 4	Iniciativas Tomadas por Altos Ejecutivos para Alcanzar Metas Estratégicas.....	29
Gráfico No. 5	Razones Mencionadas por Altos Ejecutivos para Apelar a la Reingeniería de Procesos.....	30
Gráfico No. 6	Tiempo en que los Ejecutivos Necesitan ver Resultados	30
Gráfico No. 7	Porcentaje de Ingresos o Gastos que se Necesitan sean afectados	31
Gráfico No. 8	Foco de los Resultados de Mejoramiento de la R.P.....	31
Gráfico No. 9	Procesos Críticos Para la Estrategia y los Clientes.....	32
Gráfico No. 10	Metas Importantes Para las Organizaciones	32
Gráfico No. 11	Obstáculos de la Reingeniería	33
Gráfico No. 12	Simulación de Flujos.....	39

Gráfico No. 13	Esquema Básico para Representar un Modelo de Simulación.....	..41
Gráfico No. 14	Objetos Básicos en SIMUL8.....	41
Grafico No. 15	Propiedades de un Punto de Entrada de Trabajo.....	43
Grafico No. 16	Cuadro de dialogo correspondiente a un Almacenamiento.....	44
Grafico No. 17	Cuadro Dialogo Correspondiente a un Centro de Trabajo.....	45
Grafico No. 18	Cuadro de Dialogo Correspondiente a un Punto de Salida.....	45
Grafico No. 19	Software SIMUL8.....	47
Grafico No. 20	Sistema Simulado en el Software SIMUL8.....	48
Grafico No. 21	Calculo de Porcentaje de Eficiencia del Taller del H.C.P.P.....	.50
Grafico No. 22	Diagrama de Flujo de Mantenimiento Preventivo.....	52
Grafico No. 23	Diagrama de Flujo de Mantenimiento Correctivo.....	54

Grafico No. 24	Planos de las Bahías de Trabajo del taller.....	56
Grafico No. 25	Simulación de la Situación Actual del Taller del H.C.P.P.....	57
Grafico No. 26	Propiedades Work Entry Point.....	58
Grafico No. 27	Etiquetado de Ítems.....	59
Grafico No. 28	Propiedades Work Center: Revisiones.....	60
Grafico No. 29	Propiedades Work Center: Decisión Mant.....	60
Grafico No. 30	Proceso Compra Repuestos.....	61
Grafico No. 31	Proceso Mantenimiento Correctivo Gasolina.....	62
Grafico No. 32	Tiempo Reparación Correctivo Gasolina.....	62
Grafico No. 33	Proceso Mantenimiento Correctivo Diesel.....	63
Grafico No. 34	Bahías de Mantenimiento a Gasolina.....	63
Grafico No. 35	Patios Mantenimiento a Diesel.....	64

Grafico No. 36	Iconos				de
Recursos.....					64
Grafico		No.			37
Recurso.....					65
Grafico No. 38	Propiedades		del		Reloj
Virtual.....					65
Grafico No. 39	Resultado	de	los	Tiempos	de
Procesos.....					67
Grafico No. 40	Simulación				Situación
Actual.....					68
Grafico No. 41	Cuellos				de
Botella.....					69
Grafico No. 42	Cuello	de	Botella		Reparación
Externa.....					69
Grafico No. 43	Diagrama de Flujo de la Planificación de la Rutina Propuesta en mantenimiento.....				
					.74
Grafico No. 44	Diagrama de Flujo Mantenimiento Preventivo Propuesto para el área de Talleres.....				
					.78
Grafico No. 45	Diagrama	de	Flujo	Mantenimiento	
Correctivo.....					82
Grafico No. 46	Diagrama	de	Flujo	Reparaciones	
Externas.....					83

Grafico No. 47	Simulación	Modelo
Mejorado.....		90
Grafico No. 48	Simulación	con Propuesta de
Mejora.....		91
Grafico No. 49	Reporte Modelo	
Mejorado.....		92
Grafico No. 50	Grafico Comparativo de	
Indicadores.....		94
Grafico No. 51	Análisis de	
Simulación.....		95

INDICE DE TABLAS

Tabla No.1	Tiempos de Entrega de las Unidades que Ingresan al Taller por Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo.....	3
Tabla No. 2	Informe de Vehículos y Maquinarias Operativas.....	49
Tabla No. 3	Equipos y Personal H.C.P.P.....	51
Tabla No. 4	Indicadores de Gestión.....	66
Tabla No. 5	Resultados Obtenidos en la Simulación de la Situación Actual.....	67
Tabla No. 6	Resultado de la Simulación.....	93
Tabla No. 7	Porcentaje de Mejora.....	94

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 HONORABLE CONSEJO PROVINCIAL DE PICHINCHA

1.1.1 Reseña Histórica

El Honorable Consejo Provincial de Pichincha fue creado en el año de 1946, teniendo como objetivo la realización de obras las cuales ayudarían al desarrollo y crecimiento de la provincia. Con el desarrollo industrial el hombre ha creado herramientas y maquinarias que sean han vuelto indispensables para la realización de obras, suplantando esto a los trabajos físicos y mejorando la calidad y la eficiencia.

En vista del avanzado crecimiento de la Provincia a surgido la necesidad de la implantación de vías, puentes, señalización, etc. Para mejorar el comercio, turismo y comunicación entre estos; por lo cual se vio en la necesidad de adquirir maquinarias tales como:

Volquetas, Tanqueros de Agua, Carros Asfaltadores, Tractores, Retroexcavadoras, Motoniveladoras, Mototraillas y Rodillos, los cuales ayudarían con las construcciones de carreteras y caminos vecinales, además de vehículos para el traslado del personal obrero que ayudarían con el trabajo.

Debido a que las maquinarias y vehículos necesitan un mantenimiento frecuente para su operación el Honorable Consejo Provincial de Pichincha, creó el Departamento de Mecánica

Central. Dicho Departamento fue creado en la década de los setenta, con la finalidad de brindar mantenimientos preventivos y correctivos a los vehículos y maquinarias que prestan servicios al H.C.P.P.

El taller de Mecánica Central se divide en cuatro secciones: Administrativa, Bodega, Equipo liviano y de Equipo pesado.

La parte Administrativa es la encargada de realizar los procesos de adquisición de repuestos y partes, como también de la realización de trabajos en talleres externos, debido a que el taller no dispone de personal y maquinaria adecuada para efectuar ciertos trabajos como por ejemplo: empacar zapatas, rectificaciones de motores, etc. Además de velar por las necesidades y seguridad del personal obrero.

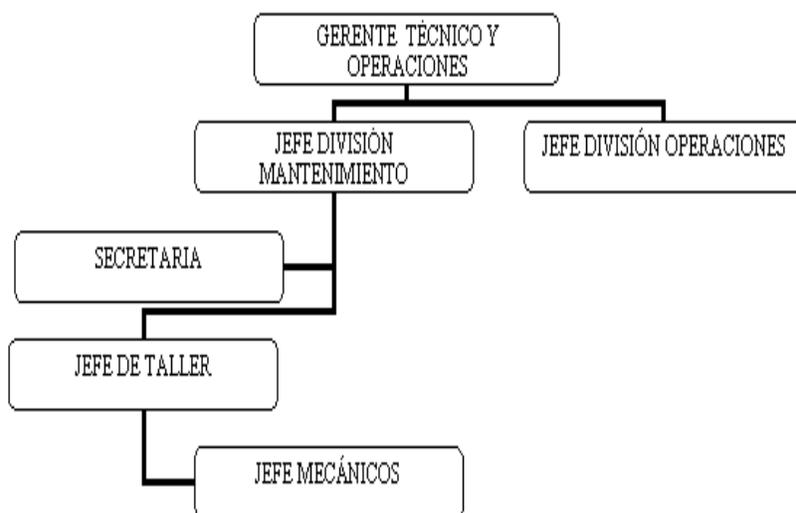
La Bodega es la parte encargada de almacenar y proveer de repuestos y partes que en stock se disponga al taller.

El área de Equipo Liviano y Pesado consta de personal mecánico, electromecánico, soldadores, torneros y ayudantes, los cuales se encargan de realizar los mantenimientos preventivos y correctivos, en los vehículos y maquinarias que dispone la institución.

Los problemas que se suscitan en la Mecánica Central son debido a la falta de procesos administrativos calificados y controles de calidad que supervisen el buen funcionamiento de ésta como institución, además de la falta de capacitación permanente e incentivos al personal lo cual ha creado una falta de compromiso en los trabajadores con el taller haciendo que sus trabajos sean deficientes y de muy baja calidad.

1.1.2 Jerarquización de los Procesos

Como parte de la investigación de la Mecánica Central del Honorable Consejo Provincial de Pichincha, iniciamos con la presentación Del Organigrama estructural que actualmente se encuentra vigente; en el que observamos la forma y distribución del Departamento de



Mecánica del Consejo Provincial de Pichincha.

Gráfico N° 1: Estructura del Departamento de Mecánica del H.C.P.P.

FUENTE: Gobierno Provincial de Pichincha.

ELABORADO POR: Gobierno Provincial de Pichincha.

1.1.3 Análisis Crítico

Actualmente en los Talleres de Mantenimiento Mecánico del Consejo Provincial de Pichincha encontramos que los tiempos de entrega de las unidades que ingresan al Taller por Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo es muy elevado y de poca calidad; los cuales se

detallan en la siguiente tabla. A si mismo registrando un aproximado de 2 a 3 retornos por cada 10 vehículos que han ingresado al taller; teniendo en cuenta que las unidades cumplen un trabajo exigente en una jornada de ocho horas diarias aproximadamente.

ACTUALMENTE

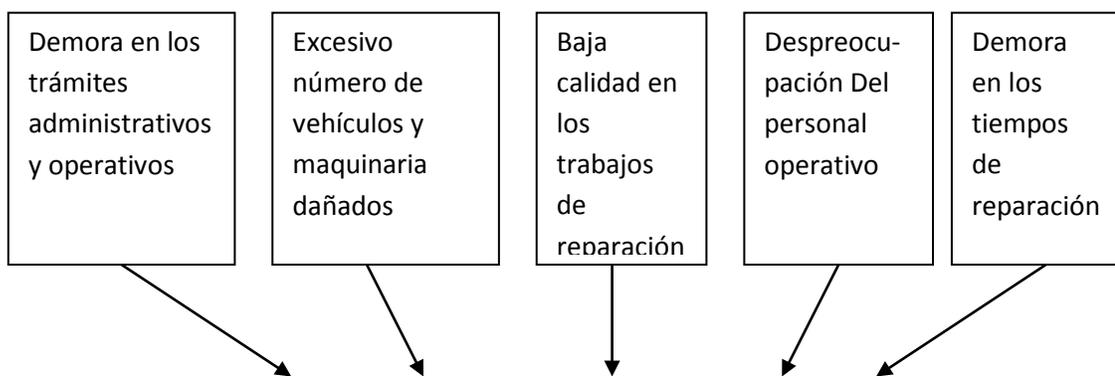
	Mínimo	Media	Máximo	M
SalidaPrevLiviano	473,71	779,84	1085,97	I
SalidaCorrLiviano	4398,52	7020,15	9641,79	N
SalidaPrevPesado	660,72	908,13	1155,55	U
SalidaCorrPesado	4779,15	7537,53	10295,91	T
SalidaExternos	12285,15	15415,83	18546,51	O

Tabla N°1: Tiempos de Entrega de las Unidades que Ingresan al Taller por Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo.

No existe una planeación del trabajo por parte de la Dirección del Departamento de Mecánica Central, los controles de mantenimiento son mínimos, las funciones y responsabilidades que deben cumplir los trabajadores no son claras lo que influye en el óptimo funcionamiento del área.

La falta de capacitación del personal, muchos de ellos tienen conocimientos adquiridos durante los años de experiencia del trabajo rutinario lo que hace que no estén calificados para solucionar las fallas sin importar su tecnología de complejidad provocando que se tenga que enviar las unidades a talleres especializados con costos elevados.

Grafico N° 2: Diagrama de flujo Causa Efecto (Árbol de Problemas)



ELABORADO: J Chamorro, C Díaz & D Viteri.

1.1.4 Aspecto Técnico –Administrativo

El presente proyecto abarca todos los procesos y subprocesos del área de mantenimiento, es decir, los que se realizan en el Mantenimiento Preventivo, Correctivo y Planificación de Rutina, para lo cual se documentará los procedimientos y las descripciones de puestos para así asegurar el cumplimiento de las actividades descritas, independientemente de los índices de rotación de personal existentes. Se pretende establecer indicadores de gestión, que permitan evaluar la calidad de los trabajos delineados en los procesos antes descritos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar una Reingeniería y Mejoramiento de los procesos técnicos del Departamento de Mantenimiento Vehicular del Honorable Consejo Provincial de Pichincha, evaluados mediante la simulación de los mismos, en el año 2010.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Conocer y evaluar los procesos actuales del Departamento de Mantenimiento Vehicular del Honorable Consejo Provincial de Pichincha.
- ✓ Definir herramientas apropiadas para el mejoramiento de los procesos.
- ✓ Precisar y valorar los procesos mejorados.

1.3 JUSTIFICACION

La investigación es la actividad de búsqueda que se caracteriza por ser reflexiva, sistemática y metódica, tiene como finalidad obtener conocimientos, solucionar problemas y se desarrolla mediante un proceso. Indudablemente la investigación va en beneficio de la sociedad de una manera cualitativa y cuantitativa, ya que investigando se obtiene el origen, el acierto o lo contrario, solo así se puede entender y dar la pauta de lo que sirve o sobra.

El Gobierno Provincial de Pichincha es una entidad descentralizada, creada para atender las necesidades de la comunidad, en cuanto a vialidad, salud, educación y otros servicios a favor del bienestar de la sociedad.

En el área de talleres de mantenimiento mecánico del Honorable Consejo Provincial de Pichincha, no se ha evidenciado una adecuada gestión por procesos que respondan a estándares de calidad. El área en mención es considerada dentro de la empresa como una de las más complejas de administrar, ya que su desempeño, incide directamente el rendimiento de Consejo Provincial.

Las actividades que se desprenden en el mantenimiento de equipo en los talleres del Consejo Provincial son: el Mantenimiento Preventivo y Correctivo. Actividades que no han sido definidas claramente y no cumplen con los requerimientos mínimos de un buen servicio de mantenimiento.

Las razones de los incumplimientos responden a que no existe una estructura funcional dentro de mantenimiento, los trámites burocráticos exageran el tiempo que normalmente debe tomar realizar un trabajo, no se han establecido controles de calidad en los trabajos realizados.

Los vehículos al igual que toda máquina, necesitan de cuidados y controles necesarios para su buen funcionamiento y perdurabilidad en el tiempo. Las inspecciones, ajustes, reparaciones, limpieza, lubricación entre otros, deben llevarse a cabo periódicamente, mediante un plan establecido de forma mensual, semestral o anual. Hay que destacar la importancia que tienen todas estas actividades durante la vida útil de un vehículo, pero realizadas de una manera correcta y en el momento adecuado.

Por esta razón, el trabajo a realizar, está enfocado a sistematizar estos procesos, para un mejor control en el mantenimiento de los vehículos y maquinaria, lo que permitirá que éstos, operen al cien por ciento, brindando un trabajo eficiente, ahorro de tiempo y dinero, menor riesgo de accidentes por fallas mecánicas, así como la optimización en su utilización.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizará las mejores herramientas, para que sobre la base de los resultados obtenidos, la situación mejore, los actos a ejecutarse sean con transparencia, en el ámbito profesional. Este trabajo no debe quedar solo en el plano teórico porque parecería inexistente, por lo que se espera que se tome nota, para que se realicen acciones encaminadas al mejoramiento de los procesos.

1.4 ALCANCE

El mantenimiento, en general, comprende todas las acciones que tienen como objetivo conservar un bien o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función específica, estas actividades incluyen la combinación de las funciones técnicas y administrativas correspondientes.

En la actualidad existen varios tipos de mantenimientos que se pueden realizar a vehículos, maquinaria o equipos. Para nuestro proyecto nos concentraremos en los tres tipos de mantenimiento más utilizados, Correctivo, Preventivo y Predictivo.

El primero es aquel en el que se reparan las diferentes partes del vehículo en el momento en que dejan de funcionar o empiezan a fallar.

El segundo consiste en seguir las instrucciones del fabricante, que se detallan en el manual del vehículo por tipo de servicio y los espacios de tiempo en que deben realizarse las operaciones de mantenimiento.

Y el tercero, es cuando se realizan diagnósticos o mediciones que permiten predecir si es necesario realizar correcciones o ajustes antes de que ocurra una falla. Se incluirá una parte al mantenimiento rutinario.

El Gobierno Provincial de Pichincha, tiene un área específica destinada a dar mantenimiento a los vehículos y maquinaria, que éste posee; ésta área es una de las más complejas de administrar, ya que su desempeño incide directamente en la calidad del servicio que se brinda a la comunidad en general. El taller no presenta un control eficiente del trabajo realizado ni de las responsabilidades que cada trabajador o funcionario debe tener dentro de su proceso.

El presente trabajo pretende identificar los procesos que afectan el mal desempeño del área de talleres, en la que se va a desarrollar la investigación, para esto, recurriremos previamente al programa de simulación de procesos SIMUL8, puesto que esta simulación es una de las más grandes herramientas para el Mejoramiento de Procesos.

Una vez identificados y corregidos los problemas, se sugerirán los cambios que permitan mejorar el desempeño de cada uno de los actores que intervienen en ellos, ya que se definirá las tareas necesarias, tiempos e incluso responsabilidades; con la finalidad de eliminar todas las actividades que retrasen dicho proceso; además se logrará fortalecer la imagen corporativa y por ende, conseguir un mayor compromiso por parte de todos los trabajadores.

Un mantenimiento adecuado de los vehículos y maquinaria, permitirá ahorrar tiempo, dinero y optimizar su funcionamiento. Los resultados de la simulación ayudarán a los responsables de los Talleres de Mantenimiento del Consejo Provincial de Pichincha, a tomar los correctivos necesarios para una mejora significativa en el servicio prestado.

1.5 METAS

- Mejorar la administración del taller bajo procedimientos y procesos.
- Simular la situación actual y propuesta de mejora de los procesos técnicos que se desarrollan en la Mecánica Central del H.C.P.P.
- Conocer en forma clara, cual es la situación actual, del departamento de mantenimiento de vehículos y maquinaria en el H.C.P.P.
- Proponer una administración bajo procesos, los mismos que nos permitan evaluar el rendimiento de cada actividad y responsables de las mismas.
- Establecer las medidas correctivas necesarias, para mejorar la situación actual, en cuanto a los procesos de mantenimiento que se desarrollan en la Mecánica Central.
- Procurar mejoras que permitan optimizar la utilización de los recursos disponibles.
- Lograr que el presente trabajo sea tomado en cuenta en el Consejo Provincial, para que sea como una herramienta que permita mejorar los procesos y de esta manera el servicio prestado.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 MANTENIMIENTO

“Son todas las acciones necesarias para que un ítem sea conservado o restaurado de modo que permanezca de acuerdo con la condición especificada.”¹ Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones.

Mantenimiento es básicamente el esfuerzo que realiza una organización para evitar fallas en sus instalaciones físicas más aun cuando estas son la parte principal de la creación de bienes y servicios, nos ayuda en su totalidad a la eliminación de horas cero o tiempos muertos. Reducir costos de operación y mano de obra, mediante mantenimiento predictivo y mantenimiento preventivo.

¹ TAVARES, Lounval Augusto, Administración Moderna del Mantenimiento. Brasil, pág. 21.

El mantenimiento está enfocado a la eliminación de los resultados indeseables de un sistema que falla, los resultados de esta pueden ser desorganizadores, llenos de desperdicio y muy costosos. El mal funcionamiento de la maquinaria y el producto pueden tener efectos de largo alcance en operación y la utilidad de una empresa. En las plantas complejas y altamente mecanizadas, una falla en la maquinaria puede dar como resultado que los obreros y las instalaciones paralicen la producción.

En la actualidad, los niveles de competitividad son cada vez más exigentes en las empresas. La presión por eliminar defectos de calidad, en una carrera continúa por la reducción de costos, está impulsando a la implantación de sistemas de mantenimiento diferentes a los tradicionales (preventivo y correctivo), que puedan responder a las necesidades del entorno. Estos métodos alternativos de mantenimiento se basan en el estado de mantenimiento de los equipos y en su monitoreo permanente, lo que permite aumentar la producción y disminuir los tiempos de paradas por imprevistos. Estos sistemas complementarios de mantenimiento preventivo son el mantenimiento predictivo y el mantenimiento on-line, en contra posición al clásico off-line.

La labor del departamento de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando riesgos en el área laboral.

2.1.1 Objetivos del mantenimiento

Los objetivos del mantenimiento son los siguientes:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o para de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

2.1.2 Tipos de mantenimiento

2.1.2.1 Mantenimiento Predictivo

“Muchos son los trabajos desarrollados y en actual desarrollo, buscando la aplicación del llamado “Mantenimiento Predictivo” o “Mantenimiento Previvo”, o “Control Predictivo del

Mantenimiento”. Tiene como objetivo, ejecutar el mantenimiento preventivo en equipos en el momento exacto, en que estos interfieren en la confiabilidad del sistema.”²

Se entiende por Control Predictivo de Mantenimiento, la determinación del punto óptimo para la ejecución del mantenimiento preventivo en un equipo, o sea, el punto a partir del cual la probabilidad que el equipo falle, asume valores indeseables. La determinación de ese punto trae como resultado, índices ideales de prevención de fallas, tanto en el aspecto técnico como en el económico, ya que, la intervención en el equipo, no es efectuada durante el periodo en que aún está en condiciones de prestar servicio, ni en el periodo en que sus características operativas están comprometidas.

El Mantenimiento Predictivo persigue conocer e informar permanentemente el estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad.

Para aplicar este mantenimiento, es necesario que identifiquemos variables físicas como son: temperatura, vibración, consumo de energía, etc., cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo.

Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos o técnicos.

2.1.2.2 Mantenimiento Preventivo

El Mantenimiento Preventivo mantiene un nivel de servicio determinado en la maquinaria, debemos programar las intervenciones de los puntos vulnerables en el momento más

² TAVARES, Lounval Augusto, Administración Moderna del Mantenimiento. Brasil, pág. 86.

oportuno. Esto tiene un carácter sistemático, es decir, que interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

2.1.2.3 Mantenimiento Correctivo

El Mantenimiento Correctivo es el conjunto de tareas que van a corregir defectos que se van presentando en la maquinaria una vez que ha ocurrido una falla y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los operadores de la maquinaria.

2.1.2.4 Mantenimiento Cero Horas (Overhaul):

El mantenimiento Cero Horas es un conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos bien programados antes de que aparezca alguna falla, cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo.

En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

2.1.2.5 Mantenimiento En Uso:

El mantenimiento en Uso es básico en un equipo realizado por los usuarios del mismo. Este consiste en una serie de tareas elementales que son: tomas de datos, inspecciones visuales,

limpieza, lubricación, reapriete de tornillos, etc. Para esto no es necesario una gran formación, sino tan sólo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Mantenimiento Productivo Total).

Visto lo anterior, cabe señalar que ésta división tradicional es poco efectiva, es difícil encontrarle una aplicación práctica, la razón por la que se retoma esta división de tipos de mantenimiento, es para que con base en ella, se desarrollen modelos nuevos de mantenimiento, puesto que cada equipo, maquina o edificación, requiere una mezcla diferente de cada uno de estos tipos, no se puede pensar en aplicar uno sólo de ellos a un equipo en particular.

La mezcla idónea se dará en función de razones muy específicas como costos de mantenimiento, reparación, que tanta pérdida produce la parada de un equipo, el impacto ambiental que tendrá, cuál será la calidad final del producto o servicio, entre muchas otras.

2.1.3 La Tercerización en el Mantenimiento.

“En mantenimiento, es siempre recomendable que los servicios de terceros, sean aplicados adecuadamente y bien controlados. De esta práctica resultan economías favorables, rapidez de soluciones, alternativas para situaciones difíciles y garantía de atención a grandes volúmenes de trabajo. Tienen influencia fundamentalmente en tres aspectos:

1. Equipo de tecnología avanzada, que requieran personal muy especializado y/o herramientas y/o materiales específicos;

2. Servicios de naturaleza no continua y/o con costo definido (jardinería, pintura de edificios e instalaciones, equipo de oficina, etc.)
3. Servicios no relacionados con la actividad final de la empresa (seguridad, alimentación, limpieza, etc.)

Teóricamente la tercerización tiene como principales fundamentos:

- ✓ Liberación del cliente para cuidar su actividad fundamental
- ✓ Obtención de especialización (Tecnología)
- ✓ Mejora de la calidad de los servicios
- ✓ Reducción de los costos operacionales

El resultado de la reducción de mano de obra debido al proceso de tercerización, no significa, de manera alguna, aumento de desempleo en la comunidad. En la planificación de actividades de terceros en mantenimiento, deben ser analizados los siguientes objetivos principales:

- Identificar a los usuarios responsables y desarrollar los servicios que serán tercerizados;
- Identificar las actuales deficiencias que dificultan la implantación de un proceso de tercerización;
- Establecer metas y objetivos para la implantación de la tercerización en el mantenimiento;
- Determinar si es realmente posible “automatizar” los servicios de mantenimiento y, si así fuera, sugerir esquemas aceptables;

- Preparar una previsión de actividades, tiempos y recursos, que serán usados para conducir la implantación de la tercerización en el mantenimiento.”³

2.2 TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE)

“TPM es la sigla de “Total Productive Maintenance” (Mantenimiento Productivo Total) y es una técnica desarrollada en el Japón en la década de 1970, como una necesidad de mejorar la calidad de sus productos y servicios.

Tiene como concepto básico “la reformulación y la mejora de la estructura empresarial a partir de la reestructuración y mejora de las personas y de los equipos, con el compromiso de todos los niveles jerárquicos y el cambio de la postura organizacional.”⁴

El TPM es una técnica que promueve un trabajo donde están siempre unidos, según los mismos objetivos: el Hombre, la Máquina y la Empresa. De esta manera, el trabajo de conservación de los medios de producción, pasa a ser preocupación y acción de todos, desde el directorio hasta el operador del proceso (o servicio).

El TPM compromete la eficacia de la propia estructura orgánica de la empresa, por medio de mejoras a ser introducidas e incorporadas, tanto en las personas como en los equipos. “TPM es una herramienta poderosa para vencer el desafío de la productividad y de la calidad”.

De esta forma, se puede decir que el TPM es una técnica de administración de la producción que posibilita la garantía de producir productos con calidad, a menores costos y en el

³ TAVARES, Lounval Augusto, Administración Moderna del Mantenimiento. Brasil, pág. 91.

⁴ TAVARES, Lounval Augusto, Administración Moderna del Mantenimiento. Brasil, pág. 106.

momento necesario. Con relación a los equipos, significa promover la revolución junto a la línea de producción, a través de la incorporación de la “Ruptura cero”, “Defecto cero”.

LAS 8 PILARES DEL TPM

- 1 Mantenimiento Preventivo
- 2 Mejoras individuales en los equipos
- 3 Proyectos MP/LCC (Mantenimiento Preventivo – Maintenance Prevention Costo del Ciclo de Vida – Life Cycle Cost)
- 4 Educación y capacitación.
- 5 Mantenimiento de la calidad.
- 6 Control administrativo
- 7 Medio ambiente, seguridad e higiene
- 8 Mantenimiento autónomo

2.2.1 Justo a Tiempo (JAT)

“Justo a tiempo (JAT) y Calidad total (CT), van de la mano y resultaría imposible operar Justo a Tiempo sin las bases de Calidad Total. La producción JAT nos quiere decir: producir la cantidad correcta del producto en el momento que se requiere.”⁵

Por lo tanto están enfocados a reducir inventarios y al hacerlo se exponen las razones para estos inventarios, estas razones se tienen que resolver, ya que la mayor parte son temas de

⁵ HAY, Edward J. Justo a Tiempo. Colombia, pág. 8.

apoyo ya sea con la mano de obra, maquinas o proveedores, ya que estos temas algunas veces complejos tienen que ser resueltos. Es una creencia común que el JAT se refiere completamente a los proveedores, pero no es así. Una empresa tiene mucho que ganar poniendo en práctica JAT.

Ejecutada correctamente, la filosofía JAT reduce o elimina buena parte del desperdicio en las actividades de compras, fabricación, distribución y apoyo a la fabricación (actividades de oficina) en un negocio de manufactura. Esto se logra utilizando los tres componentes básicos: flujo, calidad e intervención de los empleados.

Primero, necesitamos una definición práctica de desperdicio. La empresa Toyota, que dio origen a la modalidad JAT, define como desperdicio “todo lo que sea distinto de la calidad mínima de equipo, materiales, piezas y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción”.

El motivo de hablar del valor agregado es que nos ayuda a eliminar el aspecto subjetivo de la expresión “absolutamente esenciales” en la definición dada por Toyota. El concepto de agregar valor nos da una referencia concreta que reemplaza el término “absolutamente esenciales para la producción”. Siempre puede haber desacuerdo respecto de qué es esencial. Si todos los japoneses pueden ponerse de acuerdo sobre qué es esencial, será maravilloso... pero al parecer que la dificultad con que han tropezado tantas empresas japonesas en la implantación del JAT es muestra de que no pueden llegar a un acuerdo sobre qué es esencial.

2.3 ADMINISTRACION POR PROCESOS

2.3.1 Definición de Proceso

“Proceso significa secuencia sistemática de funciones para realizar las tareas; medio, método. Éste se refiere a alguna combinación única de máquinas, herramientas, métodos, materiales y personas involucradas en la producción. Con frecuencia es factible separar y cuantificar el efecto de las variables que entran en esta combinación.”⁶

“Un proceso es una serie de actividades relacionadas entre sí que convierten insumos en productos. Los procesos se componen de tres tipos principales de actividades:

Las que **agregan valor** (actividades importantes para los clientes); **actividades de traspaso** (las que mueven el flujo de trabajo a través de fronteras que son principalmente funcionales, departamentales y organizacionales); y **actividades de control** (las que se crean en su mayor parte para controlar los traspasos a través de las fronteras mencionadas).”⁷

Existen dos tipos de Procesos: estratégicos y no estratégicos.

Los primeros son los más importantes e indispensables para los objetivos, las metas, el posicionamiento y la estrategia declarada de una compañía; los procesos estratégicos son una parte integrante de la manera como la compañía se define a sí misma.

Los no estratégicos o de valor agregado son los procesos indispensables para satisfacer los deseos y las necesidades del cliente, y por los cuales éste está dispuesto a pagar; suministran o producen algo que él aprecia como parte del producto o servicio que se le ofrece.

⁶ JURAN & GRYNA, Análisis y Planeación de la Calidad. México, p. 393.

⁷ MANGANELLI & KLEIN. Cómo hacer Reingeniería. Colombia, p. 10.

La única manera de comprender realmente lo que sucede en los procesos de la empresa es a través de un seguimiento personal de flujo de trabajo, analizando y observando su desarrollo. Esto se conoce como revisión del proceso.

Al prepararse para la revisión del proceso, la empresa debe asignar representantes para las diferentes partes del proceso. Por lo general, un miembro pertenece al departamento en el cual se realiza la actividad. Las personas asignadas deben tener conocimiento de la actividad que le corresponde evaluar; debe estar al tanto con la documentación que se llevara para el proceso, organizarse con la persona encargada del departamento las entrevistas que se le realizara al personal, conocer totalmente lo que ocurre dentro del proceso y comparar la forma en que las diferentes personas encargadas del proceso, hacen el trabajo para determinar cuál deberá ser la mejor operación estándar.

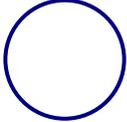
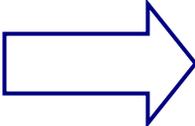
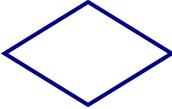
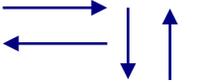
La empresa debe preparar un seguimiento de revisión de proceso, con el cual se reúne información necesaria acerca del mismo. Se realiza un seguimiento con preguntas típicas acerca de la estabilidad en la empresa si está conforme con lo que realiza y que cambios haría el empleado si él estuviera a cargo del proceso.

2.3.2 Diagramas de Flujo.

“Es una representación gráfica de un proceso dada en una secuencia de operaciones expresadas en forma gráfica. Es una forma de detallar y analizar el proceso de producción o actividades que se desarrollan dentro de un proceso cuya simbología se ha tomado de las

normas internacionales ANSI (American Nacional Estándar Institute), mismas que se describen a continuación:

Simbología Básica

SÍMBOLO	PASO	DESCRIPCIÓN
	Inspección	Cualquier comparación o verificación de características contra los estándares de calidad establecidos para el mismo, puede ser verificar, requisar, inspeccionar partes, aprobar, etc.
	Operación	Que puede estar representado por cualquier actividad como sacar una copia, escribir memorando, manejar una máquina, etc.
	Transporte	Cualquier movimiento que no sea parte integral de una operación o inspección, como enviar datos a la matriz, distribuir material a la próxima estación, transportar bienes para el cliente, caminar, almacenar.
	Documento	Documento o reporte generado de forma manual o electrónicamente.
	Decisión	Seguir o no una actividad. Sí entonces-no.
	Líneas de Flujo.	Que nos indica la dirección del flujo
	Base de Datos.	Para generar archivo electrónico en base de datos.

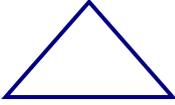
	Archivo	Archivar un documento, copiar en un disco.
	Inicio-fin del flujo.	Indica cuando termina el flujo.
	Espera	Algunas veces denominado bala, cuando un ítem se coloca en un almacenamiento provisional antes que se realice la siguiente actividad programada Ej. ; esperar una firma, esperar una confirmación, etc.

GRAFICO N° 3: Simbología Básica.

FUENTE: Alcázar Rodríguez, Rafael. “El emprendedor de éxito”

Los diagramas de flujo se clasifican en diagramas de bloque y diagramas de flujo funcional, siendo los primeros quienes nos proporcionan una visión rápida del proceso, analiza las interacciones detalladas de un proceso entre organizaciones y áreas. Los diagramas de flujo funcional permiten mostrar el movimiento entre diferentes unidades de trabajo identificando como los departamentos funcionales verticalmente orientados afecta a un proceso que fluye a través de una empresa.”⁸

2.3.3 Diagramación

“La diagramación es una herramienta que nos permite representar en forma gráfica los procesos de una empresa y observar las actividades en conjunto, sus relaciones y cualquier incompatibilidad, cuello de botella o fuente de posibles ineficiencias.

⁸ ALCAZAR RODRIGUEZ, Rafael. “El Emprendedor del Éxito” Edición # 2. México, pág. 119.

El análisis de procesos es el cambio más importante ocurrido en la evolución de la ciencia administrativa. La época moderna se caracteriza por la creciente preocupación por obtener soluciones completas, que tomen en cuenta todos los ángulos de una situación. El proceso permite observar la realidad tal cual es: integral, continua y orgánica.”⁹

Ventajas

- ✓ Verificación del proceso real respecto del proceso diseñado.
- ✓ Detección de actividades o grupos de actividades que reducen la calidad y productividad.
- ✓ Facilitan la coordinación y la comunicación.
- ✓ Facilitan el análisis de opciones de mejoramiento.

Aspectos importantes

Es indispensable estandarizar la elaboración de diagramas, para que todos puedan leer lo mismo e igualar las interpretaciones. Los diagramas más útiles contienen palabras y frases entendibles por cualquier persona.

El primer paso en la diagramación, es determinar los límites del proceso que se analizará; luego se deben de establecer los productos que salen del proceso y los insumos que entran.

Resulta muy importante no tratar de detallar demasiado conservando el mismo nivel de detalle en todo el diagrama; mezclar actividades definidas con actividades resumidas, normalmente conduce a confusiones.

⁹MANUAL PARA LA DIAGRAMACIÓN DE PROCESOS, Valdés Hernández Luis Alfredo. Noviembre del 2003. pág. 18

Un vez que se tiene un diagrama con un nivel de detalle uniforme, cada uno de estos cuadros de actividad puede ser considerado un proceso; los diagramas de dichos cuadros constituyen el siguiente nivel de detalle. De esta forma se puede ir penetrando en el detalle hasta donde resulte conveniente. Es obligatorio verificar los diagramas respecto de la realidad, con el propósito de corregir cualquier mala interpretación u omisión que pudieran contener.

Es indispensable que todos los diagramas tengan claramente especificados: la fecha de elaboración o actualización, un número de versión y el nombre o nombres de quienes lo elaboraron.

Es muy difícil hacer un diagrama perfecto desde la primera vez, frecuentemente es necesario realizar algunas modificaciones conforme se logra un mayor conocimiento de las situaciones.

Es muy sano estar preparado para modificar el diagrama, basta lograr que represente de la mejor manera al proceso que estemos estudiando, es una labor de ensayo.

2.4 HERRAMIENTAS DE LA ADMINISTRACION POR PROCESOS

2.4.1 Mejoramiento Continuo (KAIZEN)

Los continuos y acelerados cambios en materia tecnológica, conjuntamente con la reducción en el ciclo de vida de los bienes y servicios, la evolución en los hábitos de los consumidores; los cuales poseen cada día más información y son más exigentes, sumados a la implacable competencia a nivel global que exige a las empresas mayores niveles de calidad, acompañados de mayor variedad, y menores costos y tiempo de respuestas, requiere la aplicación de métodos que en forma armónica permita hacer frente a todos estos desafíos.

El mejoramiento continuo es una filosofía que trasciende a todos los aspectos de la vida, no solo al plano empresarial, ya que de por sí, los hombres tienen una necesidad de evolucionar hacia el auto perfeccionamiento. Esta base filosófica hace que la mejora continua se convierta en una "cultura para ser mejores" que va más allá de lo económico y en este sentido es casi una cuestión ética que se entremezcla con las veteranas teorías de Maslow. Además, al contrario de otras "filosofías empresariales", no se trata de realizar grandes cambios, más bien se enfoca en realizar mejoras pequeñas pero continuadas en todas las actividades, es una cuestión paso a paso y no de grandes revolcones.

El punto de partida de Kaizen es identificar el desperdicio en los movimientos de trabajo. Con frecuencia los trabajadores no están conscientes de los movimientos innecesarios que hacen.

Sólo después que todos estos movimientos innecesarios son identificados y eliminados se puede pasar a la siguiente fase de Kaizen en las máquinas y en los sistemas.

Podríamos diferenciar lo que es una mentalidad Kaizen de una que no lo es con el siguiente ejemplo: En una fábrica de automóviles un trabajador ve un gran tornillo tirado debajo de uno de los autos en la línea de ensamble, que en apariencia se cayó después de instalado.

En una empresa sin kaizen el trabajador haría lo siguiente:

1. No meterse en lo que no es de su área.
2. Tratándose de su área, avisa para que alguien reponga el tornillo.

3. Solamente en caso de que la misma situación se repita muchas veces se afectará la planeación. Entonces el jefe le explicará el problema al especialista para que diseñe un cambio en la ruta de ensamble.

Que hace un trabajador que practica el kaizen:

1. Averigua por qué está tirado el tornillo aunque no sea en su departamento.
2. Avisar al supervisor para que repongan el tornillo y, al mismo tiempo, comentan sobre las posibilidades de que suceda en otros automóviles. Allí puede surgir la solución mediante un cambio en la ruta de ensamble que resuelva el problema. El supervisor pide el cambio, recibe el visto bueno del gerente de producción, lo ingresan en la computadora y se notifica a todos los involucrados el mismo día.

Es una herramienta que en la actualidad es fundamental para todas las empresas porque les permite renovar los procesos administrativos que ellos realizan, lo cual hace que las empresas estén en constante actualización; además, permite que las organizaciones sean más eficientes y competitivas, fortalezas que le ayudarán a permanecer en el mercado. Para la aplicación del mejoramiento, es necesario que en la organización exista una buena comunicación entre todos los órganos que la conforman, y también los empleados deben estar bien compenetrados con la organización, porque ellos pueden ofrecer mucha información valiosa para llevar a cabo de forma óptima este proceso.

Se aplica regularmente, él permite que las organizaciones puedan integrar las nuevas tecnologías a los distintos procesos, lo cual es imprescindible para toda organización.

“El “Mejoramiento Continuo” (*llamado Kaisen en Japón*) ha adquirido un significado amplio, como el de los esfuerzos persistentes para actuar sobre los problemas crónicos y esporádicos y para refinar los procesos. Para problemas crónicos, significa lograr niveles cada vez mejores del desempeño anual; para los problemas esporádicos significa tomar medidas correctivas sobre problemas periódicos; para el refinamiento de los procesos quiere decir tomar acciones como las de reducir la variación alrededor del valor meta.”¹⁰

2.4.1.1 Importancia del Mejoramiento Continuo

“El proceso de mejoramiento continuo es un enfoque sistemático que se puede utilizar con el fin de lograr crecientes e importantes mejoras en procesos que proveen productos y servicios a los clientes. Al utilizar el proceso de mejora continua, se echa una mirada detallada de los procesos y descubre maneras de mejorarlos. El resultado final es un medio más rápido, mejor, más eficiente o efectivo para producir un servicio o producto.”¹¹La importancia de esta técnica radica en que con su aplicación puede contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la organización.

A través del mejoramiento continuo se logra ser más productivos y competitivos en el mercado al cual pertenece la organización, por otra parte las organizaciones deben analizar los procesos utilizados, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse; como resultado de la aplicación de esta técnica puede ser que las organizaciones crezcan dentro del mercado y hasta llegar a ser líderes.

¹⁰ JURAN & GRYNA, Análisis y Planeación de la Calidad. México, pág. 40.

¹¹ CHANG, Richard, Mejora Continua de Procesos. México, pág. 7.

2.4.1.2 El proceso de mejoramiento

La búsqueda de la excelencia comprende un proceso que consiste en aceptar un nuevo reto cada día. Dicho proceso debe ser progresivo y continuo. Debe incorporar todas las actividades que se realicen en la empresa a todos los niveles.

El proceso de mejoramiento es un medio eficaz para desarrollar cambios positivos que van a permitir ahorrar dinero tanto para la empresa como para los clientes, ya que las fallas de calidad cuestan dinero.

Asimismo este proceso implica la inversión en nuevas maquinaria y equipos de alta tecnología más eficientes, el mejoramiento de la calidad del servicio a los clientes, el aumento en los niveles de desempeño del recurso humano a través de la capacitación continua, y la inversión en investigación y desarrollo que permita a la empresa estar al día con las nuevas tecnologías.

2.4.1.3 Actividades Básicas del Mejoramiento

De acuerdo a un estudio en los procesos de mejoramiento puestos en práctica en diversas compañías en Estados Unidos, Según Harrington (1987), existen diez actividades de mejoramiento que deberían formar parte de toda empresa, sea grande o pequeña:

1. Obtener el compromiso de la alta dirección.
2. Establecer un consejo directivo de mejoramiento.
3. Conseguir la participación total de la administración.
4. Asegurar la participación en equipos de los empleados.

5. Conseguir la participación individual.
6. Establecer equipos de mejoramiento de los sistemas (equipos de control de los procesos).
7. Desarrollar actividades con la participación de los proveedores.
8. Establecer actividades que aseguren la calidad de los sistemas.
9. Desarrollar e implantar planes de mejoramiento a corto plazo y una estrategia de mejoramiento a largo plazo.
10. Establecer un sistema de reconocimientos.

2.4.2 Reingeniería de Procesos

El hombre por naturaleza busca respuestas a muchas interrogantes que se va encontrando a medida que desarrolla su saber, aclaradas y contestadas estas respuestas nacen nuevas interrogantes, y se cuestionan a estas respuestas. Podemos decir que reingeniería es un proceso que da respuesta a una interrogante, ¿acaso estamos haciendo bien las cosas o podríamos mejorarlas?, la cual surgió al haber obtenido una respuesta a una interrogante que originalmente se planteó.

Estamos en la entrada de una nueva era y vemos que en la actualidad existen compañías que siguen funcionando con diseños administrativos del siglo pasado. En esta nueva era se necesitan procesos enteramente diferentes o distintos.

Ante estas nuevas exigencias nacen nuevas modalidades de administración, entre estas esta la reingeniería, fundamentada en que no son los productos si no los procesos que los crean los que llevan a las empresas al éxito. Nos hemos podido dar cuenta que los buenos productos no

hacen ganadores si no que los ganadores son los que hacen buenos productos, las compañías lo que deben hacer es organizarse en torno al proceso planteado.

“Reingeniería es volver a empezar arrancando de cero; no es hacer más con menos si no es con menos dar más al cliente. El objetivo de la reingeniería es hacer lo que ya estamos haciendo, pero hacerlo mejor, trabajar más inteligentemente. Además de rediseñar procesos de manera que estos no estén divididos, con lo cual en la empresa se podrá solucionar los problemas sin burocracia e ineficiencia. Es la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y actuales de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez.”¹².

En la RP examinamos no sólo los procesos estratégicos y que agregan valor sino también todos los sistemas, las políticas y las estructuras organizacionales que sostienen dichos procesos. Los sistemas que sostienen actividades de procesos van desde sistemas de procesamiento y administración de información, por una parte, hasta sistemas sociales y culturales, por otra.

Las políticas que sostienen actividades de procesos incorporan normalmente las reglas escritas y los reglamentos que prescriben la conducta y el comportamiento relativos a cómo se ha de realizar el trabajo.

Las estructuras organizacionales que sostienen actividades de procesos son los grupos de trabajo, los departamentos, las áreas funcionales, las divisiones, las unidades y otras formas en que se dividen los trabajadores para llevar a cabo sus labores.

¹² MANGANELLI & KLEIN. Cómo hacer Reingeniería. Colombia, pág. 13

Utilizando la RP esperamos alcanzar metas de mejora decisiva en el rendimiento – niveles de rendimiento que nunca habíamos podido alcanzar y que nunca habríamos creído que se pudieran lograr, identificando nuestros procesos estratégicos de valor agregado y aplicándoles un rediseño rápido y radical.

La reingeniería tiene que hacerse rápidamente porque los altos ejecutivos necesitan resultados en un espacio de tiempo mucho más corto que nunca antes: los programas de reingeniería fracasan inevitablemente si tardan demasiado en producir resultados.

Tienen que ser radicales, es decir, los resultados deben ser notables y hasta sorprendentes, porque el proceso es difícil, y nunca conseguirá el respaldo ejecutivo necesario ni su sanción sin la promesa de resultados más que simplemente incrementales.

2.4.2.1 Tendencias de Reingeniería

“Basándonos en extensas encuestas de altos ejecutivos llevadas a cabo en 1992, 1993 y 1994, hemos identificado varias tendencias importantes que se están presentando hoy en el ambiente de los negocios con respecto a la reingeniería: La reingeniería es la iniciativa número uno que toman altos ejecutivos para alcanzar sus metas estratégicas.”¹³

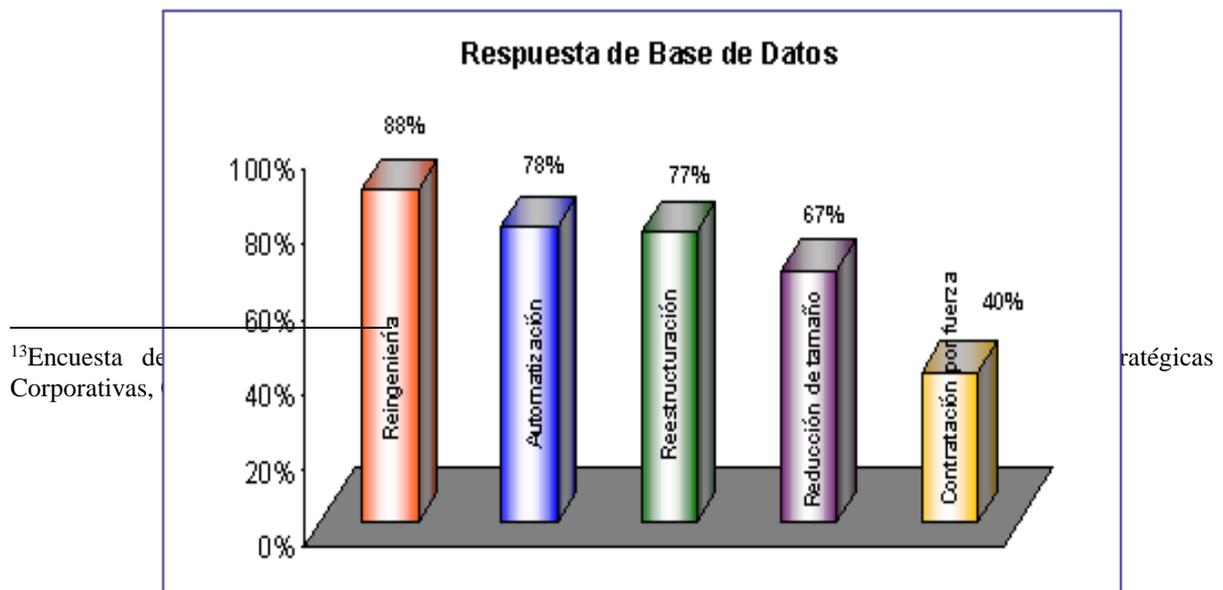


Gráfico N° 4: Iniciativas tomadas por altos ejecutivos para alcanzar metas estratégicas.

FUENTE: MANGANELLI & KLEIN. Cómo hacer Reingeniería.

La competencia, la rentabilidad y la participación de mercado son las cuestiones que con mayor frecuencia mencionan los altos ejecutivos para apelar a la reingeniería de procesos.

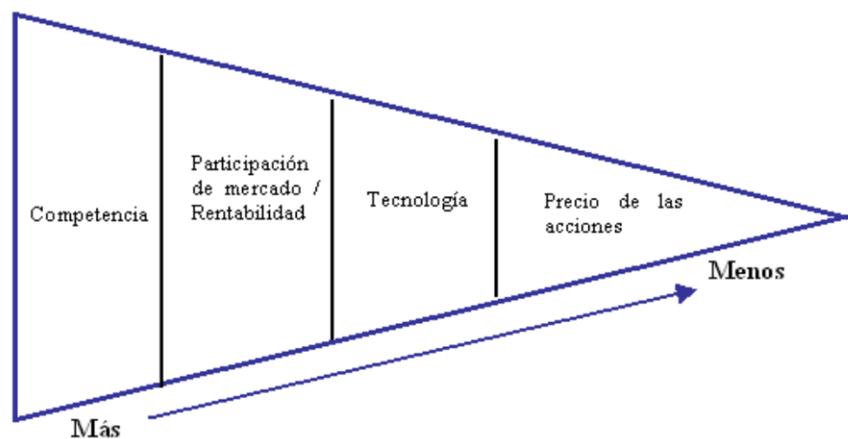


Gráfico N° 5: Razones mencionadas por altos ejecutivos para apelar a la RP.

FUENTE: MANGNELLI & KLEIN. Como hacer Reingeniería.

La mayoría de los ejecutivos esperan ver resultados de la reingeniería de procesos en un año o menos.

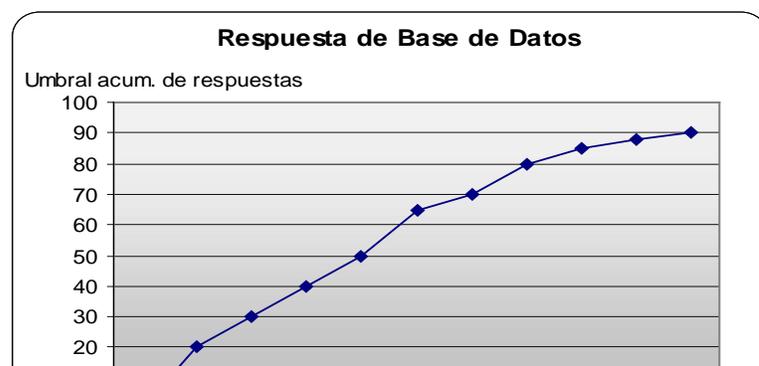


Gráfico N° 6: Tiempo en que los ejecutivos necesitan ver resultados.

FUENTE: MANGANELLI & KLEIN. Como hacer Reingeniería.

Casi la mitad de los ejecutivos apelan a un programa de reingeniería si puede afectar a por lo menos el 10 por ciento de sus ingresos o gastos; casi el 90 por ciento de los ejecutivos apelarán a la reingeniería se va a afectar al 25 por ciento de ingresos o gastos.

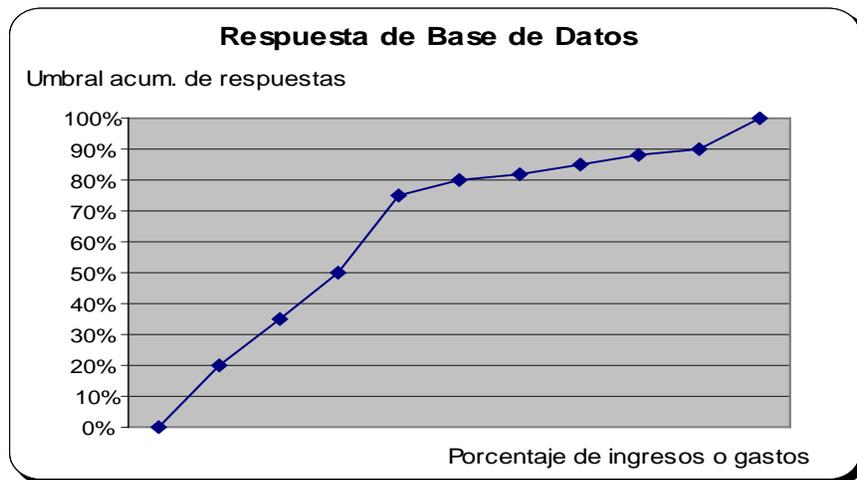


Gráfico N° 7: Porcentaje de ingresos o gastos que se necesita sean afectados.

FUENTE: MANGANELLI & KLEIN. Cómo hacer Reingeniería.

Casi las dos terceras partes de los esfuerzos de reingeniería son íter departamentales y transfuncionales:

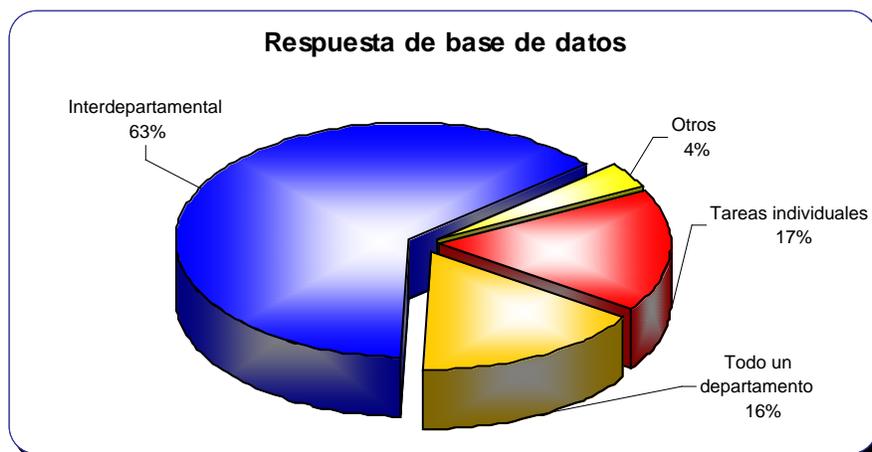


Gráfico N° 8: Foco de los resultados de mejoramiento de la RP.

FUENTE: MANGANELLI& KLEIN. Cómo hacer Reingeniería

El consenso es que entender los mercados y a los clientes es el proceso más crítico de rediseñar para la mayoría de los ejecutivos.

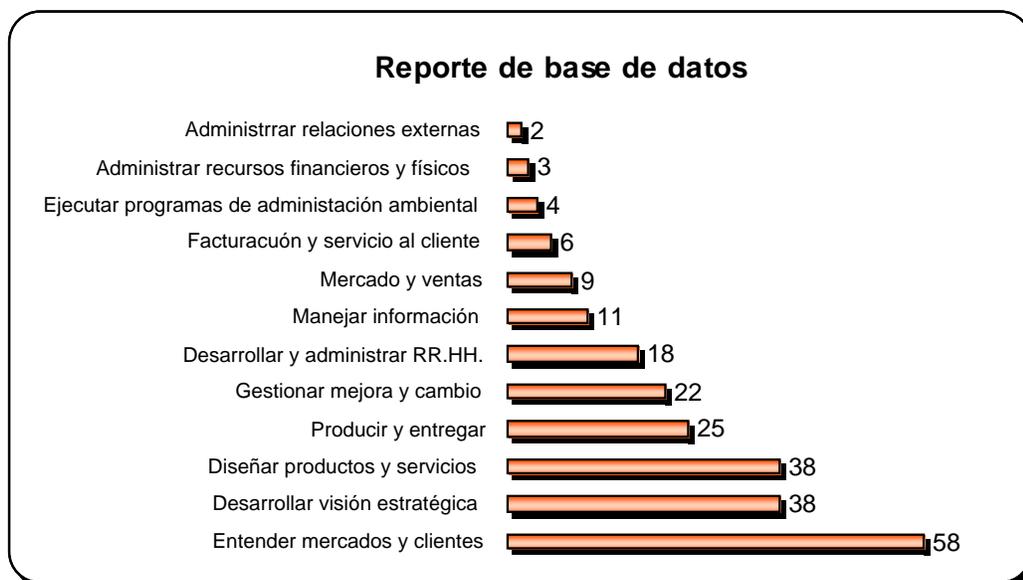


Gráfico N° 9: Procesos críticos para la estrategia y los clientes.

FUENTE: MANGANELLI & KLEIN. Cómo hacer Reingeniería.

Las metas de la empresa, tales como aumento de rentabilidad, aumento de satisfacción de los clientes, disminución de costos y aumento de ingresos, son más importantes para los ejecutivos en la reingeniería que las metas de proceso tales como aumentar la precisión y la

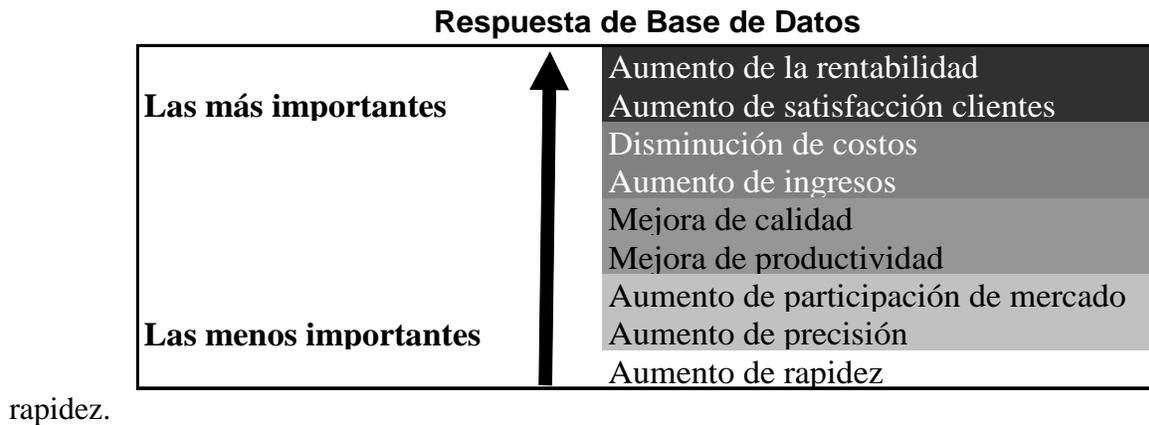


Gráfico N° 10: Metas importantes para las organizaciones.

FUENTE: MANGANELLI & KLEIN. Cómo hacer Reingeniería

El impacto organizacional de la reingeniería y el tiempo que se tarda en rediseñar son más importantes que el riesgo o costo de rediseñar cuando los ejecutivos están pensando en patrocinar un proyecto de reingeniería.

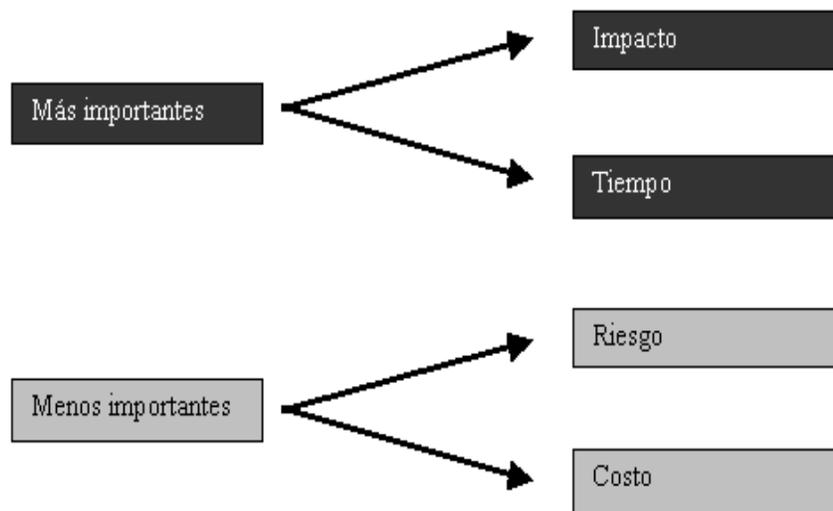


Gráfico N° 11: Obstáculos de la Reingeniería.

FUENTE: MANGANELLI & KLEIN. Cómo hacer Reingeniería

La reingeniería responde a la evolución de las tendencias en el ambiente de los negocios donde fallan programas de mejora incremental más tradicionales. En muchos casos sólo la reingeniería promete un cambio suficientemente rápido y radical para mantenerse a tono con el cambiante ambiente de los negocios.

2.4.3 TQM (Total Quality Management)

“La calidad total es una filosofía de gestión que supone en involucramiento de todos los miembros de la organización en la búsqueda constante de auto superación y perfeccionamiento continuo. Ésta filosofía proporciona resultados concretos, como la comprobaron las empresas exitosas del mundo actual.

El término calidad total (CT) se utiliza para describir el proceso de lograr que los principios de calidad constituyan parte de los objetivos estratégicos de la organización, aplicándolos a todas las operaciones junto con el mejoramiento continuo, y enfocando las necesidades del cliente para fabricar cosas bien hechas a la primera vez.”¹⁴

“Tiene como objetivo fundamental, buscar la satisfacción de las necesidades de los clientes de la empresa, por medio del aprovechamiento máximo de la confiabilidad de los productos o

¹⁴ CHIAVENATO, Idalberto. Administración en los nuevos tiempos. Colombia, pág. 690

servicios, cumplir con todos los requisitos propuestos, recompensa al usuario por su inversión (gasto) e inexistencia del deterioro de la relación comercial ocasionado por reclamos respecto a disconformidades en el producto. Las metas de la calidad total son: la continua atención de las necesidades de los clientes al más bajo costo, dando libertad al potencial de todos los empleados.”¹⁵

Son considerados principios básicos de la calidad total:

- ✓ Atender a Los requisitos / necesidades de los clientes;
- ✓ Comprender y practicar la concatenación proveedores / clientes;
- ✓ Hacer las cosas bien y siempre que sea posible, desde la primera vez;
- ✓ Mantener un plan de capacitación y evaluación;
- ✓ Aplicar mecanismos correctos de medición para una buena evaluación;
- ✓ Tener por meta la mejora continua;
- ✓ Mantener medios de comunicación interno y externo;
- ✓ Poseer líderes capacitados.

La obtención de la calidad total, es importante para el individuo, porque alcanza los siguientes objetivos:

- Satisfacción del trabajo;
- Respeto;
- Gusto por las tareas;
- Deseo por la realización de un buen trabajo;

¹⁵ TAVARES, Lounval Augusto, Administración Moderna del Mantenimiento. Brasil, pág. 119.

- Eliminación del “estrés”;
- Garantía de estabilidad en el empleo;
- Orgullo de trabajar para la empresa.

2.5 INDICADORES DE GESTION

“Los indicadores de gestión son aquellos que se los define como: la referencia numérica generada a partir de una o varias variables, que muestran el desempeño de una unidad auditada.

Esa referencia, al ser comparada con un valor estándar interno o externo a la organización, podrá indicar posibles desviaciones con respecto a las cuales la administración deberá tomar acciones.”¹⁶

Los indicadores de gestión, se clasifican en:

Indicadores Cuantitativos

Son los valores y cifras que se establecen periódicamente de los resultados de las operaciones constituyéndose un instrumento básico para el trabajo del auditor.

¹⁶DRUCKER, Peter. La gerencia del futuro. Editorial Norma, Bogotá: 1996.

Indicadores Cualitativos

Permiten tener en cuenta la heterogeneidad, las amenazas y las oportunidades del entorno organizacional; permite además evaluar con un enfoque de planeación estratégica la capacidad de gestión de la dirección y demás niveles de la organización.

2.6 SIMULACIÓN DE PROCESOS

Un sistema es una concepción mental de la realidad que resalta ciertos elementos y sus relaciones más importantes, a fin de comprender un objeto o fenómeno de la naturaleza; una fábrica, un hospital, el cuerpo humano, el clima, etc. En este sentido, todos podemos tener una concepción o aproximación sistémica de “algo” que existe en nuestra realidad 3D, o que todavía no existe, como en el caso de los nuevos diseños que aún navegan por la autopista de nuestra imaginación. Pero bien, un sistema no pasa de ser algo intangible que reside en nuestra mente, por tanto, si nuestro objetivo es modificar la realidad de un objeto, no lo podemos hacer a través del sistema, es decir, de la concepción mental que tenemos sobre ese objeto, necesitamos algo tangible, manipulable, es decir, una representación tangible del sistema. Esta representación se denomina un modelo del sistema.

Sistema es una colección organizada de hombres, máquinas y métodos necesaria para cumplir un objetivo específico.

Por ejemplo, si pensamos en un auto, estamos recreando una concepción sistémica de un objeto de la realidad. Posiblemente en nuestra mente aparezcan algunos elementos de ese objeto, tales como: la carrocería, el chasis, el motor, etc., pero, la pregunta es, ¿será suficiente con esto para aprender a reparar un auto, rediseñarlo, en definitiva, para interactuar con el

objeto de la realidad. Evidentemente, la respuesta es no. Necesitamos de una representación tangible como un modelo de este sistema. Consecuentemente, un modelo para el sistema auto puede ser: en 2D, un dibujo o diagrama, un programa en computadora, en 3D, un auto a escala.

Con un modelo es posible experimentar con el sistema, encontrar soluciones a problemas del mismo, rediseñarlo, controlarlo, en definitiva, mejorarlo.

Existen diversos tipos de modelos de un sistema, quizá los modelos computacionales últimamente van encontrando gran acogida, debido a que permiten simular o imitar de mejor manera a un sistema. La simulación como tal es una disciplina científica que día a día gana más adeptos porque representa una herramienta de última generación para “mirar al sistema en funcionamiento”, a través de un software especializado.

“La simulación de procesos puede ser definida como una técnica para evaluar en forma rápida un proceso con base en una representación del mismo, mediante modelos matemáticos. La solución de éstos se lleva a cabo por medio de programas de computadora y permite tener un mejor conocimiento del comportamiento de dicho procesos. Para analizar, estudiar y mejorar el comportamiento de un sistema mediante técnicas de simulación es necesario primero describir bajo un cierto formalismo el conocimiento que se tiene sobre las dinámicas de interés (modelo conceptual); y luego codificarlo en un entorno de simulación para poder realizar experimentos y analizar los resultados.”¹⁷

Aunque la simulación es una técnica relativamente reciente y en constante evolución, el uso de la simulación como metodología de trabajo es una actividad muy antigua, y podría decirse

¹⁷ GUASCH, Antoni. Modelado y Simulación de procesos. España, pág. 12.

que inherente al proceso de aprendizaje del ser humano. Es el caso, por ejemplo, de un niño jugando con unos objetos que no son más que representaciones a escala de objetos reales. Para poder comprender la realidad y toda la complejidad que un sistema puede conllevar, ha sido necesario construir artificialmente objetos y experimentar con ellos dinámicamente antes de interactuar con el sistema real. La simulación puede verse como el equivalente computarizado a este tipo de experimentación. Para ello es necesario construir objetos (modelos) que representan la realidad, de tal modo que puedan ser interpretados por un ordenador.

A partir de la primera definición -muy genérica- se desprende que el uso de las técnicas de simulación para la simulación de problemas es un campo interdisciplinario muy amplio, tanto por la variedad de sistemas que pueden ser considerados, como por la diversidad de contextos que pueden describirse.

Es una de las más grandes herramientas del Mejoramiento de Procesos, la cual se utiliza para representar un proceso mediante otro que lo hace mucho más simple y entendible.

“La simulación es útil cuando se dificulta o imposibilita la resolución del modelo analítico o numérico requerido en un determinado problema. Comparado con los modelos analíticos y numéricos, los procesos de simulación presentan ventajas.”¹⁸

Permite estudiar al sistema real sin deformarlo, los procesos de simulación son herramientas muy efectivas de entrenamiento personal y generan una visión macro y micro del sistema bajo estudio más profundo y detallado que cualquier modelo analítico o numérico. En los procesos de simulación de cualquier sistema se deberán definir los siguientes parámetros:

¹⁸ PRAWDA, Juan. Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones. México, pág. 316.

Componente: Cualquier parte importante del sistema.

Atributo: Se refiere a las propiedades de cualquier componente del sistema.

Actividad: Cualquier proceso que causa cambios en el sistema.

Estado del sistema: Descripción de los componentes, sus atributos y actividades de un sistema, en un determinado período de tiempo.

En la siguiente tabla, se ilustra algunas de estas definiciones para diferentes sistemas. Todo sistema se encuentra ubicado o enmarcado dentro de un macrosistema, es decir, de un sistema mayor que le sirve como marco de referencia. A este macrosistema se le conoce como marco ambiental o medio amniótico.

Ejemplo de sistemas

SISTEMA	COMPONENTES	ATRIBUTOS	ACTIVIDADES
Tráfico	Automóviles	Velocidad	Manejar
		Capacidad	
	Reglamentos	Claridad	Normar
		Utilidad	
Banco	Clientes	Crédito	Depositar
		Balance	Presentar
	Encaje legal	Monto	Transfer
Comercio	Clientes	Lista de compra	Comprar
			Pagar
	Productos	Inventario	Surtir

2.6.1 Simulación de Flujos

La simulación de flujo es una ciencia ineludible que permite la observación de sistemas industriales y de procesos operacionales en realidad virtual. Permiten tener una mejor idea de lo que va a pasar en el futuro, desarrollar diferentes proyectos y evaluar con antelación las consecuencias de cualquier cambio antes de hacerlo.

La simulación puede ser útil durante toda la vida del proyecto:

- Permite dimensionar y después validar conceptos.
- Es un soporte mientras el proceso está puesto en marcha.
- Ayuda planificar para optimizar todas las operaciones.

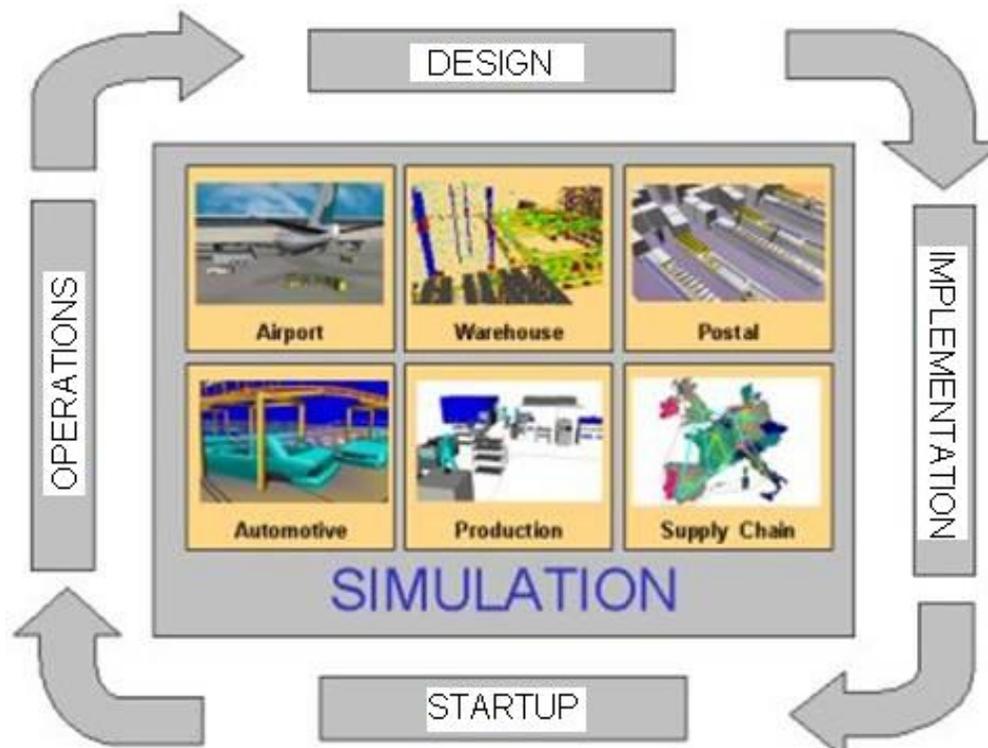


Gráfico N° 12. Simulación de Flujos.

Los modelos de flujo representan gráficamente el conjunto de actividades que forman una tarea. Su ventaja principal es su simplicidad. En un modelo de flujos, la siguiente información debe ser especificada en cada actividad:

- Precondiciones y post condiciones: qué condiciones deben cumplirse antes del inicio de una actividad y al finalizar ésta.

- Quién tiene el control sobre la actividad.
- Cuáles son las otras actividades requeridas para completar una cierta actividad.
- La entrada/salida de la actividad: los datos y el flujo.

“Cuando el comportamiento de un sistema no se puede representar como una secuencia ordenada de actividades, los diagramas de flujo representan serias limitaciones para poder describir las secuencias de eventos cuya activación depende de la información almacenada en las propias entidades que fluyen en un sistema.”¹⁹

2.7 SOFTWARE DE SIMULACION DE PROCESOS

Para el presente estudio, el sistema u objeto con el que se pretende interactuar es el Taller de Mantenimiento del HCPP. En páginas anteriores se han descrito elementos relevantes de este sistema tales como personal, maquinaria, vehículos, estaciones de trabajo (bahías), así como las interrelaciones de estos elementos en los diagramas de flujo correspondientes.

Para diseñar el modelo computacional del taller, se utilizó el software de simulación SIMUL8. Este software es una herramienta visual de última generación que permite representar procesos productivos de manera gráfica, de tal forma que el usuario puede modelar los diferentes elementos del sistema, animarlos, relacionarlos, y observar su comportamiento en cualquier horizonte de tiempo.

Permite analizar diferentes indicadores de gestión o rendimiento, y lo que es más importante, probar soluciones a los problemas que se presentan, sin alterar el sistema original.

¹⁹GUASCH, Antoni. Modelado y Simulación de procesos. España, pág. 28.

El esquema básico para el diseño de un modelo en SIMUL8 se realiza en la hoja de diseño que aparece al abrir el software:

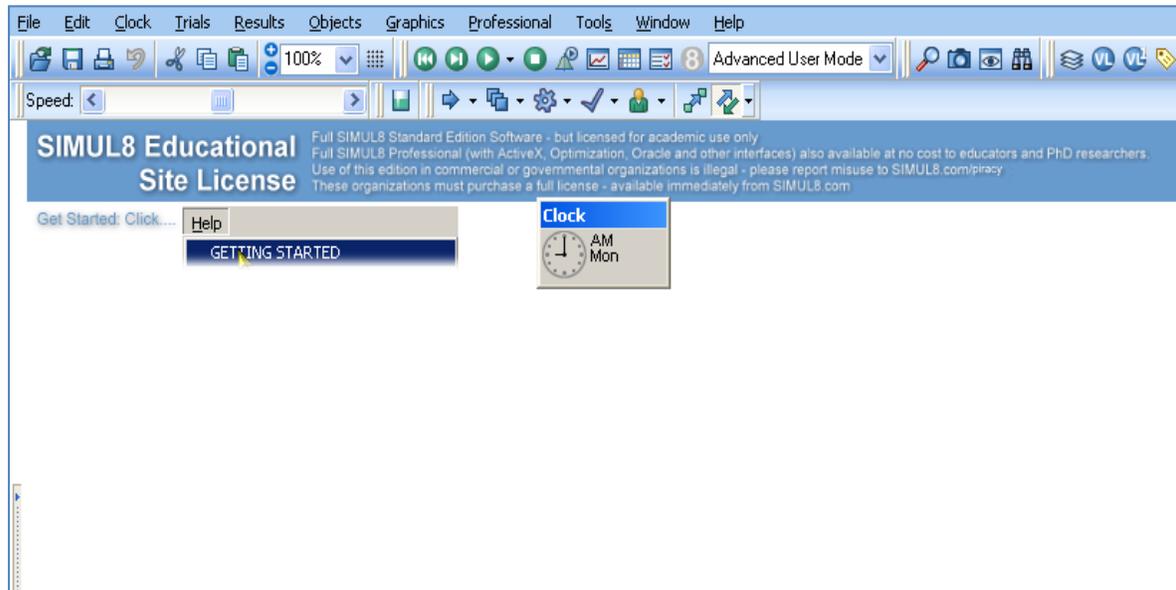


Gráfico N° 13: El esquema básico para representar un modelo de simulación

A continuación se presentan los elementos básicos a partir de los cuáles se elaboran los modelos de simulación con el paquete Simul8. Estos elementos se conectan entre sí mediante las flechas, las cuáles se pueden acceder en desde el ícono así:

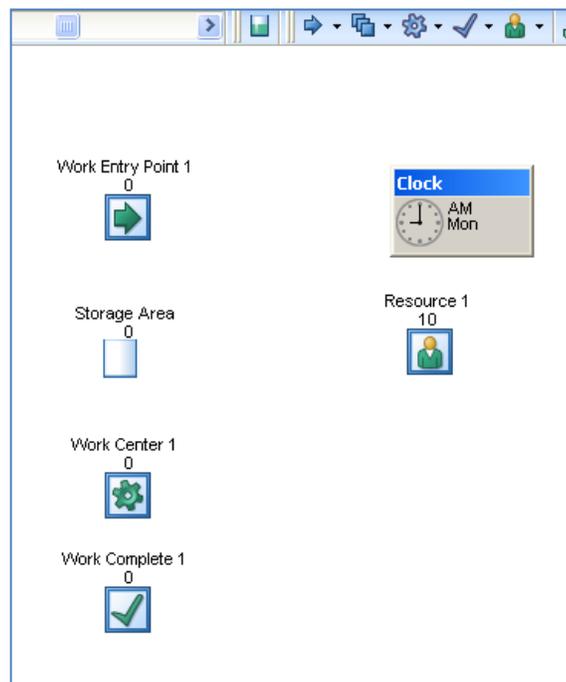


Gráfico N° 14: Objetos básicos en Simul8

Work Entry Point, es el objeto que permite ingresar las entidades de flujo operacional al sistema, en este caso los automotores. Es la puerta de entrada al sistema de los Work Items, es decir “de lo que se mueve dentro del sistema”, para el presente estudio, automotores a gasolina y a diesel. En el modelo se tienen dos entradas, una para vehículos a gasolina y otra para vehículos a diesel.

Storage Area, representa aéreas de almacenamiento de Work Items, como bodegas, filas de espera o, como en el presente caso, estacionamientos.

Work Center, son los centros de trabajo que procesan algo o dan algún tipo de servicio, como una máquina, una ventanilla de atención, o como en el modelo actual, una bahía de mantenimiento.

Work Complete, es el objeto que permite evacuar las entidades o Work Items del sistema. Es la puerta de salida de la organización que se representa.

Resource, es el objeto que representa a un recurso humano necesario para accionar una máquina, un centro de trabajo, etc. Son las personas que laboran en una organización. Para el caso del taller los recursos considerados son:

- Mecánicos de primera, segunda y tercera.
- Ayudantes
- Supervisores

- Soldadores
- Pintor
- Vulcanizador

Clock, es el reloj virtual de la simulación, permite programar el tiempo total en el que se quiere observar en movimiento al sistema.

2.7.1 Propiedades de los elementos básicos de simulación

Al dar doble click sobre cualquiera de los elementos aparece un cuadro de diálogo donde se pueden configurar sus propiedades.

Algunas de estas son compartidas por todos los objetos, por ejemplo la opción Graphics que permite seleccionar la imagen que representará al objeto en el modelo, o la opción Results que me presenta los Resultados que se pueden obtener a partir del objeto y me permite agregarlos a un informe general.

A continuación se presentan los cuadros de diálogo de los objetos expuestos anteriormente y se explican sus propiedades más básicas.

A medida que avancemos en el curso usaremos propiedades más avanzadas como Enrutamiento y Trabajo por Lotes.

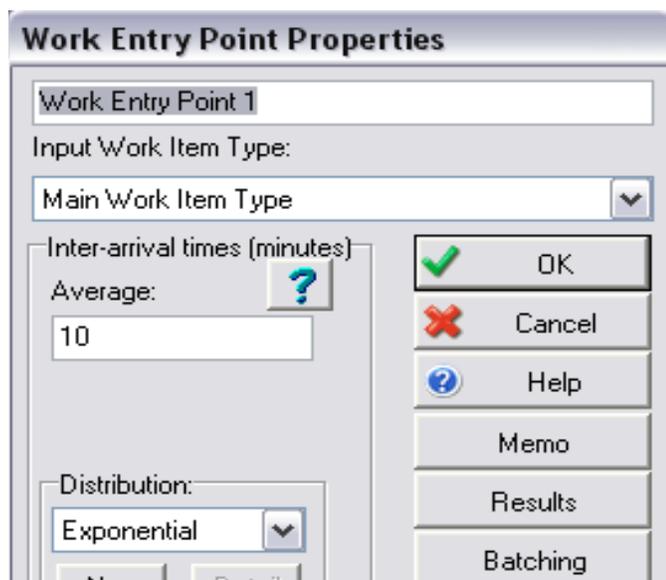


Gráfico N° 15: Propiedades de un Punto de Entrada de Trabajo

Distribution: Permite especificar la distribución del tiempo entre llegadas para los Elementos de Trabajo que salen de este punto de entrada.

Graphics: Permite modificar la imagen que aparece en el modelo

Results: Muestra los resultados y medidas de desempeño de este elemento.

UnlimitedArrivals: Siempre van a llegar Elementos de Trabajo al sistema



Gráfico N° 16: Cuadro de dialogo correspondiente a un Almacenamiento.

Capacity: La cantidad máxima de Elementos de Trabajo que se pueden guardar en este Almacenamiento.

ShelfLife: El tiempo de expiración de los Elementos de Trabajo, es decir, el tiempo máximo que este puede esperar antes entrar a un Centro de Trabajo.

Min Wait Time: El tiempo mínimo que deben permanecer almacenados los Elementos de Trabajo.

Prioritize, LIFO: Permite definir en qué orden se almacenarán los Elementos de Trabajo en el Almacenamiento, por defecto es FIFO.

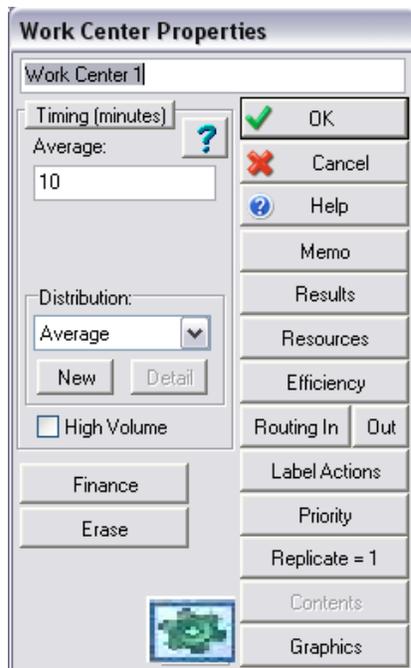


Gráfico N° 17: Cuadro de diálogo correspondiente a un Centro de Trabajo.

Distribution: Permite definir la distribución probabilidad que tiene el tiempo de servicio en este centro de trabajo.

Eficiencia: permite especificar la tasa de eficiencia con que trabaja el centro de trabajo. Esta eficiencia está relacionada con los daños o paros.

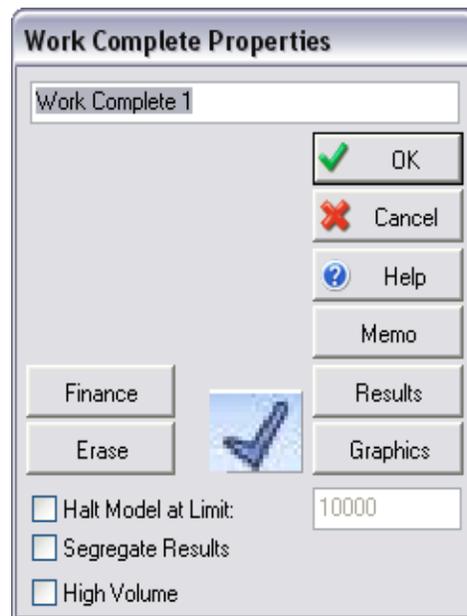


Gráfico N° 18: Cuadro de diálogo correspondiente a un Punto de Salida.

Halt Model at Limit: Indica que se finalice la simulación cuando un determinado número de Elementos de Trabajo llega al Punto de Salida, sin importar que no se haya cumplido el tiempo de simulación.

Barra de Menú

A continuación se exponen algunos de los elementos de la barra de menú que se trabajarán a lo largo del curso.

Reloj (Clock): Es el objeto que mantiene un registro del tiempo de la simulación. Sus propiedades pueden ser cambiadas usando la barra de menú o haciendo doble click en la ventana del reloj. El reloj ilustra la información referente al día y semana en que es llevada a cabo la simulación. En el cuadro de diálogo ubicado en **Clock ->Clock.**

Properties: se pueden configurar varios aspectos:

- La hora del día en que comienza la simulación (Start time each day)
- El tiempo de simulación de cada día (Time in each day)
- El momento a partir de qué momento comienza la recolección de datos (Warm up period)
- La cantidad de tiempo que se recolectarán
- Las unidades del tiempo de simulación (horas, minutos, segundos)

Results: En este menú se encuentran las opciones para recolectar y revisar las medidas de desempeño, las cuales predicen qué tan real es el comportamiento del sistema. Haciendo doble clic en el objeto sobre el cual se quieren ver los resultados o en “Resultados” en el menú principal y luego doble clic sobre el tipo de objeto, se despliega un cuadro de diálogo que contiene todas las medidas de desempeño que se pueden analizar. Haciendo clic derecho sobre los números de la parte derecha, se añaden las medidas que se desean. Se pueden realizar gráficos de tortas y del porcentaje de trabajo.

El Software SIMUL8: es un conjunto conceptual de modelización generalmente utilizado antes de que la implantación de la planta sea efectiva para analizar los flujos, las colas de

espera y las necesidades generales de los puestos de trabajo. SIMUL8 trabaja en la modelización conceptual (tal como diagrama de flujo, BRP etc....).

SIMUL8 es un poderoso motor de simulación para PC que permite representar gráficamente y simular dinámicamente cualquier tipo de proceso administrativo, lógico, industrial o de servicios con el fin de reducir el riesgo en la Administración de Procesos del Negocio.

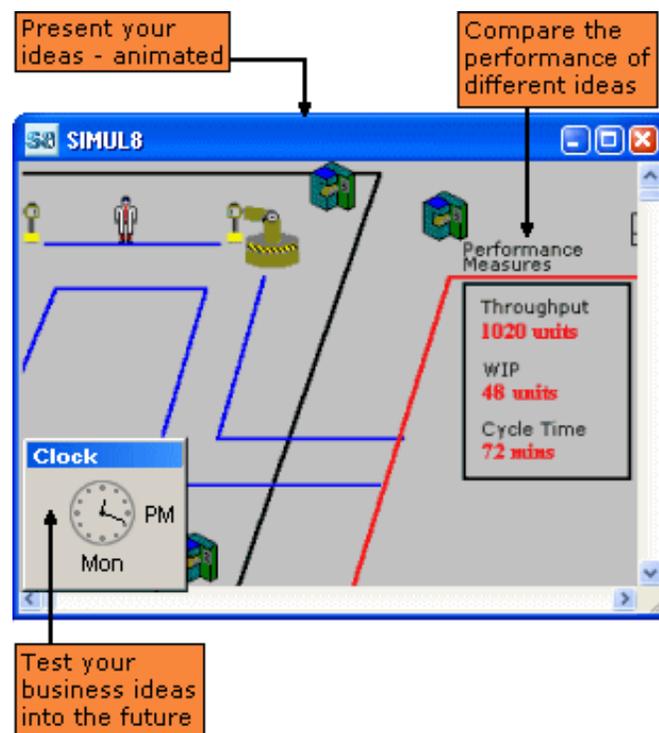


Gráfico N° 19: Software SIMUL8

Con SIMUL8 usted podrá predecir costos y niveles de servicio simulando la capacidad y tiempos de un proceso determinado en el computador. Permite alcanzar dramáticas mejoras en el rendimiento de las operaciones, mediante el diseño y/o rediseño de los procesos que la organización utiliza para cumplir su misión, sin incurrir en reingeniería.

El uso de modelos dinámicos de procesos con SIMUL8, ofrece notables ventajas frente a un modelo estático o los tradicionales diagramas de flujo.

- Tiene la característica principal de ser simulado en el tiempo. (Ejecución)
- La ejecución obedece la secuencia lógica del proceso de negocio a través de eventos y objetos (recursos humanos, maquinaria), lo que permite analizar su funcionamiento y comportamiento.
- Simula eventos que suceden en la realidad, tales como fallos de maquinaria y reparación, ausencia de personal, horario, calendario, etc.
- Minimiza el riesgo de errores al imitar la operación real sin necesidad de ser implementada físicamente y monitoreada en la práctica.
- Es susceptible a modificaciones, con el fin de comparar entre diferentes escenarios.
- Trabaja con funciones estadísticas y probabilísticas como variables de entrada, además que recolecta datos de cada objeto del proceso durante y después de la ejecución.
- Ofrece un análisis formal y visual que ayuda objetivamente en la toma de decisiones.

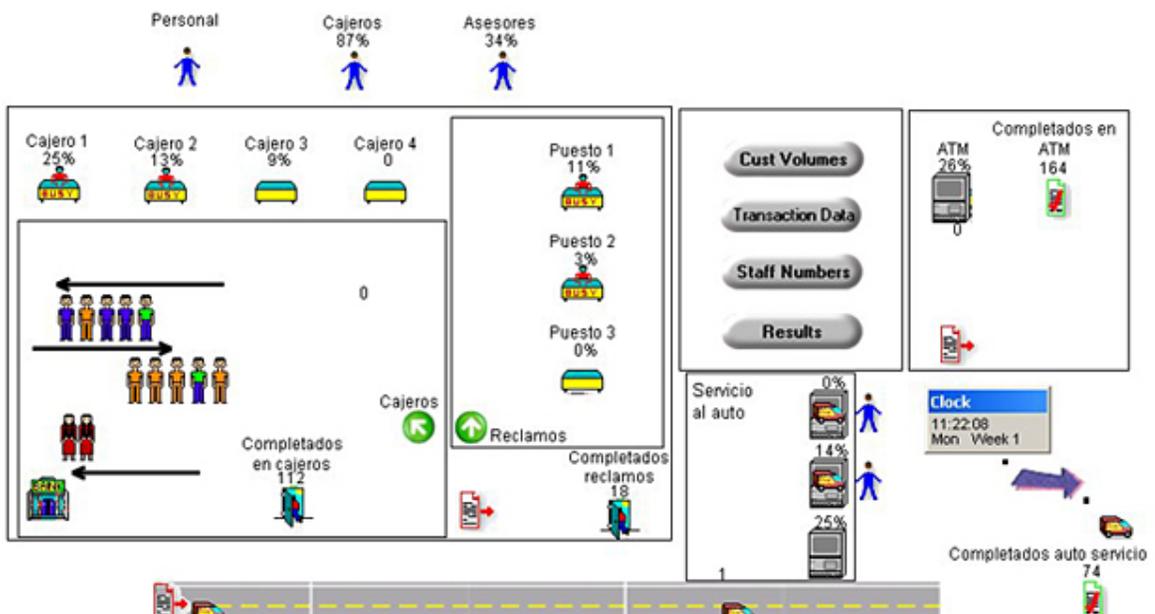


Gráfico N° 20: Sistema simulado en el Software SIMUL8

CAPITULO III

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS

Actualmente, la Mecánica Central del Consejo Provincial de Pichincha, no ha cumplido con su labor; es decir, no ha mantenido un número mínimo de unidades operativas para ofrecer el servicio de mantenimiento a los vehículos y maquinaria.

Según datos obtenidos de los registros del taller de mantenimiento mecánico; como se muestran en el siguiente informe, estos presentan índices de eficiencia por debajo del 56%, cuando el Consejo Provincial necesita parámetros superiores al 85%.

INFORME MENSUAL DE VEHICULOS Y MAQUINARIA OPERATIVA		 GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA
TIPO	CANTIDAD	OPERATIVOS
VEHICULOS LIVIANOS	216	130
VOLQUETAS	69	38
BUS, CAMION, TANQUERO	63	35
TRACTORES, RETROEXCAVADORAS, PALAS	84	40
MOTONIVELADORA, RODILLO	44	22
RESPONSABLE:		Sr. Francisco Salcedo.
CARGO:		Jefe de Taller.

Tabla N° 2: Informe de vehículos y maquinaria operativos.

FUENTE: Jefatura del Taller de Mecánica Central del H.C.P.P.

En el siguiente grafico podemos ver el cálculo del porcentaje de eficiencia del taller de la Mecánica Central, con datos obtenidos de la jefatura de la misma.

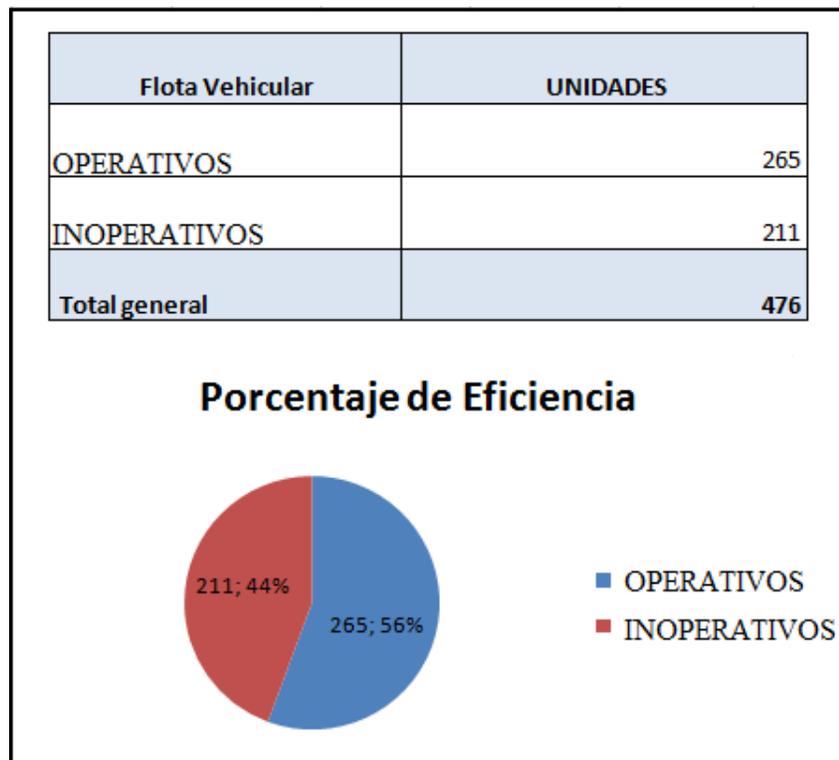


Grafico N° 21: Calculo de porcentaje de eficiencia del taller del H.C.P.P.

FUENTE: Jefatura del Taller de Mecánica Central del H.C.P.P.

Por tanto los trabajos realizados son de poca calidad y en muchas ocasiones los vehículos reingresan al taller por el mismo daño. El área de mantenimiento no presenta un control

eficiente del trabajo realizado ni de las responsabilidades que cada trabajador o funcionario debe tener dentro de su proceso.

Los tiempos que se emplean para realizar las reparaciones son elevados, la falta de stock de repuestos, el incumplimiento de los pagos a proveedores son algunos de los factores que complican aún más tener listas las unidades.

Dado que el presente proyecto se enfoca al área del taller de mantenimiento mecánico del Consejo Provincial de Pichincha, definiremos los procesos que actualmente se desarrollan. Los vamos a evaluar mediante la simulación de los mismos, se obtendrán principalmente datos de tiempos empleados en la ejecución de las reparaciones, debido a la diversidad de trabajos que se realizan se tomará en cuenta los procesos actuales como tal.

Equipos y Personal

EQUIPOS		PERSONAL	
TIPO	CANTIDAD	CARGO	NUMERO
VEHICULOS LIVIANOS	216	MECANICOS	24
VOLQUETAS	69	ELECTRICISTAS	3
BUS, CAMION, TANQUERO	63	ENDEREZADOR Y PINTOR	2
TRACTORES, RETROEXCAVADORAS, PALAS	84	SOLDADORES, TORNERO	5
MOTONIVELADORA, RODILLO	44	AYUDANTES DE MECÁNICA	8
JORNADA DE TRABAJO DE LUNES A VIERNES 8 HORAS DIARIAS			

Tabla N° 3: Equipos y Personal H.C.P.P
FUENTE: Gobierno Provincial de Pichincha
ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri

3.2 ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS

3.2.1 Mantenimiento Preventivo

En el diagrama que se muestra más adelante, se describen las actividades que conforman el proceso de una unidad en mantenimiento preventivo. El conductor informa el problema que presenta la unidad al mecánico, el mismo que procede a inspeccionar y determinar el daño. Se realiza la solicitud de materiales en secretaria en donde consta el número de unidad, fecha, repuestos y el nombre del mecánico. La solicitud de materiales es entregada en bodega, si se cuenta con los repuestos se los entrega al mecánico; caso contrario, se realiza la solicitud de compra. Una vez que el mecánico cuenta con los repuestos se procede a la reparación, finalizada la misma se realiza la prueba; si la unidad esta correcta se procede a entregarla, de lo contrario se revisará nuevamente la unidad hasta dejarla en buenas condiciones.

Diagrama de flujo Mantenimiento Preventivo

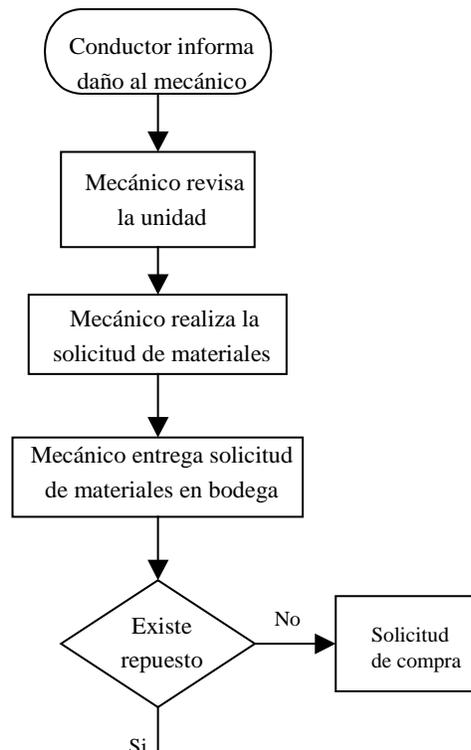


Gráfico N° 22: Diagrama de Flujo Mantenimiento Preventivo.

FUENTE: Taller G.P.P.

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz & Dennis Viteri.

3.2.2 Mantenimiento Correctivo

El diagrama que presentamos a continuación, describe el proceso de mantenimiento correctivo que debe seguir una unidad cuando sufre un daño mecánico.

El conductor informa las novedades que presenta la unidad al mecánico, el mismo que procede a inspeccionar y determinar el daño.

Una vez establecida la causa del problema se determina si se lo puede arreglar en el taller o se debe enviar a un taller especializado. Si el daño se lo puede corregir en el taller el mecánico procede a realizar la solicitud de materiales, la misma que es entregada en bodega, si se cuenta con los repuestos se los entrega al mecánico; caso contrario, se realiza la solicitud de compra.

Una vez que el mecánico cuenta con los repuestos se procede a la reparación, finalizada la misma se realiza la prueba; si la unidad está correcta se procede a entregarla, de lo contrario se revisará nuevamente la unidad hasta dejarla en buenas condiciones.

Si la reparación se la debe efectuar fuera, se procede a realizar la orden de trabajo externo, la misma que se envía con la pieza a reparar al taller especializado. Una vez que se han realizado las correcciones se recibe el trabajo, si éste es satisfactorio se procede con la reparación; de lo contrario, se envía nuevamente el trabajo hasta que sea entregado a satisfacción.

Cuando el mecánico cuenta con los repuestos se procede a la reparación, finalizada la misma se realiza la prueba; si la unidad está correcta se procede a entregarla, caso contrario se revisará nuevamente la unidad hasta dejarla en buenas condiciones.

Diagrama de Flujo Mantenimiento Correctivo



Gráfico N° 23: Diagrama de Flujo Mantenimiento Correctivo.

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri.
3.3 SIMULACIÓN DEL SISTEMA

Para analizar el desempeño actual de los procesos que intervienen en el mantenimiento de los vehículos y maquinaria del Honorable Consejo Provincial de Pichincha, se ha utilizado SIMUL8, software que simula el desempeño de los procesos permitiendo obtener datos estadísticos los mismos que servirán para proponer una optimización.

Ahora bien, dada la naturaleza del proceso las variables más relevantes son: el tiempo de ciclo del proceso de mantenimiento, es decir el tiempo promedio que se demora un vehículo desde que entra hasta que sale del taller, ya que de eso depende su disponibilidad para atender los horarios y frecuencias y mejorar el servicio de atención al cliente.

Recordar que el mantenimiento no es un fin en sí mismo, sino un proceso vital para mejorar el servicio de atención al cliente, que en este caso son las rutas determinadas por el Consejo Provincial.

En otras palabras, en la medida que el proceso de mantenimiento sea más rápido y menos frecuente el ingreso de vehículos al taller, la atención a las rutas se optimizará. Estos dos aspectos se atacarán con dos acciones básicas:

- Reduciendo el tiempo de ciclo en el proceso de mantenimiento
- Estableciendo una política de mantenimiento preventivo que elimine o reduzca al mínimo el correctivo, elaborando un CONTROL DE MANTENIMIENTO el cual podemos ver en los **ANEXOS N° 1 y 2**.

El sistema a simular es el Taller de Mantenimiento del HCPP, ubicado en el Norte de la ciudad de Quito. La distribución de las instalaciones se muestra en el siguiente plano (ANEXO N° 8).

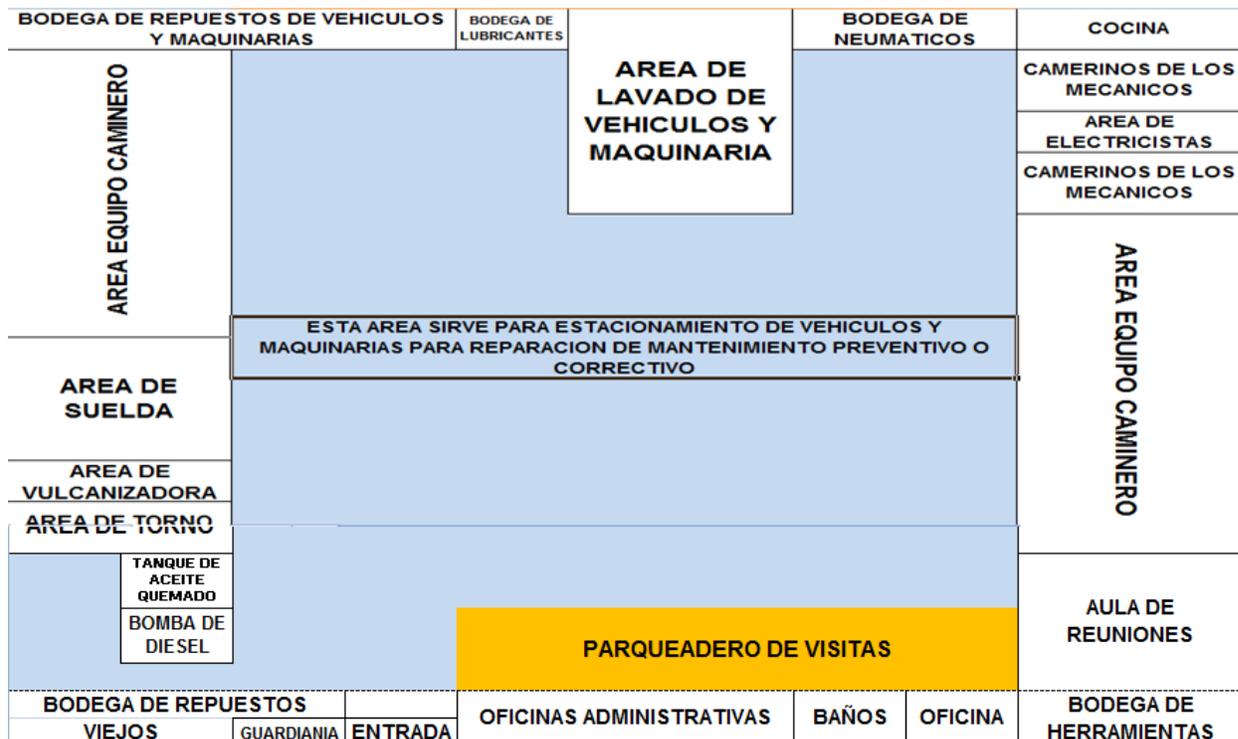


GRAFICO N° 24: Plano de las Bahías de Trabajo del Taller.

FUENTE: Taller G.P.P.

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri.

Para la simulación del sistema se hará abstracción de ciertos detalles, sin embargo se conservará el flujo básico de los procesos originales.

La simulación del proceso se basará en las tablas donde se indican los tiempos reales en minutos, de los trabajos que se realizan en el taller; los cuales se tomaron como base del estado actual en la Mecánica del H.C.P.P, dichas tablas se encuentran en **ANEXO N° 3**.

En el gráfico siguiente se aprecia el modelo diseñado en SIMUL8; en el mismo se muestran los objetos relacionados, y que simulan el funcionamiento actual del taller.

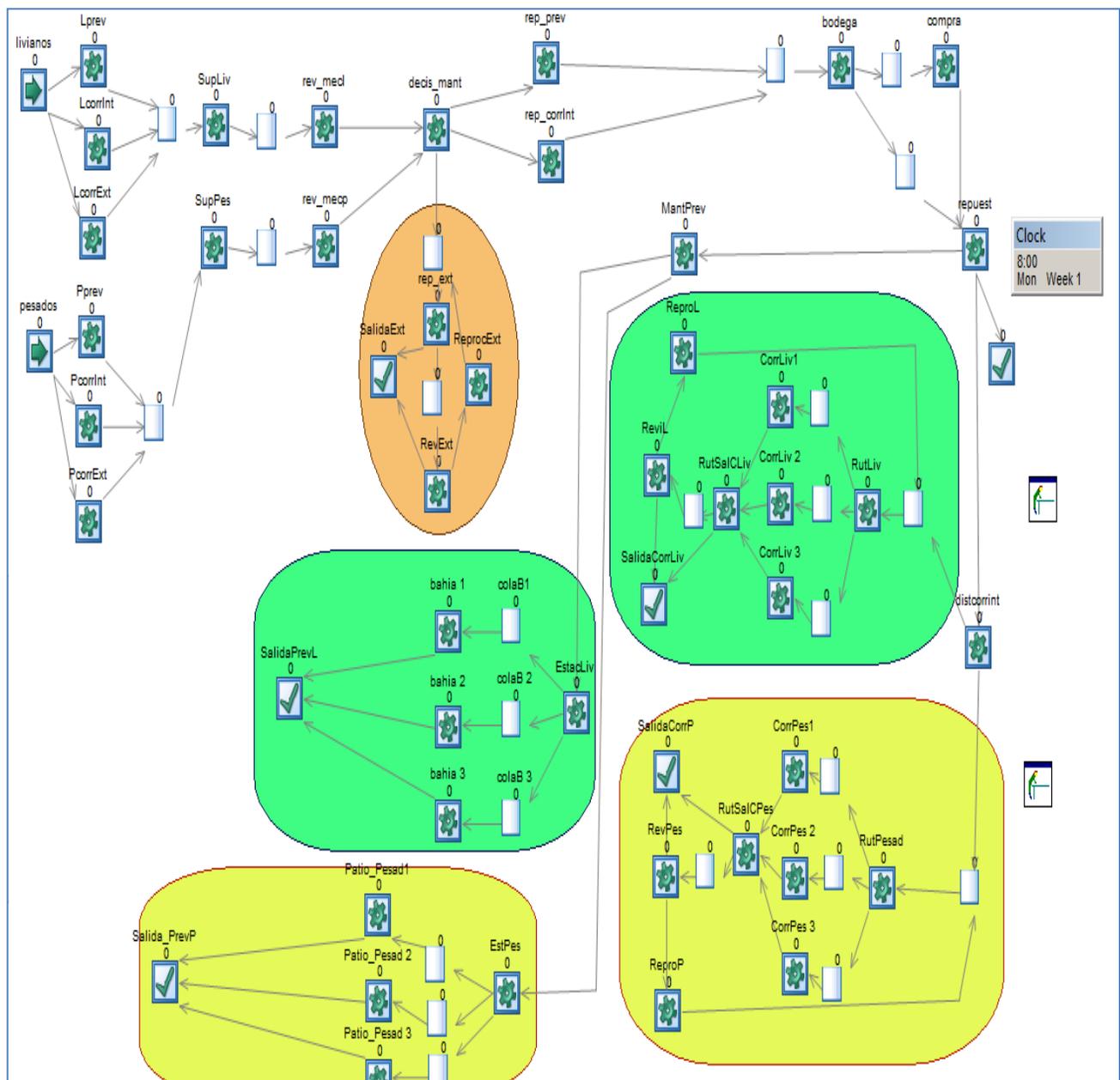


Gráfico N° 25: Simulación de la situación actual del Taller H.C.P.P.

Para simular el ingreso de los automotores, se utilizan dos *Work Entry Point* llamados livianos y pesados respectivamente. Al hacer doble click en este objeto, se despliegan las propiedades del objeto y podemos asignar propiedades del mismo.

En este caso, se ha colocado el tiempo entre arribos (*Inter-arrival times*), que indica cada cuánto tiempo arriba un automotor al taller.

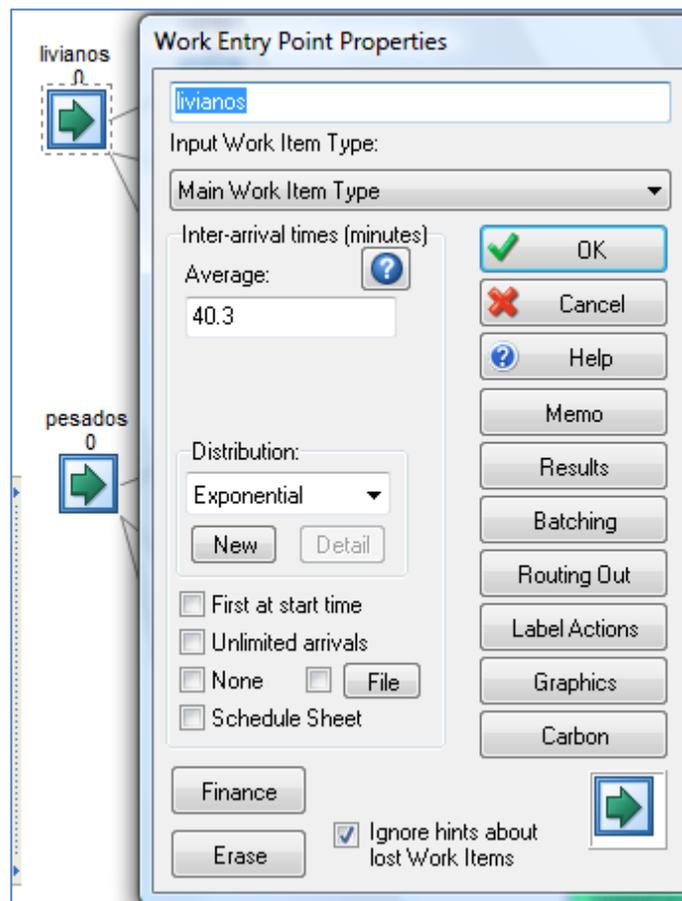


Gráfico N° 26: Propiedades Work Entry Point

Como estos tiempos dependen del azar, se ha colocado una variable aleatoria exponencial (Distribution).

A continuación se han colocado seis *Work Centers* que permiten rutear a los automotores, de acuerdo al tipo de mantenimiento requerido.

Al hacer doble click sobre uno de estos *Work Centers*, se despliega la ventana de propiedades; en esta nueva ventana seleccionamos la opción LabelActions, que permite colocar una etiqueta a cada automotor que ingresa, de tal forma que en cualquier punto del sistema se le pueda rastrear y reconocer.

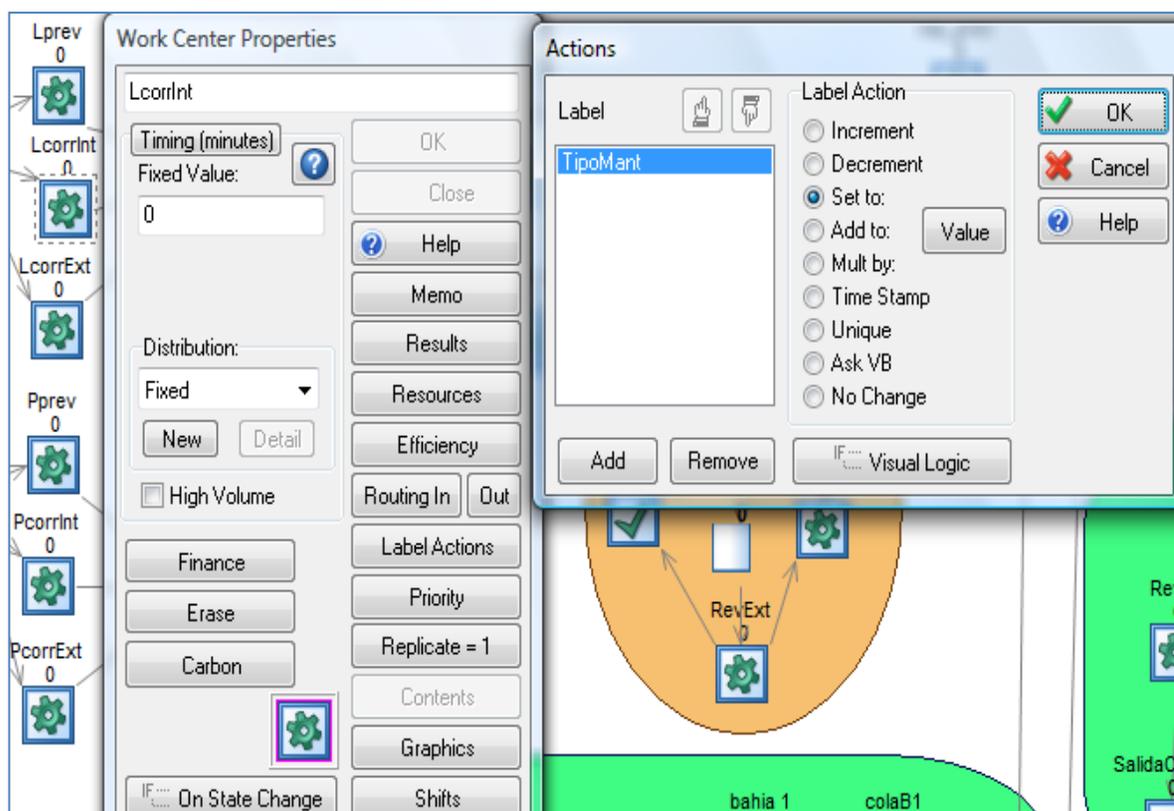


Gráfico N° 27: Etiquetado de Items

La etiqueta numérica Tipo Mant toma los valores:

1. Para mantenimiento preventivo
2. Para mantenimiento correctivo interno
3. Para mantenimiento correctivo externo

A continuación se colocan dos *Work Centers* que representan, al supervisor que receipta el automotor, y al mecánico que es asignado para la revisión inicial.

El tiempo asignado al mecánico, para que revise el automotor, se estima entre 25 y 30 minutos, lo que se denomina una distribución uniforme con valores: mínimo (Lower Bound) de 25 y superior (Upper Bound) de 30. Entre los dos *Work Centers* se ha colocado una cola de espera.

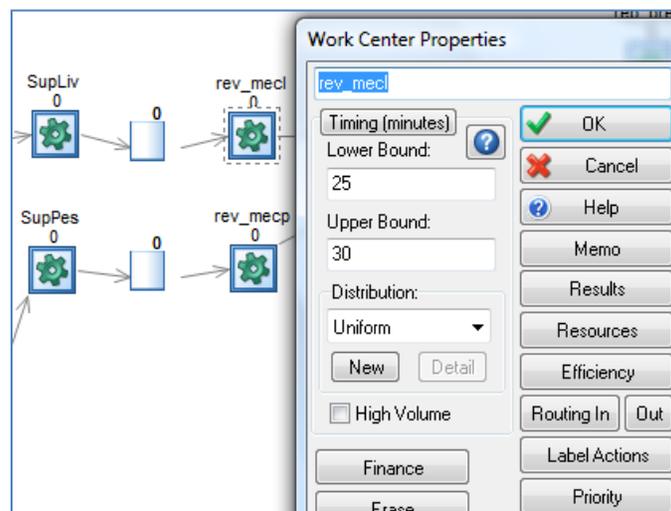


Gráfico N° 28: Propiedades Work Center: revisiones

Luego de que el mecánico revisa la unidad, se decide el tipo de mantenimiento que deberá proveerse a la unidad. Esta decisión se la simula a través del *Work Center* *decis_mant*.

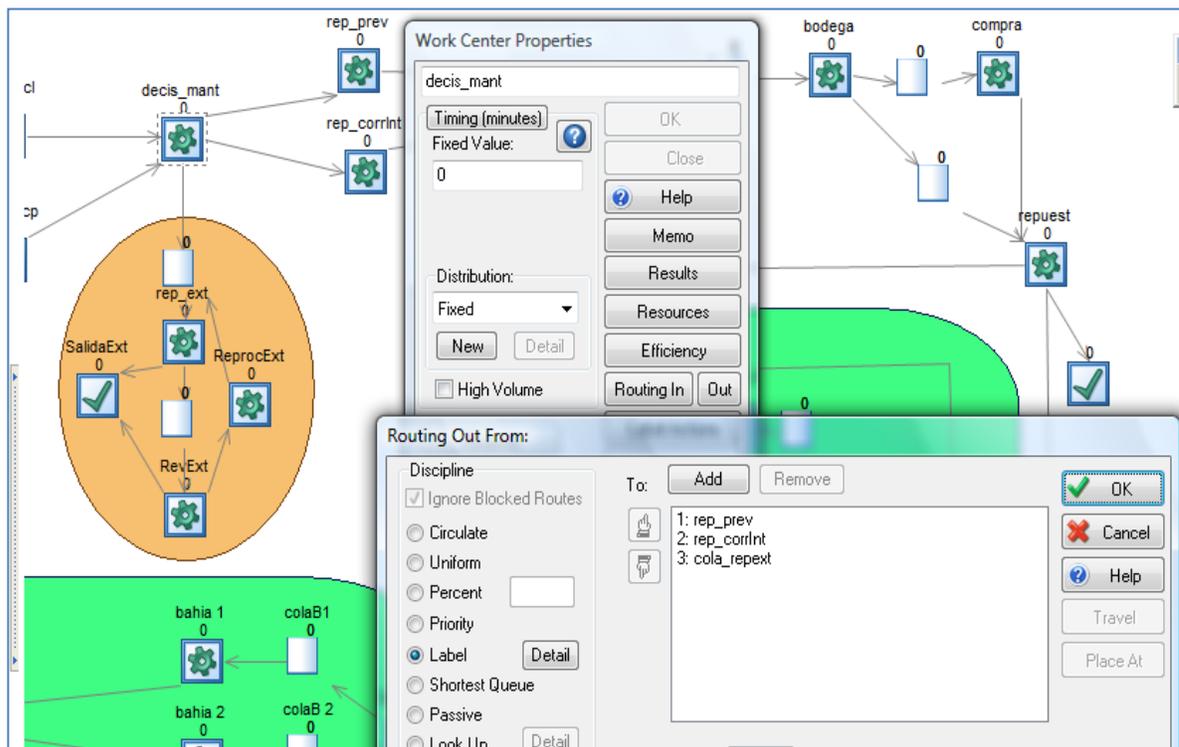


Gráfico N° 29: Propiedades W. Center: Decision Mant

Al hacer Doble click sobre *decis_mant*, aparece la ventana de propiedades. Notar que el *Timing* o tiempo de proceso es cero, pues la única función de este objeto es rutear a las unidades. Precisamente para rutear o direccionar las unidades, en esta ventana seleccionamos la opción *Out*, y en esta ventana (*RoutingOutFrom*) seleccionamos la opción *label*, para que el ruteo sea de acuerdo a la etiqueta *TipoMant*.

Una vez que se decide el tipo de mantenimiento que debe darse al automotor, la unidad es enviada a:

- Un taller externo de reparación externa
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo interno

En el caso de que el mantenimiento sea interno, se realiza el procedimiento para chequear si existen los repuestos necesarios. Se hace la constatación en bodega, si existe se procede a enviar la unidad a reparación, de lo contrario, se realiza el trámite para adquirir los repuestos, lo que dura hasta 20 días en el caso de compras públicas o importación. Este proceso de adquisición se lo simula con el bloque de objetos que se muestran a continuación.

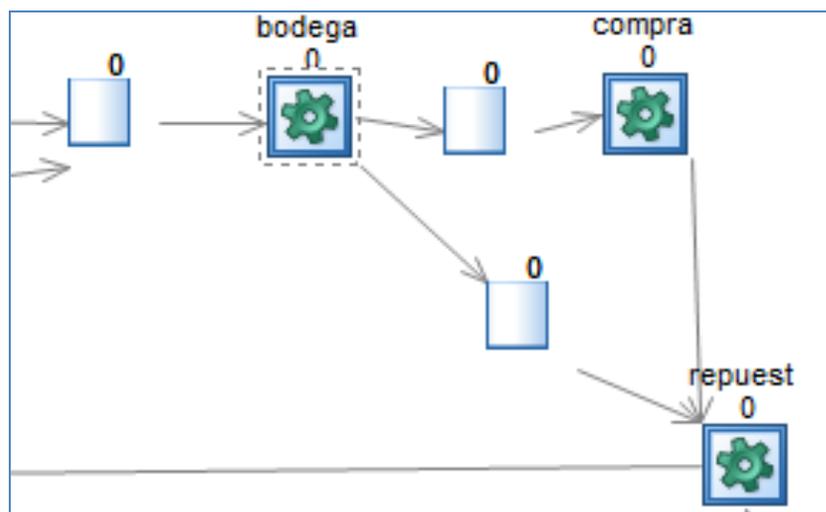


Gráfico N° 30: Proceso Compra de Repuestos.

El mantenimiento correctivo para unidades a gasolina, se lo representa en la sección que se muestra a continuación. El corazón del proceso lo conforman los tres *Work Centers* denominados CorrLiv1, 2 y 3.

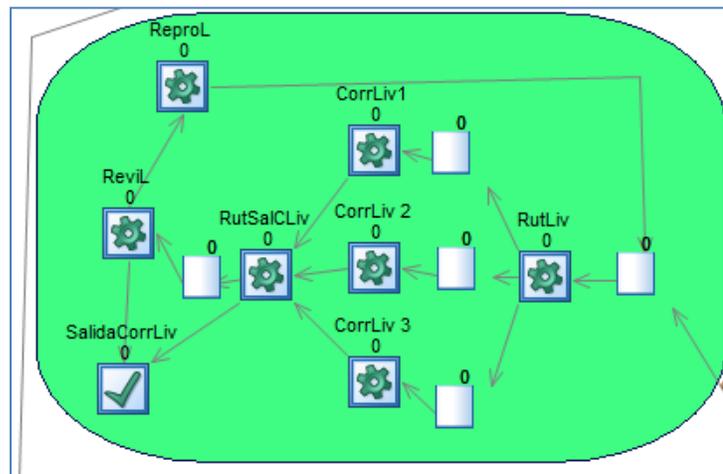


Gráfico N° 31: Proceso Mantenimiento Correctivo a Gasolina.

En estos *Work Centers* colocamos los tiempos para los diferentes tipos de reparaciones que se realizan en el taller.

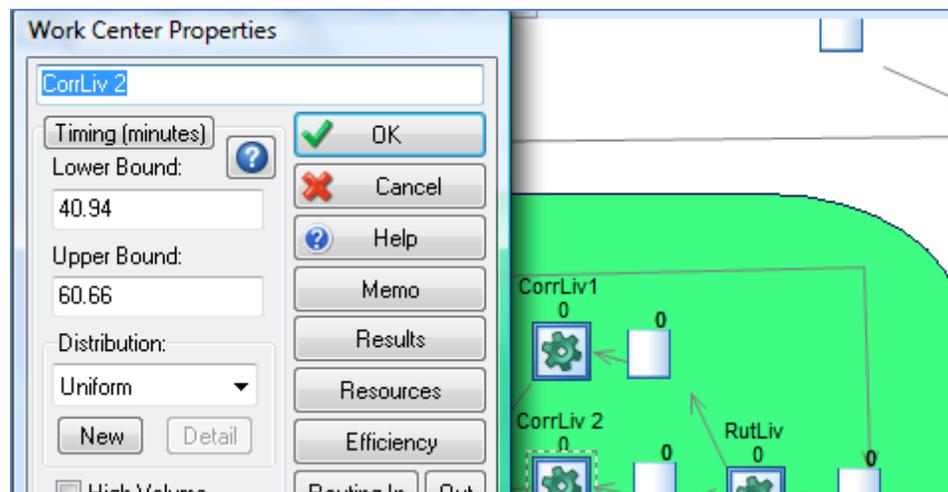


Gráfico N° 32: Tiempos reparación, correctivo a gasolina.

De manera similar, el mantenimiento correctivo a las unidades pesadas a diesel se representa en el bloque mostrado a continuación:

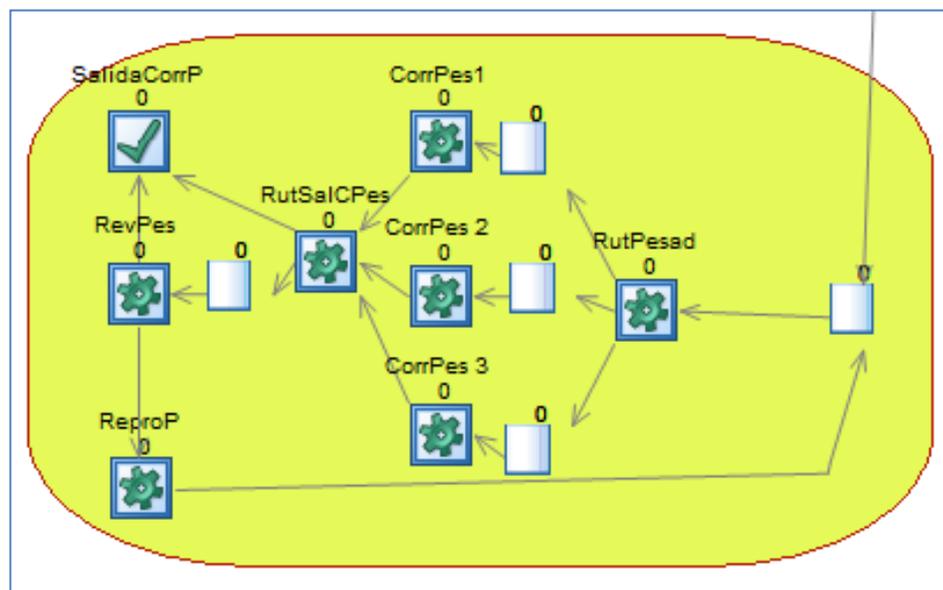


Gráfico N° 33: Proceso Mantenimiento Correctivo a diesel

El mantenimiento preventivo para livianos se lo representa en las bahías 1,2 y 3, luego de lo cual los automotores salen del taller.

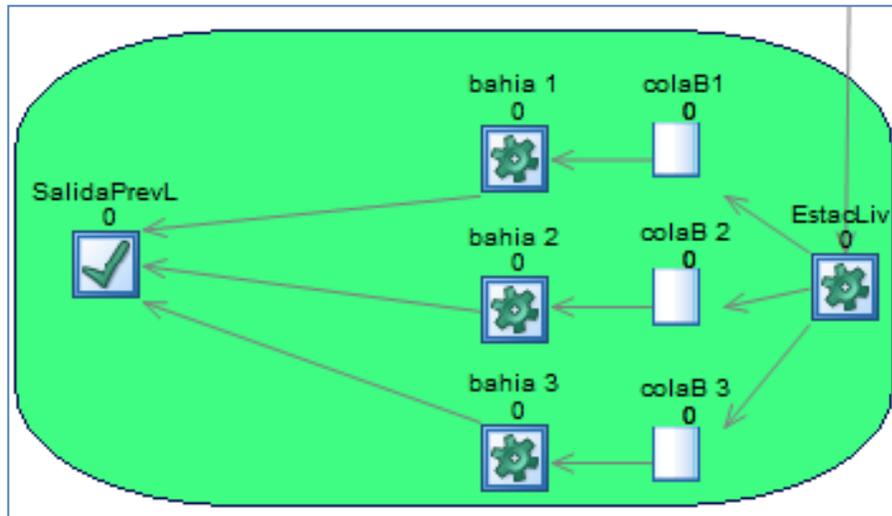


Gráfico N° 34: Bahías de mantenimiento a gasolina

El mantenimiento preventivo para unidades a diesel, se lo representa en el siguiente bloque:

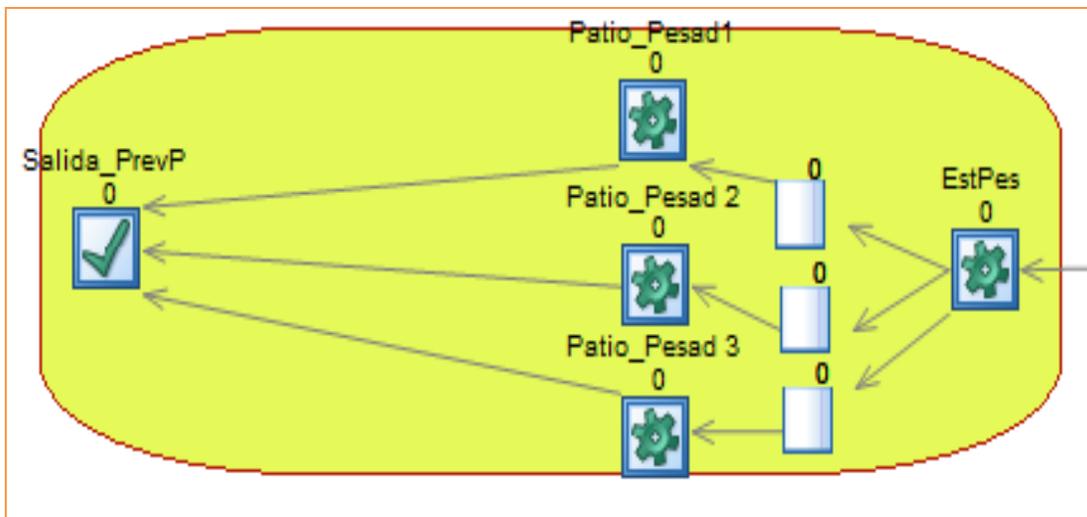


Gráfico N° 35: Patios mantenimiento a diesel

A diferencia de los livianos, el mantenimiento preventivo para pesados se realiza en los patios del taller.

Los recursos que dispone el taller, como supervisores, mecánicos, etc., están agrupados en los iconos de la derecha del modelo.

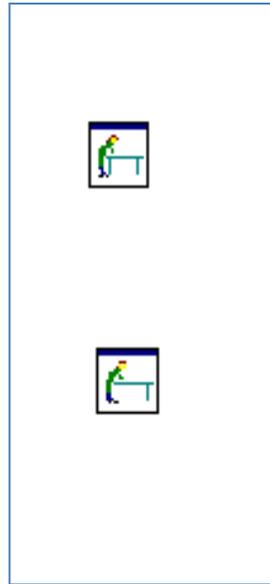


Gráfico N° 36: Iconos de recursos

Al hacer doble click sobre estos elementos se muestran los recursos agrupados en estos iconos

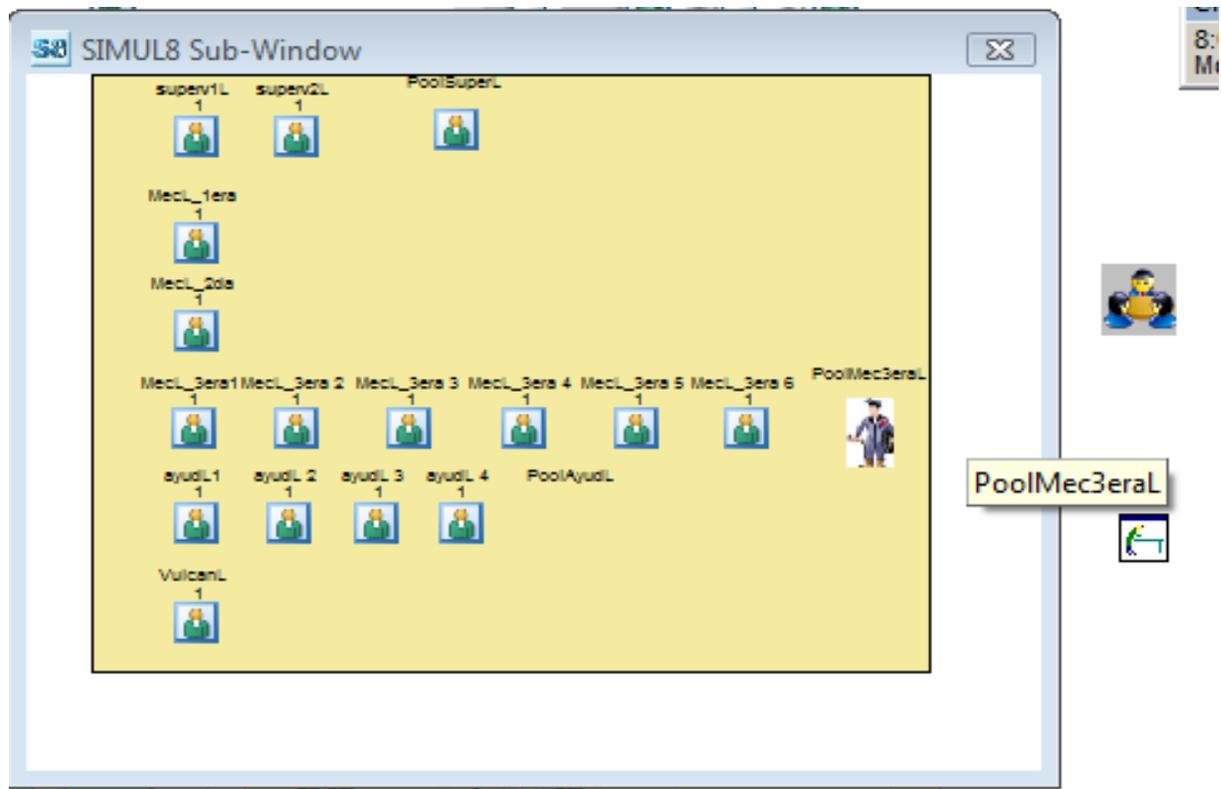


Gráfico N° 37: Recursos

El reloj virtual se ha programado para un año de funcionamiento, tal como se aprecia en la siguiente figura.

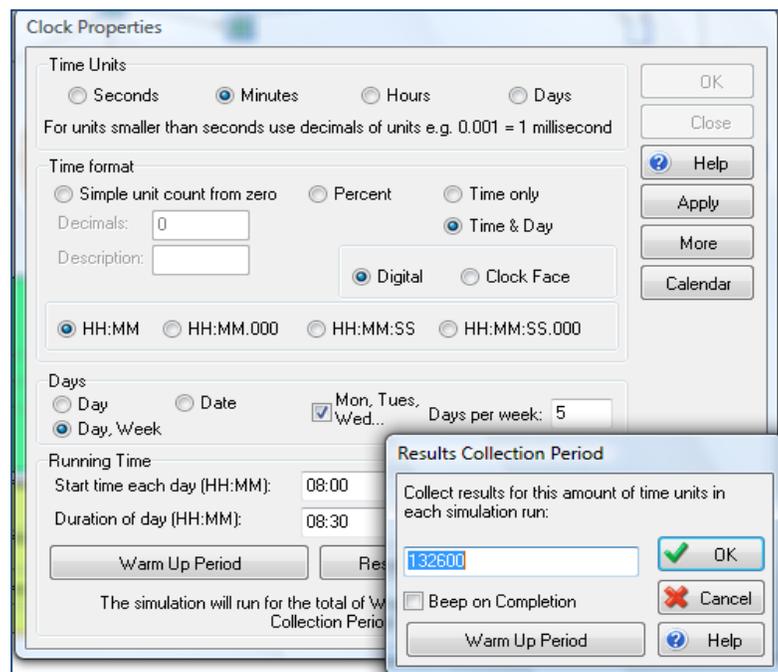


Gráfico N° 38: Propiedades del Reloj Virtual

3.4 ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

Una vez que el modelo se ha diseñado, se procedió a correrlo, es decir, a ponerlo en funcionamiento durante un tiempo virtual de 1 año. Previamente, se definieron los principales indicadores de gestión o de rendimiento. Naturalmente, para este tipo de organizaciones el indicador más importante es el tiempo de ciclo, es decir, el tiempo que se demora un cliente externo (vehículo) desde que ingresa al taller, hasta que sale en perfecto estado de funcionamiento. De hecho, mientras más corto sea este tiempo, tanto el cliente externo como

la organización salen ganando. En efecto, mientras más rápido sale del taller, mas pronto ese vehículo se reintegra a su trabajo productivo específico; de igual forma, mientras más rápido sale un vehículo del taller, éste libera recursos (bahías, estacionamientos, mecánicos, etc.), para ocuparlos en otro servicio.

Consecuentemente, los principales indicadores a utilizar se detallan en la siguiente tabla:

INDICADORES DE GESTION	
<i>SalidaPrevL</i>	Tiempo de ciclo para vehículos a gasolina, en mantenimiento preventivo.
<i>SalidaCorrL</i>	Tiempo de ciclo para vehículos a gasolina, en mantenimiento correctivo.
<i>SalidaPrevP</i>	Tiempo de ciclo para vehículos a diesel, en mantenimiento preventivo.
<i>SalidaCorrP</i>	Tiempo de ciclo para vehículos a diesel, en mantenimiento correctivo.
<i>SalidaExtL</i>	Tiempo de ciclo para vehículos, en mantenimiento correctivo externo.

Tabla N° 4: Indicadores de Gestión.

FUENTE: Software de simulación SIMUL8.

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz, Dennis Viteri.

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro siguiente. Cabe mencionar que, como algunos tiempos de procesos no son fijos, y por tanto son variables aleatorias, los indicadores tampoco son fijos, sino que son variables.

De todas formas el cuadro muestra el intervalo de confianza al 95% en donde se encuentran los valores promedio de los indicadores. Esto quiere decir que, existe un 5% de posible error al hacer estas conjeturas.

		Low 95% Range	Average Result	High 95% Range
SalidaPrevL	Average Time in System	473.71	779.84	1085.97
SalidaCorrLiv	Average Time in System	4398.52	7020.15	9641.79
Salida_PrevP	Average Time in System	660.72	908.13	1155.55
SalidaCorrP	Average Time in System	4779.15	7537.53	10295.91
SalidaExt	Average Time in System	12285.15	15415.83	18546.51

Gráfico N° 39: Resultado de los tiempos de Procesos.

Los datos que constan en el cuadro de resultados están en minutos, por lo que es necesario transformarlos a días, a efecto de que el análisis de la situación actual sea más comprensivo, estos se muestran en el siguiente cuadro:

	Min	Media	Max
SalidaPrevL	1,0	1,6	2,3
SalidaCorrLiv	9,2	14,6	20,1
SalidaPrevP	1,4	1,9	2,4
SalidaCorrP	10,0	15,7	21,4
SalidaExt	25,6	32,1	38,6

Tabla N° 5: Resultados obtenidos en la simulación de la situación actual.

FUENTE: Taller G.P.P.

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri

Según estos datos, los tiempos de ciclo para cada tipo de servicio y tipo de mantenimiento están dentro de los límites que actualmente se observan en los talleres. Así por ejemplo, el tiempo de ciclo para un vehículo a gasolina es normalmente de 1 día, pero ciertas eventualidades como la ausencia de repuestos, y el consiguiente trámite para la compra de repuestos, determinan que el promedio sea superior a 1 día.

Terminada la simulación se observan otros detalles del sistema, como por ejemplo los cuellos de botella del mismo. Los objetos *storage* que están pintados de rojo, muestran la acumulación total de vehículos a lo largo del año.

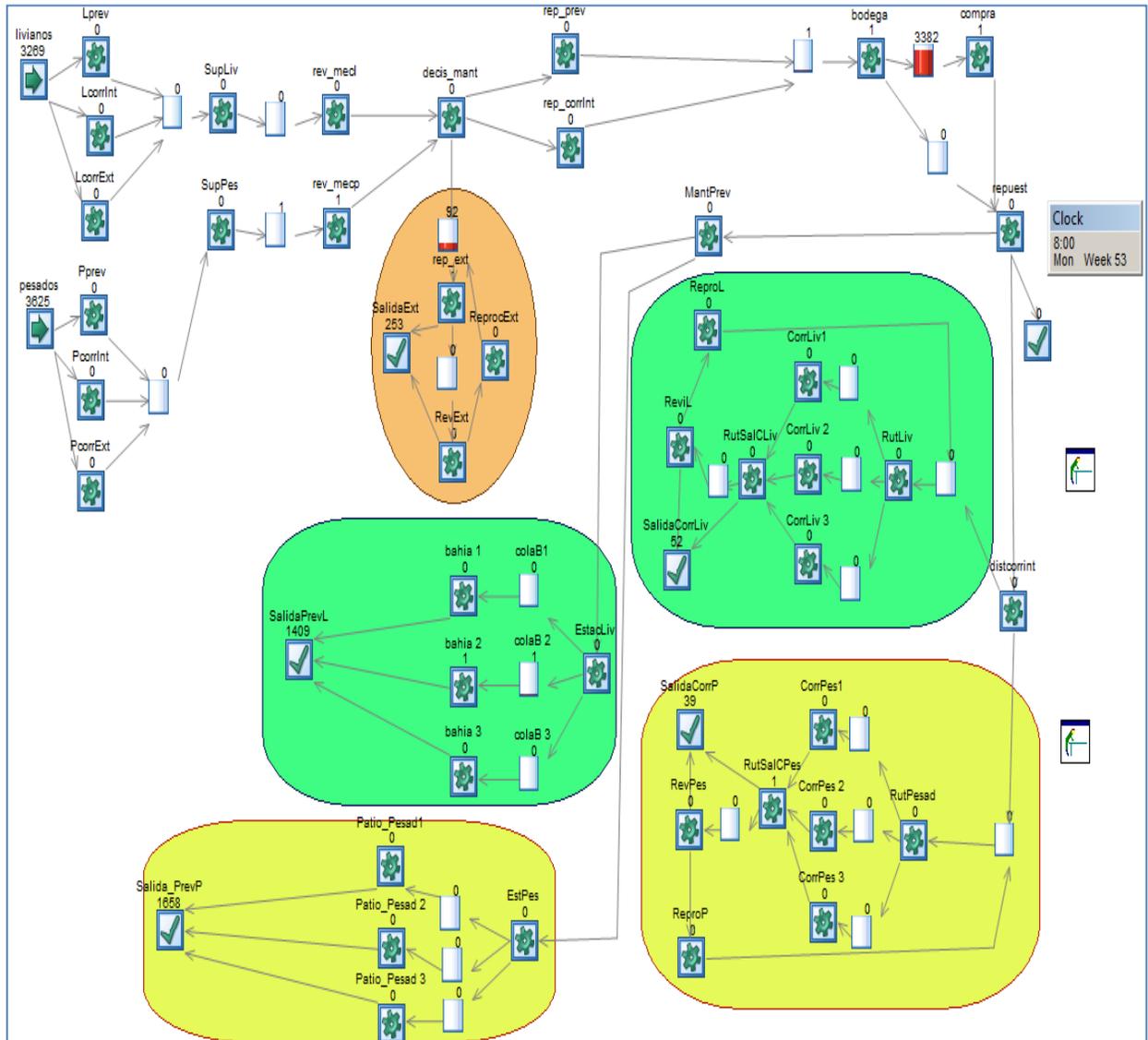


Gráfico N° 40: Simulación situación actual

En el caso de la cola que se encuentra antes del *Work Center* compra, nos indica que la mayor acumulación de trabajo se focaliza en el proceso de compra de repuestos. En efecto, como se

advirtió inicialmente, el proceso de compras toma demasiado tiempo, especialmente cuando no existe repuesto en bodega, y se decide realizar la adquisición, o por compras públicas, o vía importación. Se debe notar que el valor 3382 es un acumulado en un año de simulación.

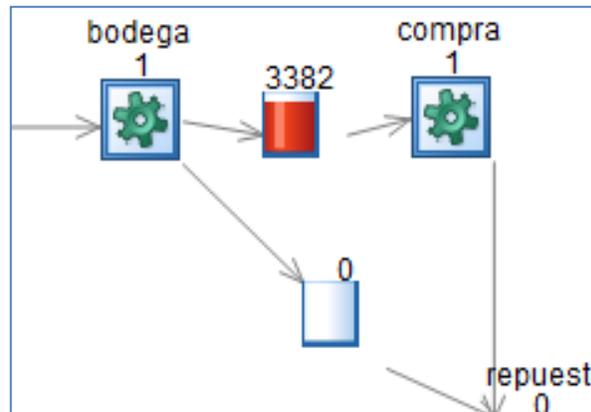


Gráfico N° 41: Cuellos de botella

Otro cuello de botella se localiza en el proceso de reparación en talleres externos, aunque no es tan crítico como el anterior, se evidencia influencia en el tiempo de ciclo SalidaExt.

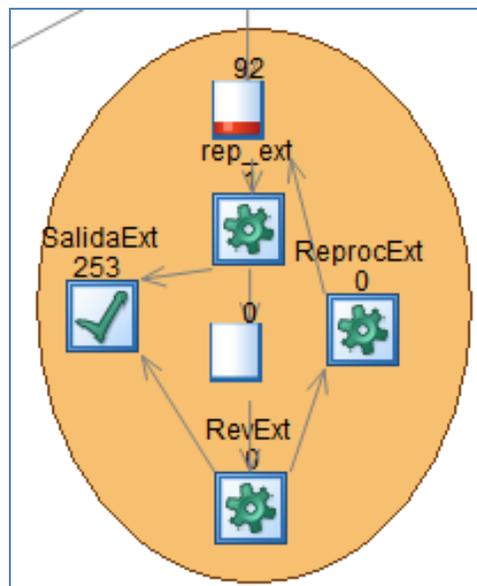


Gráfico N° 42: Cuello de botella reparación externa

CAPITULO IV

PROPUESTA DE MEJORA

4.1 ANÁLISIS DE VALOR AGREGADO

Una vez que se han determinado los problemas existentes en los procesos que se llevan a cabo en el área del taller de mantenimiento mecánico del Consejo Provincial de Pichincha la propuesta de mejoramiento se debería enfocar a redefinir con claridad cada una de las actividades que conforman los distintos procesos; así como, establecer controles y responsables de las mismas, mantener un adecuado stock de repuestos en bodega, ampliar técnicamente a un mayor número de componentes el mantenimiento preventivo, implementar un control diario previo a la salida de los vehículos (mantenimiento rutinario) ver **ANEXO N° 4**, mejorar el proceso administrativo con los proveedores de trabajos externos con la finalidad de que se agilicen los trámites de pagos y la atención por parte de ellos.

Se establecerán indicadores de gestión, los cuales nos permitirán cuantificar el desempeño del proceso y con ello analizar si se están cumpliendo las metas u objetivos establecidos.

El objetivo principal del mantenimiento vehicular es el de mantener el mayor número de unidades al menor costo, teniendo en consideración este objetivo y bajo las políticas de

mantenimiento se han establecido tres tipos de mantenimientos: rutinario, preventivo y correctivo.

El mantenimiento rutinario es un mantenimiento realizado por períodos de tiempos continuos basados en cronogramas de mantenimiento preventivo los cuales podemos ver en los **ANEXO N° 5, 6 Y 7**. Su objetivo es mantener y alargar la vida útil de los vehículos, realizando tareas programadas en el tiempo para evitar su desgaste.

Con estos antecedentes los procesos sugeridos y mejorados que se deberían manejar en el área de mantenimiento son:

- Planificación de la Rutina
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Correctivo

4.2 PROPUESTA DE MEJORA

Con base a los resultados obtenidos, se contrastó el conjunto de indicadores mencionados con lo que sucede actualmente, y se comprobó que el presente modelo refleja lo que actualmente sucede en el taller del HCPP.

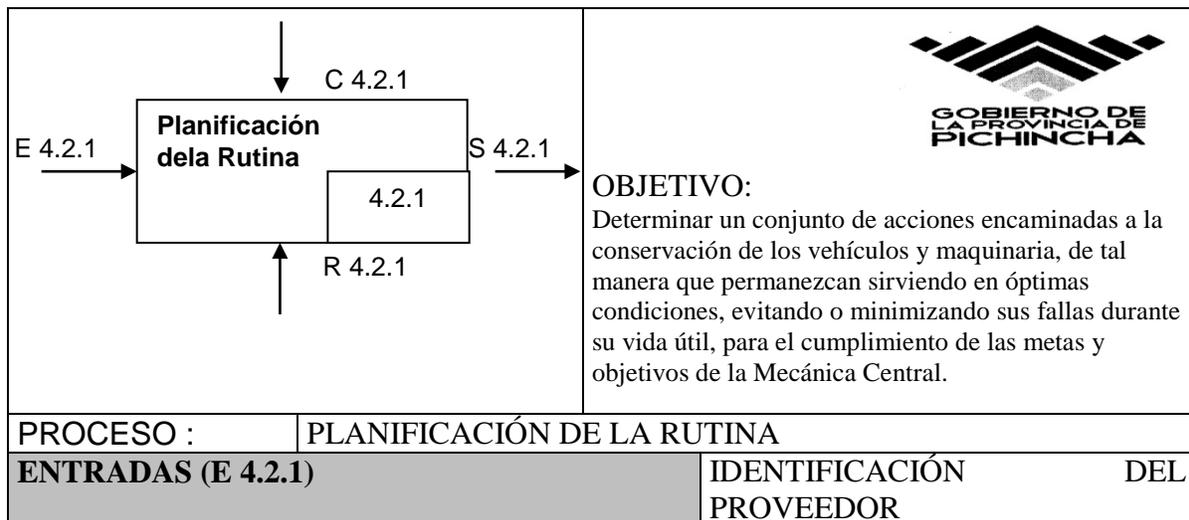
Al ser los indicadores una métrica de los problemas que tiene la organización, es necesario encontrar las causas a estos problemas. Del análisis realizado en el apartado anterior se puede concluir que:

1. Los valores actuales de los tiempos de ciclo *SalidaPrevL*, *SalidaCorrL*, *SalidaPrevP*, *SalidaCorrP*, se deben casi exclusivamente al proceso de adquisición de repuestos, ya que allí se localiza el mayor cuello de botella.
2. El valor actual del tiempo de ciclo *SalidaExt*, se deben exclusivamente al proceso de reparación en los talleres externos.

En consecuencia, se plantean las siguientes recomendaciones de mejora:

- Rediseñar el procedimiento de adquisición de repuestos, a fin de disminuir los excesivos tiempos de espera para los automotores. Una de las formas más eficaces consistiría en mantener un stock más completo de repuestos.
- Para determinar el tipo y número de repuestos a comprar para inventario, se debería realizar una proyección o pronóstico de los repuestos más solicitados en el año, y que demoran más tiempo en adquirirlos.
- En la proforma presupuestaria de cada año debería considerarse la partida para tal fin. Con esto se conseguiría reducir o eliminar el cuello de botella más crítico.
- Renegociar los acuerdos o contratos con los talleres externos, a fin de reducir el tiempo de entrega del automotor.

4.2.1 Planificación de la rutina en los talleres de la Mecánica Central del Consejo Provincial de Pichincha



E 4.2.1.1	Manual del Fabricante	Casa Provedora	
SALIDAS (S 4.2.1)		IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE	
S 4.2.1.1	Cronograma y Plan de Mantenimiento	Recolección en la Fuente	
RECURSOS (R 4.2.1)			
Técnicos:	Físicos:	Humanos:	Financieros:
Hardware y Software de Base	Oficinas de Talleres	Jefe de Talleres	Según la planificación del presupuesto
CONTROLES (C 4.2.1)			
<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de control básico, mantenimiento preventivo, correctivo y reparaciones externas • Elaboración del Plan de Mantenimiento 			
REGISTROS			
<ul style="list-style-type: none"> • Cronograma y Plan de Mantenimiento 			
INDICADORES	FORMULA DE CALCULO		
<ul style="list-style-type: none"> • Índice de Eficiencia 	Disponibilidad Mensual de Vehículos: > 0.85 (Horas laboradas / vehículo – horas mantenimiento/vehículo) Horas laboradas / vehículo Operatividad de los Vehículos y Maquinaria: 85 a 100% Cantidad de vehículos y Maquinaria operativos x 100 Cantidad total de vehículos y Maquinaria		
<ul style="list-style-type: none"> • Índice de Planificación 	Cantidad de órdenes de trabajo ejecutadas x 100 Cantidad de órdenes de trabajo planificadas Rango aceptable 75%		

Diagrama de flujo de la planificación de la rutina propuesta en mantenimiento

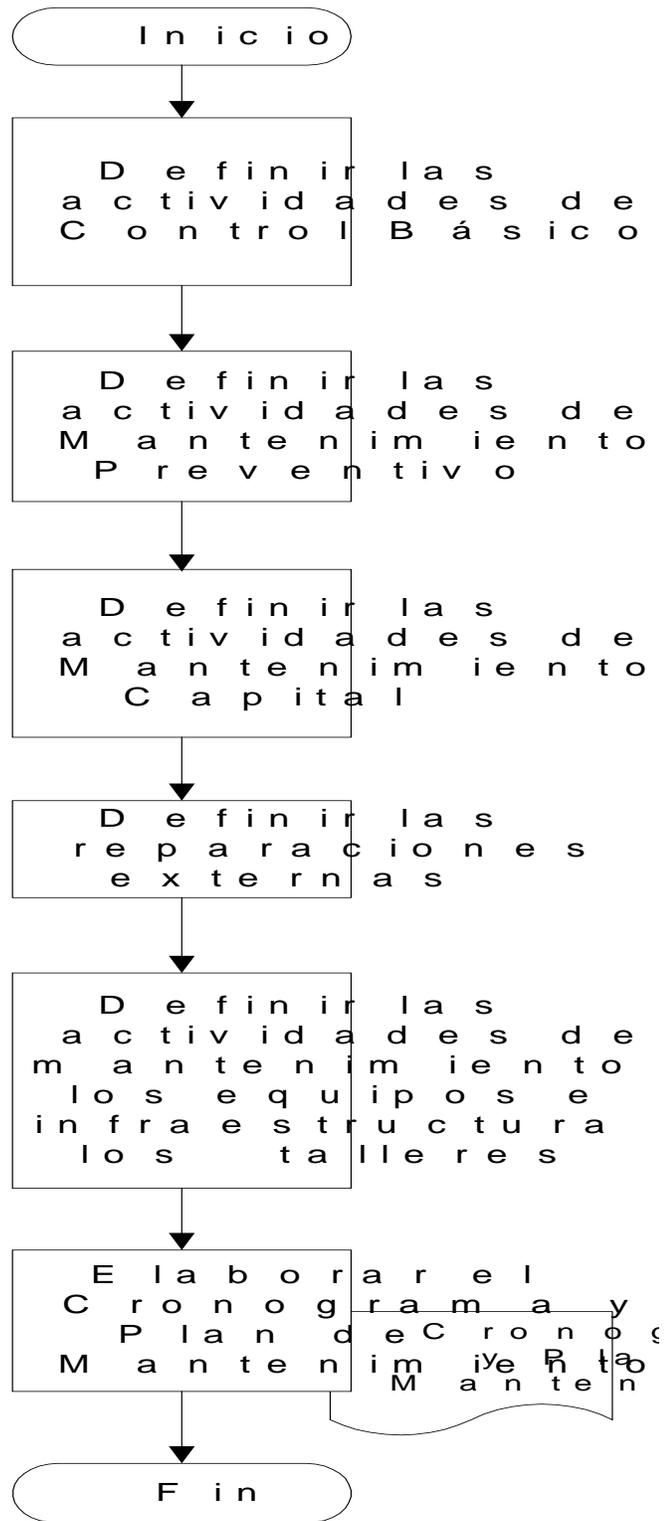


Grafico N° 43: Diagrama de flujo de la planificación de la rutina propuesta en mantenimiento.

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri

Descripción de actividades

N°	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
1	Definir las actividades de Control Básico	Jefe de Talleres	<p>Revisiones básicas -diarias- requeridas para mantener en condiciones adecuadas el vehículo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Niveles de aceites (fugas), agua, combustible, batería ▪ Estado de las llantas ▪ Estado de mangueras ▪ Estado de correas
2	Definir las actividades de Mantenimiento Preventivo	Jefe de Talleres	<p>Consiste en realizar cambios periódicos de partes y todas aquellas acciones recomendadas por el fabricante del vehículo,</p> <p>Cambio de Aceites: Motor, Caja de cambios y Diferencial.</p> <p>Cambio de Filtros: Motor; Aire; Agua; Combustible; Hidráulico.</p> <p>Reajuste de carrocería.</p> <p>Chequeo de suspensión.</p> <p>Engrasado de todos las articulaciones.</p> <p>Reparaciones Menores: suelda, eléctricos, vulcanización e hidráulicos.</p> <p>Mantenimiento de Sistemas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Refrigeración: Radiador; Ventilador; Bomba de agua; Termostato; Mangueras. ▪ Alimentación: Intercooler; Filtros de aire; Múltiple de admisión; Turbo cargador; Bomba de inyección; Inyectores; Ajuste de válvulas.

			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lubricación: Bomba de aceite - cañerías externas. Compresor - turbo cargador. ▪ Eléctrico: Baterías.- trimestral; Motor de arranque.- anual; Alternador.
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Frenos.- Válvulas de freno; Pulmones; Cañerías; Zapatas; Governor

3	Definir las actividades de Mtto Capital	Jefe de Talleres	<p>Se realiza en función a la evaluación técnica.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cabezote: Precámaras, válvulas, guías, sellos ▪ Block: Overhaul (Pistones, rines, chaquetas de biela y bancada, bujes del árbol de levas, bujes del brazo de biela, ejes pasadores del pistón, retenedor delantero y posterior del cigüeñal) ▪ Cáster: Cambio / reparación de la bomba de aceite, empaques
4	Definir las reparaciones externas	Jefe de Talleres	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chequeo y/o reparación de turbo-cargadores ▪ Chequeo y/o reparación de bombas de inyección e inyectores ▪ Pruebas de rendimiento de motor (medición de presión del turbo - pruebas de caudal y entrega de combustible) ▪ Chequeo y/o reparación del sistema electrónico
5	Definir las actividades de mantenimiento de los equipos e infraestructura de los talleres	Jefe de Talleres	<p>Limpieza de Talleres</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Puestos de trabajo.- diaria ▪ Talleres.- mensual <p>Utilización de Bahías</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenimiento de las Bahías (fosa y perímetro - instalaciones eléctricas).- Diario <p>Mantenimiento del Equipo</p>

			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compresores, soldadoras eléctricas - autógenas, equipos de comprobación eléctrica, taladros.- Anual - inspección diaria de cables, mangueras, boquillas, instrumentos de medición ▪ Carro taller (compresor - soldadora generadora eléctrica - esmeril).- Trimestral
6	Elaborar el Cronograma y Plan de Mantenimiento	Jefe de Talleres	Una vez definidas actividades y tiempos de Control Básico, Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento de Equipos e Infraestructura se elabora el Cronograma y Plan de Mantenimiento.

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri

4.2.2 Mantenimiento Preventivo en los talleres de la Mecánica central del Consejo Provincial

		<p>GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA</p>
		OBJETIVO: Estandarizar la inspección periódica de vehículos y maquinaria, en el ajuste o sustitución de piezas, incluso cuando éstas no muestren signos de descompostura, para evitar que las fallas aumenten y así prolongar la vida útil de éstos.
ENTRADAS (E 4.2.2)		IDENTIFICACIÓN DEL PROVEEDOR
E 4.2.2.1	Cronograma y plan de mantenimiento	Planificación de la Rutina 4.2.1
E 4.2.2.2	Plantilla mantenimiento por vehículo	Planificación de la Rutina 4.2.1
SALIDAS (S 4.2.2)		IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE
S 4.2.2.1	Vehículo habilitado	Recolección en la Fuente
RECURSOS (R 4.2.2)		

Técnicos:	Físicos:	Humanos:	Financieros:
Herramientas menores	Oficinas, bodegas, talleres	Personal de talleres, bodega	Según la planificación del presupuesto
CONTROLES (C 4.2.2)			
• Comunicar a Operaciones			
• Detallar trabajo			
• Chequeo de mantenimiento			
• Chequeo de materials			
• Entrega Recepción del vehículo			
REGISTROS			
• Formulario de Control Básico			
• Cronograma de mantenimiento			
• Formulario de Entrega-Recepción de Vehículo			
• Orden de mantenimiento			
• Plantilla de mantenimiento por vehículo			
• Solicitud de materials			
• Acta de entrega recepción del vehículo			
INDICADORES		FORMULA DE CALCULO	
• Índice de Planificación		Cantidad de órdenes de trabajo ejecutadas x 100 Cantidad de órdenes de trabajo planificadas Rango aceptable 75%	

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri

Diagrama de flujo mantenimiento preventivo propuesto para el área de talleres

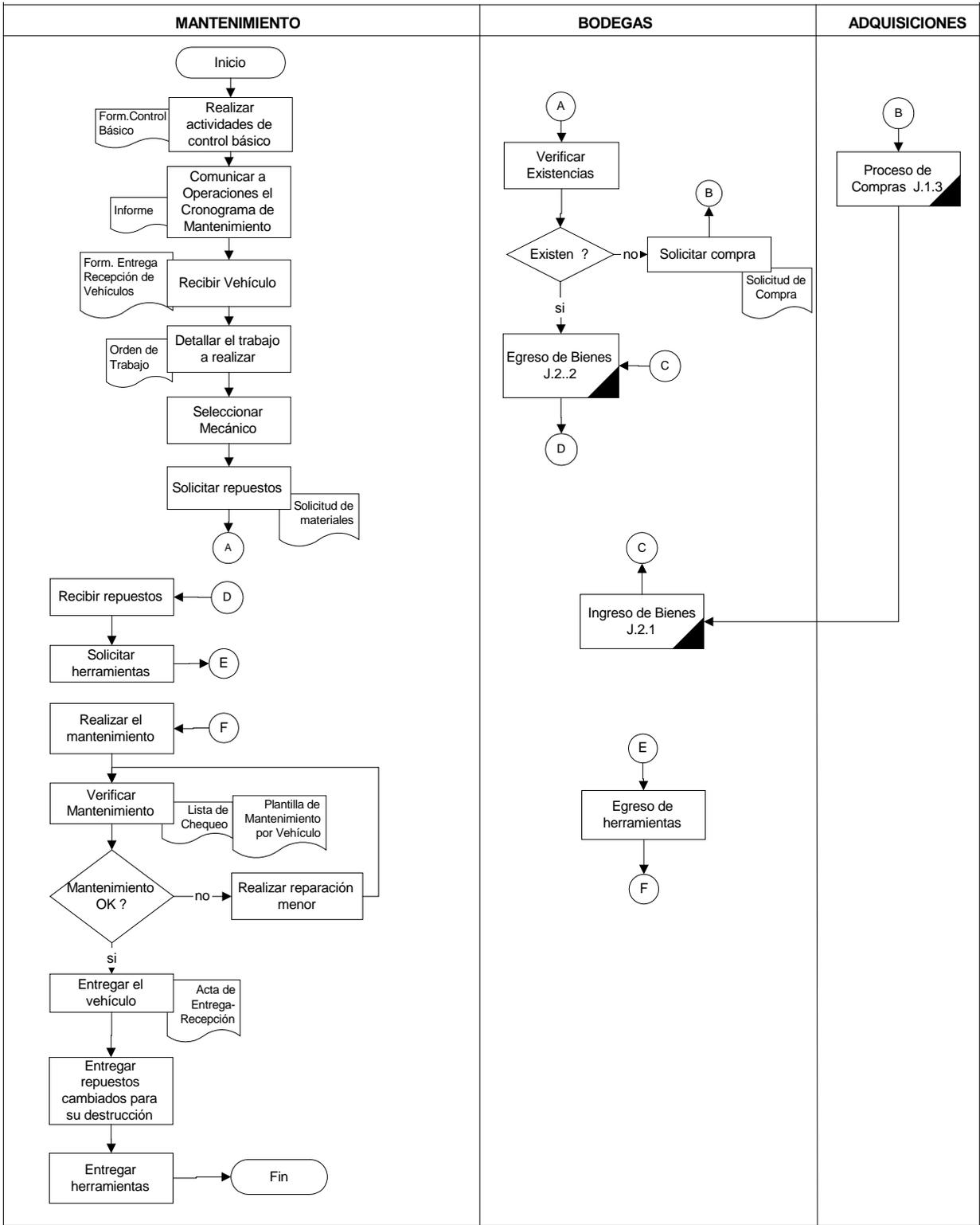


Gráfico N° 44: Diagrama de flujo mantenimiento preventivo propuesto para el área de talleres.

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

N°	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
1	Realizar las actividades de Control Básico	Conductor	Ejecuta las actividades detalladas en la Planificación de la Rutina 4.2.1 (Actividad 1), Formulario de Control Básico.
2	Comunicar a Operaciones el Cronograma de Mantenimiento	Secretaria de Talleres	Comunica el cronograma de mantenimiento de vehículos a Operaciones, con la finalidad que procedan a la distribución del trabajo, mientras se realiza el mantenimiento del vehículo cuando corresponda.
3	Recibir vehículo	Jefe de Patios	En la fecha respectiva, recibe el vehículo. Formulario de Recepción del Vehículo
4	Detallar el trabajo a realizar	Jefe de Patios y Secretaria	En función al plan de mantenimiento se emite la Orden de Mantenimiento y se detalla el trabajo a realizar
5	Selecciona mecánico	Jefe de Patios	Designa al mecánico que va a realizar el trabajo y se procede a la entrega-recepción del vehículo entre el Jefe de Patios y el Mecánico responsable de ejecutar el trabajo.
6	Solicitar repuestos	Mecánico	De acuerdo a la orden de trabajo se solicitan los repuestos necesarios para realizar el mantenimiento del vehículo. La solicitud de materiales debe ser suscrita por el Jefe de Patios y el Jefe de Talleres. Son responsables del correcto destino de los repuestos el mecánico y el Jefe de Patios.
7	Verificar existencias	Bodegas	Se verifican las existencias. Si existen, pasa a la Act. 8; caso contrario, pasa a la Act. 17.
8	Egreso de Bienes	Bodegas	Se procede conforme al Proceso de Egreso de Bienes
9	Recibir repuestos	Mecánico	Se reciben los repuestos solicitados.
10	Solicitar herramientas	Mecánico	El mecánico solicita a la bodega las herramientas necesarias para el desempeño de actividades.

11	Egreso de herramientas	Bodegas	Se mantiene una tarjeta por mecánico, en la cual se registran las herramientas.
12	Realizar el mantenimiento	Mecánico	Realiza el mantenimiento detallado en la Orden de Mantenimiento
13	Verificar mantenimiento	Jefe de Patios	Si el mantenimiento está conforme, pasa a la Act. 14. En caso de no-conformidad se realiza reparación menor. (Lista de Chequeo) Adicionalmente, en la Plantilla Mantenimiento por vehículo se registra el trabajo realizado
14	Entregar el vehículo	Jefe de Patios	Se procede a la entrega recepción del vehículo. Se suscribe el acta, la cual debe ser legalizada por el Mecánico y el Jefe de Patios, quien entregará al responsable del vehículo.
15	Entregar repuestos cambiados (viejos) para su destrucción	Mecánico	Se entregan los repuestos cambiados a Bodegas para su destrucción.
16	Entregar herramientas	Mecánico	Entrega las herramientas a Bodega. Finaliza el proceso.
17	Solicitar compra	Bodegas	Elabora la solicitud de compra de los materiales solicitados, incluyendo especificaciones técnicas de requerirlo.
18	Proceso de Compras	Adquisiciones	Se procede conforme al Proceso de Compras
19	Proceso de Ingreso de Bienes	Bodegas	Se procede conforme al Proceso de Ingreso de Bienes, pasa a la Act. 8.

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri

4.2.3 Mantenimiento Correctivo en la Mecánica Central del Consejo Provincial de Pichincha

		<p>GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA</p> <p>OBJETIVO: Desarrollar tareas de mantenimiento en forma segura y eficiente. Realizar reparaciones mayores ocurridas por desperfectos no previstos.</p>	
ENTRADAS (E 4.2.3)		IDENTIFICACIÓN DEL PROVEEDOR	
E 4.2.3.1	Reporte de la novedad	Recolección en la Fuente	
E 4.2.3.2	Plantilla de mantenimiento por vehículo	Planificación de la Rutina 4.2.1	
SALIDAS (S 4.2.3)		IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE	
S 4.2.3.1	Vehículo habilitado	Recolección en la Fuente	
RECURSOS (R 4.2.3)			
Técnicos:	Físicos:	Humanos:	Financieros:

Herramientas menores y equipos	Oficinas, bodegas, taller Mecanico y talleres particulares especializados	Personal de talleres y bodega	Según la planificación del presupuesto
CONTROLES (C 4.2.3)			
• Reporte de novedad			
• Detalle del trabajo a realizar			
• Lista de chequeo de mantenimiento			
• Chequeo de materials			
REGISTROS			
• Reporte de novedad			
• Orden de Mantenimiento (Reporte de Novedad)			
• Solicitud de Materiales			
• Orden de Trabajos Externos			
• Cotizaciones			
• Acta de Entrega-Recepción del vehículo			
INDICADORES		FORMULA DE CALCULO	
• Índice de Novedades		√Ordenes de Mantenimiento Correctivo	

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri

Diagrama de flujo mantenimiento correctivo

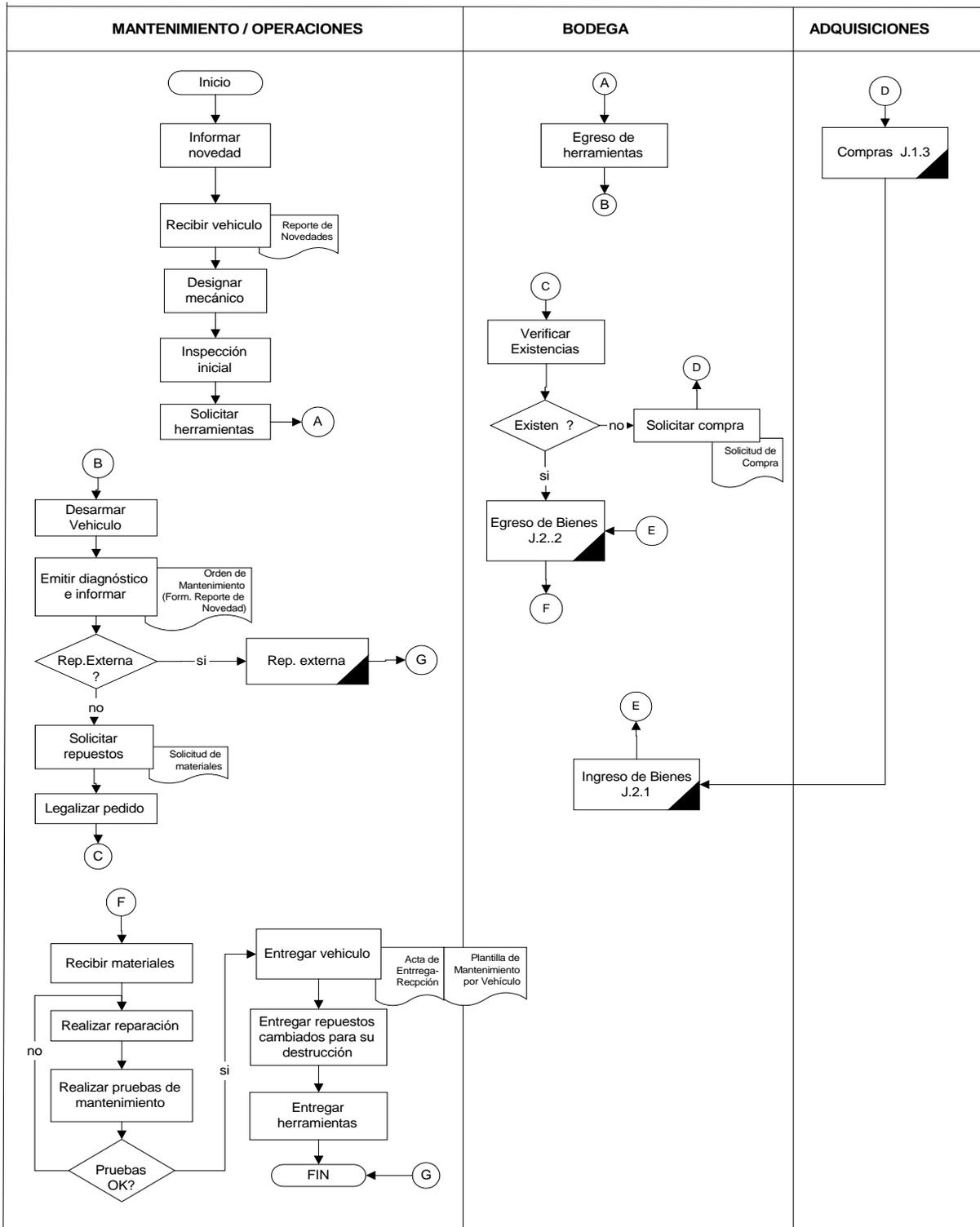


Gráfico N° 45: Diagrama de flujo mantenimiento correctivo.

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri

Diagrama de Flujo Reparaciones Externas

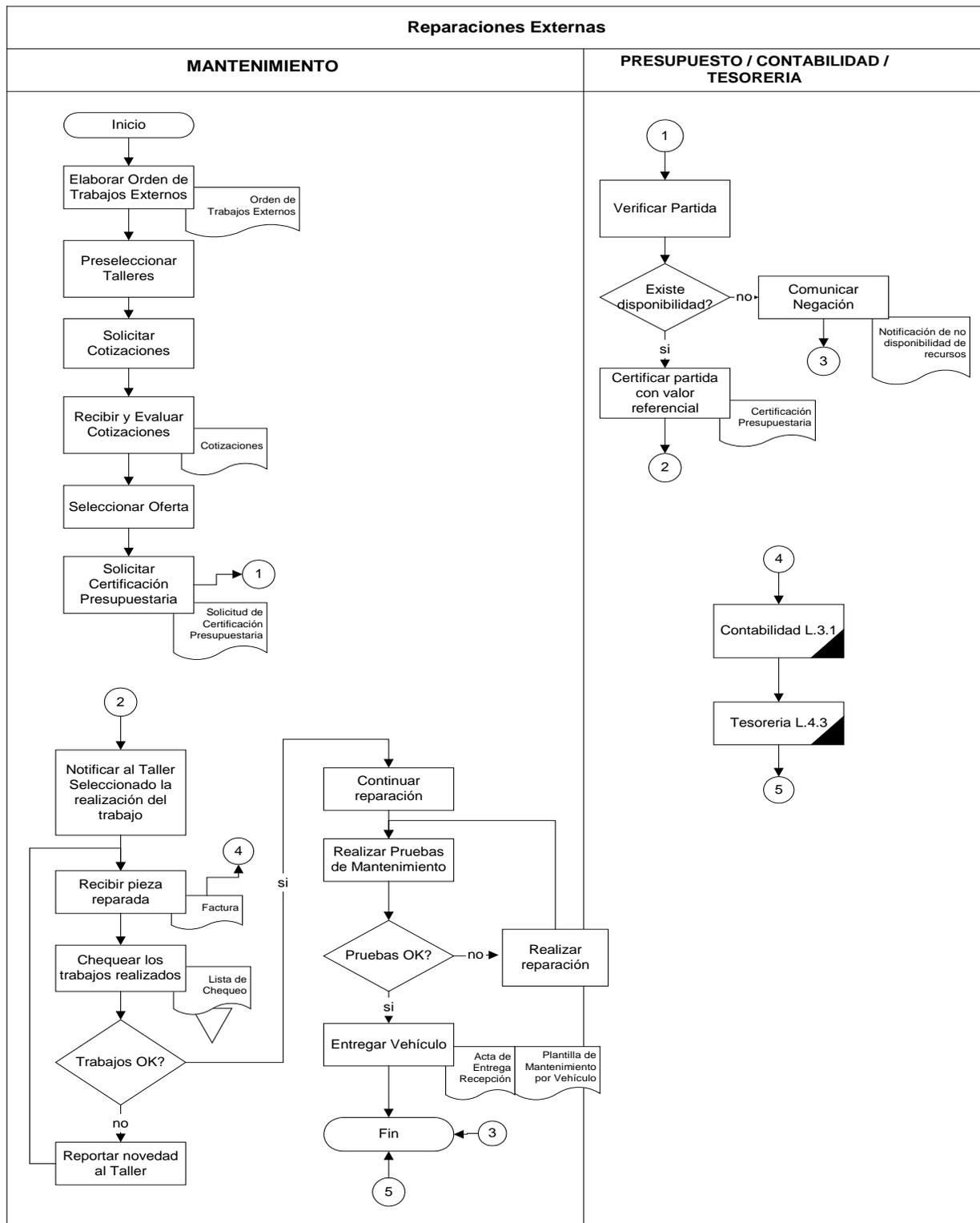


Gráfico N° 46: Diagrama de flujo Reparaciones Externas.

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri

Descripción de actividades mantenimiento correctivo

Nº	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
1	Informar novedad	Conductor	Reporta que se ha suscitado un daño en el vehículo
2	Recibir vehículo	Jefe de Patios	Recibe el vehículo y señala en el formulario respectivo el daño reportado por el chofer y entrega el vehículo al Mecánico
3	Seleccionar mecánico	Jefe de Patios	Designa al mecánico que va a realizar el trabajo
4	Realizar inspección inicial	Mecánico	Efectúa una inspección visual sobre el posible daño ocurrido
5	Solicitar herramientas	Mecánico	El mecánico asignado para realizar el trabajo, solicita a la bodega las herramientas necesarias.
6	Egreso de herramientas de bodega	Bodegas	En bodega de herramientas se mantiene una tarjeta por mecánico, en la cual se registran las herramientas que solicitan.
7	Desarmar vehículo	Mecánico	Procede a desarmar las partes del vehículo reportadas con daño o desperfecto.
8	Emitir diagnóstico e informar	Mecánico	Una vez chequeada la(s) parte(s) del vehículo reportada(s) con daño da el diagnóstico e informa al Jefe de Talleres para que se emita la respectiva Orden de Mantenimiento. Si la reparación es externa, se procede conforme al Proceso Reparación Externa; en caso de ser interna, pasa Act. 9
9	Solicitar repuestos	Jefe de Patios	De acuerdo a la orden de trabajo se solicitan los repuestos necesarios para realizar el mantenimiento del vehículo. La solicitud de materiales debe ser suscrita por el Jefe de Patios y el Jefe de Talleres. Son responsables de los repuestos el mecánico y el Jefe de Mecánicos.
10	Verificar existencias	Bodegas	Verifica las existencias. Si existen, pasa a la Act. 12; caso contrario, pasa a la Act. 19

11	Egreso de Bienes	Bodegas	Procede conforme al Proceso de Egreso de Bienes
12	Recibir repuestos	Mecánico	Recibe los repuestos solicitados
13	Realizar reparación	Mecánico	Realiza el mantenimiento detallado en el Formulario de Reporte de Novedad
14	Realizar pruebas de mantenimiento	Jefe de Patios	Si el mantenimiento está conforme, pasa a la Act. 15. En caso de no conformidad regresa a Act. 13 Adicionalmente, en la Plantilla de Mantenimiento por Vehículo se registra el trabajo realizado
15	Entregar el vehículo	Jefe de Patios	Procede a la entrega recepción del vehículo. Se suscribe el acta, la cual debe ser legalizada por el Mecánico y el Jefe de Patios, quien entregará al responsable del vehículo.
16	Entregar repuestos cambiados (viejos) para su destrucción	Mecánico	Entrega los repuestos cambiados a Bodegas para su destrucción
17	Entregar herramientas	Mecánico	Entrega las herramientas a Bodega. Finaliza el proceso.
18	Solicitar compra	Bodegas	Elabora la solicitud de compra de los materiales solicitados, incluyendo especificaciones técnicas de requerirlo
19	Proceso de Compras	Adquisiciones	Procede conforme al Proceso de Compras
20	Proceso de Ingreso de Bienes	Bodegas	Procede conforme al Proceso de Ingreso de Bienes Pasa a la Act. 12.

REPARACIONES EXTERNAS

Nº	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
1	Elaborar Orden de Trabajos Externos	Jefe de Talleres	Elabora la Orden de Trabajos Externos, consignando los trabajos de Mantenimiento Correctivo a realizar en el vehículo, con la firma de autorización del titular de mantenimiento
2	Preseleccionar Talleres	Jefe de Talleres	Revisa en el Registro de Proveedores Calificados a los talleres que efectúan el trabajo descrito en la Orden de Trabajos Externos
3	Solicitar cotizaciones	Secretaria de	Solicita proforma a los proveedores

		Mantenimiento	seleccionados
4	Recibir y Evaluar Cotizaciones	Jefe de Talleres	Elabora un cuadro comparativo e informe técnico de las cotizaciones presentadas
5	Seleccionar Oferta	Jefe de Talleres	Selecciona la oferta que presenta las mejores condiciones para los intereses institucionales, garantía del trabajo y precio.
6	Solicitar Certificación Presupuestaria	Jefe de Talleres	Solicita certificación de fondos para efectuar el trámite de contratación de servicios.
7	Verificar partida	Presupuesto	Analiza la disponibilidad de fondos en la partida correspondiente. Si existe disponibilidad, pasa a la Act. 8; si no existe disponibilidad notifica la no disponibilidad de recursos y finaliza el proceso.
8	Certificar partida con valor referencial	Presupuesto	Verificada la disponibilidad de fondos se certifica la partida con el valor referencial.
9	Notificar al Taller Seleccionado la realización del trabajo	Jefe de Talleres	Remite al taller la Orden de Trabajos Externos autorizada, para que realice el mantenimiento correctivo.
10	Recibir pieza reparada	Jefe de Mecánicos Jefe de Talleres	Recibe del prestador del servicio la pieza / parte reparada. Además, recibe la factura, verifica que los importes y detalle de ejecución de los trabajos y solicita el pago. Finalmente, se procede conforme a los Procesos Contabilidad y Tesorería
11	Chequear los trabajos realizados	Jefe de Patios	Verifica que el trabajo realizado por el taller de acuerdo a la Orden de Trabajos Externos. En conformidad pasa a Act. 12; en no conformidad reporta la novedad al taller.
12	Continuar reparación	Mecánico	Procede a armar el vehículo.
13	Realizar Pruebas de Mantenimiento	Jefe de Patios	Realiza pruebas de mantenimiento. En caso de conformidad, pasa a la Act. 14; en caso de no conformidad realiza reparación.
14	Entregar Vehículo	Jefe de Patios	Se procede a la entrega recepción del vehículo. Se suscribe el acta legalizada por el Mecánicos y

			el Jefe de Patios.
--	--	--	--------------------

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri

4.2.4 Nuevo Plan de Mantenimiento Preventivo

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO	
Revisión diaria	Niveles de lubricantes, refrigerante y baterías
	Estado neumáticos, mangueras o cañerías y bandas o correas
	Luces y carrocería
Revisión mensual	Cambio de aceite de motor y filtro
	Revisión sistema eléctrico y carga
	Revisión carrocería
	Revisión y limpieza de sistema de frenos
	Revisión suspensión y terminales
	Revisión sistema hidráulico
	Revisión sistema electrónico (código de fallas)
	Engrase de todos los puntos de lubricación
Revisión trimestral	Cambio de filtro de aire y limpieza de tomas
	Cambio filtro de combustible y limpieza del tanque

	Cambio filtro de agua y revisión del sistema
	Revisión y limpieza sistema de frenos
Revisión semestral	Cambio aceite hidráulico y filtro
	Cambio de zapatas y pulmones de freno
Revisión anual	Reajuste partes móviles
	Limpieza inyectores
	Reemplazo kit de embrague
	Reemplazo de neumáticos
	Cambio de refrigerante
	Cambio aceite de transmisión - diferencial y caja de cambios
	Limpieza de radiador
	Revisión turbo cargador
	Revisión bomba de inyección
	Revisión bomba hidráulica
	Limpieza válvulas hidráulicas
Reparación compontes sistema de carga	

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri

4.2.5 Cuadro comparativo del Mantenimiento Preventivo.

CUADRO COMPARATIVO MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
		ACTUAL	PROPUESTA
Revisión diaria	Niveles de lubricantes, refrigerante y baterías	NO	SI
	Estado neumáticos, mangueras o cañerías y bandas o correas	NO	SI
	Luces y carrocería	NO	SI
Revisión mensual	Cambio de aceite de motor y filtro	SI	SI
	Revisión sistema eléctrico y carga	NO	SI
	Revisión carrocería	NO	SI

	Revisión y limpieza de sistema de frenos	SI	SI
	Revisión suspensión y terminals	SI	SI
	Revisión sistema hidráulico	SI	SI
	Revisión sistema electrónico (código de fallas)	NO	SI
	Engrase de todos los puntos de lubricación	NO	SI
Revisión trimestral	Cambio de filtro de aire y limpieza de tomas	NO	SI
	Cambio filtro de combustible y limpieza del tanque	SI	SI
	Cambio filtro de agua y revisión del sistema	SI	SI
	Revisión y limpieza sistema de frenos	SI	SI
Revisión semestral	Cambio aceite hidráulico y filtro	SI	SI
	Cambio de zapatas y pulmones de freno	SI	SI
	Reajuste partes móviles	NO	SI
Revisión anual	Limpieza inyectores	NO	SI
	Reemplazo kit de embrague	NO	SI
	Reemplazo de neumáticos	SI	SI
	Cambio de refrigerante	NO	SI
	Cambio aceite de transmisión - diferencial y caja de cambios	SI	SI
	Limpieza de radiador	NO	SI
	Revisión turbo cargador	NO	SI
	Revisión bomba de inyección	NO	SI
	Revisión bomba hidráulica	NO	SI
	Limpieza válvulas hidráulicas	NO	SI
	Reparación componentes sistema de carga	NO	SI

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri

Con el nuevo diseño de flujo de los procesos se logrará llevar una administración basado en procesos dentro del área de mantenimiento del Consejo Provincial, se asignarán responsables del control de calidad de los trabajos realizados para que el índice de reprocesos disminuya. Se han establecido índices de gestión y formularios de control los mismos que permitirán evaluar el desempeño de todos los involucrados.

Los tiempos empleados para realizar las actividades de mantenimiento disminuirán, la calidad de los mismo mejorará, el ambiente de trabajo será el más apropiado.

El nuevo plan de mantenimiento preventivo permitirá disminuir el número de unidades que ingresan a los talleres por mantenimiento correctivo con lo que se dispondrá de un mayor número de vehículos óptimos para brindar un mejor servicio.

4.3 SIMULACION DEL SISTEMA

Las propuestas de mejora deben llevarse al modelo actual. Para la primera recomendación, asumimos que, efectivamente se realice la proyección anual de necesidades para asegurar el stock suficiente de repuestos en un 80% de las veces, y solo el veinte por ciento eventualmente seguiría el proceso de compras públicas o importaciones.

Al incorporar esta condición en el modelo, se obtienen resultados halagadores, pues se observa que el cuello de botella en adquisición de repuestos disminuye ostensiblemente, sin embargo aparecen colas en los patios de mantenimiento correctivo de vehículos a diesel, lo que es lógico, ya que fluyen una mayor cantidad de unidades hacia ese sector debido a que se aflojó el cuello de botella previo. Según la Teoría de Restricciones (TOC), este fenómeno es natural, y hay que tomar acciones para eliminar o aflojar estos nuevos cuellos de botella.

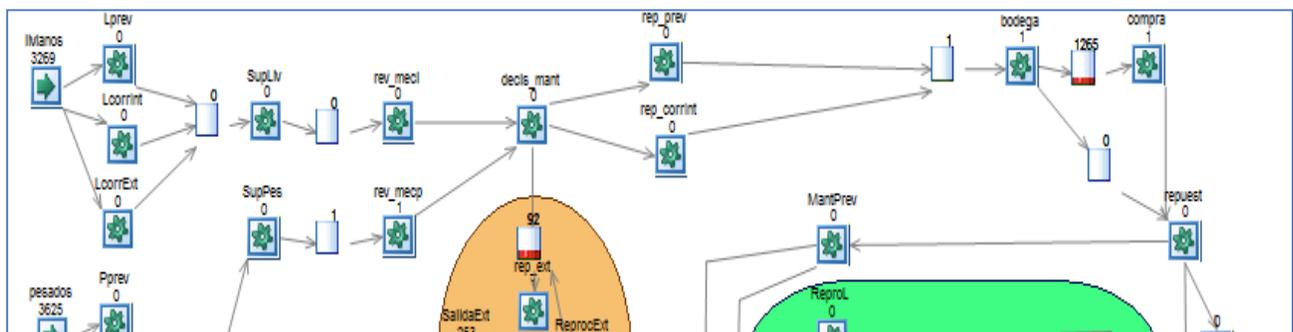


Gráfico N° 47: Simulación modelo mejorado.

Para conseguir disminuir o eliminar estos nuevos cuellos de botella, es necesario plantear una nueva propuesta de mejora. Evidentemente, en estas nuevas condiciones los mecánicos tienen mayor volumen de trabajo, y si su nivel de eficiencia permanece invariante, produce los cuellos de botella, entonces la solución es incrementar la eficiencia de los mecánicos y del personal operativo, para disminuir los tiempos de los servicios que se requieren. Esto se puede conseguir con programas de capacitación técnica al personal operativo.

Al incluir esta nueva propuesta y disminuir los tiempos de los diferentes servicios de reparación, se aspira mejorar los tiempos de reproceso que actualmente están en “85-15% en reparaciones internas y en 90-10%”²⁰, en reparación externa. Se propone que con programas continuos de capacitación técnica, los nuevos porcentajes de re procesos podrían ser de 95-5% y 99-1%, respectivamente.

Bajo estas condiciones se corre nuevamente el modelo y se obtiene la siguiente vista:

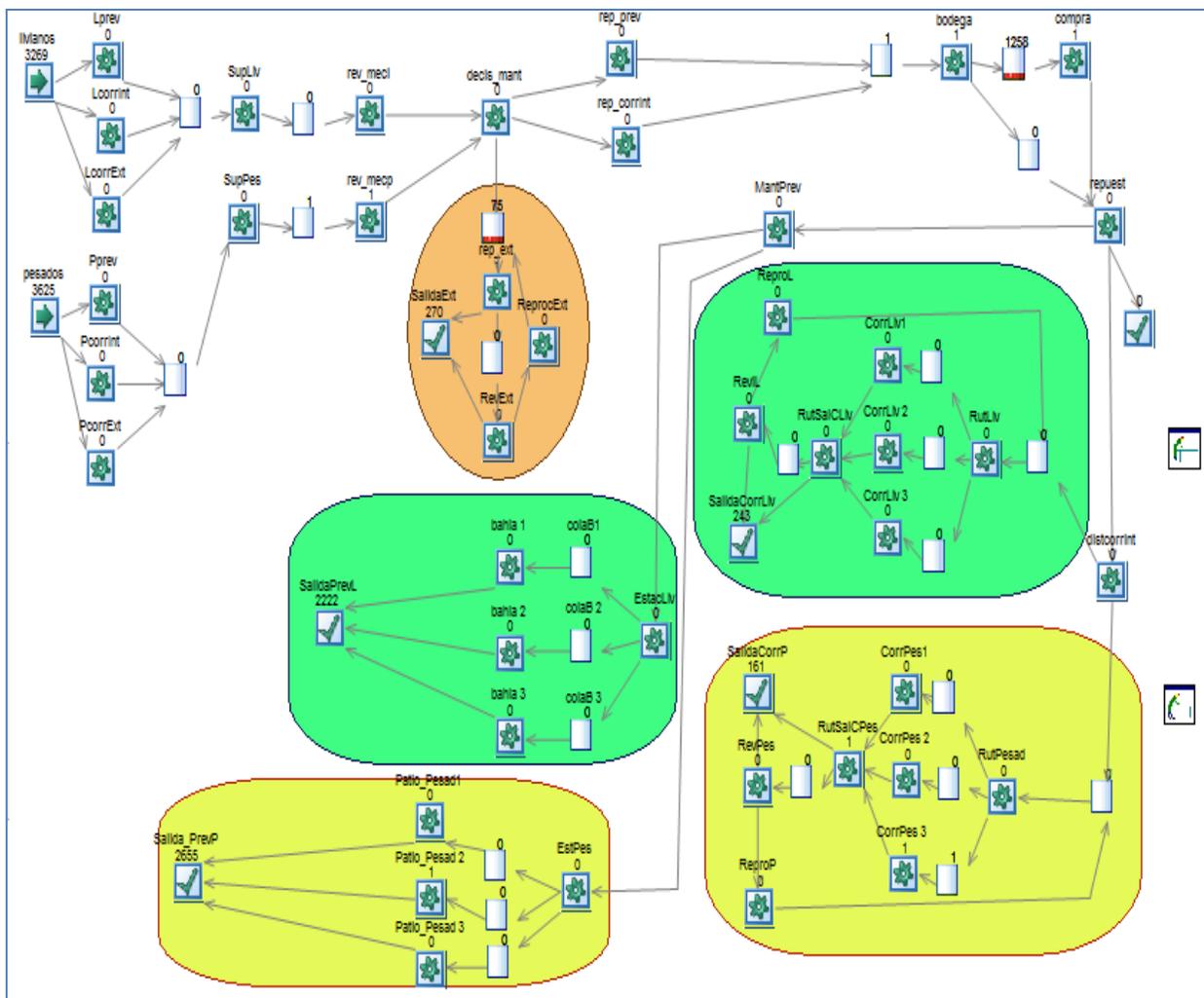


Gráfico N° 48: Simulación con propuestas de mejora.

²⁰ SOFTWARE SIMUL8. Simulación del Proceso Actual

Se observa que las colas secundarias del patio de mantenimiento correctivo para diesel han desaparecido, quedando solamente las colas acumulativas en el proceso de bodega y reparación externa. Los nuevos valores para los indicadores principales se muestran a continuación:

		Low 95% Range	Average Result	High 95% Range
SalidaPrevL	Average Time in System	586.38	730.18	873.99
SalidaCorrLiv	Average Time in System	726.10	1006.82	1287.54
Salida_PrevP	Average Time in System	730.71	763.91	797.11
SalidaCorrP	Average Time in System	1730.04	2551.64	3373.25
SalidaExt	Average Time in System	8351.17	11507.67	14664.18

Grafico N° 49: Reporte modelo mejorado

CAPITULO V

RESULTADOS FINALES DE LA SIMULACION

5.1 ANALISIS DE RESULTADOS

Para establecer la influencia de las medidas de mejora adoptadas, a continuación se muestra el cuadro comparativo obtenido:

	ANTES				DESPUES		
	Min	Media	Max		Min	Media	max
SalidaPrevL	473,71	779,84	1085,97	i	586,38	730,18	873,99
SalidaCorrLiv	4398,52	7020,15	9641,79	n	726,1	1006,82	1287,54
SalidaPrevP	660,72	908,13	1155,55	u	730,71	763,91	797,11
SalidaCorrP	4779,15	7537,53	10295,91	t	1730,04	2551,64	3373,25
SalidaExt	12285,15	15415,83	18546,51	o	8351,17	11507,67	14664,2

	Min	Media	Max		Min	Media	Max
SalidaPrevL	1,0	1,6	2,3		1,2	1,5	1,8
SalidaCorrLiv	9,2	14,6	20,1	d	1,5	2,1	2,7
SalidaPrevP	1,4	1,9	2,4	i	1,5	1,6	1,7
SalidaCorrP	10,0	15,7	21,4	a	3,6	5,3	7,0
SalidaExt	25,6	32,1	38,6	s	17,4	24,0	30,6

Tabla N° 6: Resultados de la Simulación.

FUENTE: Taller GPP

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri

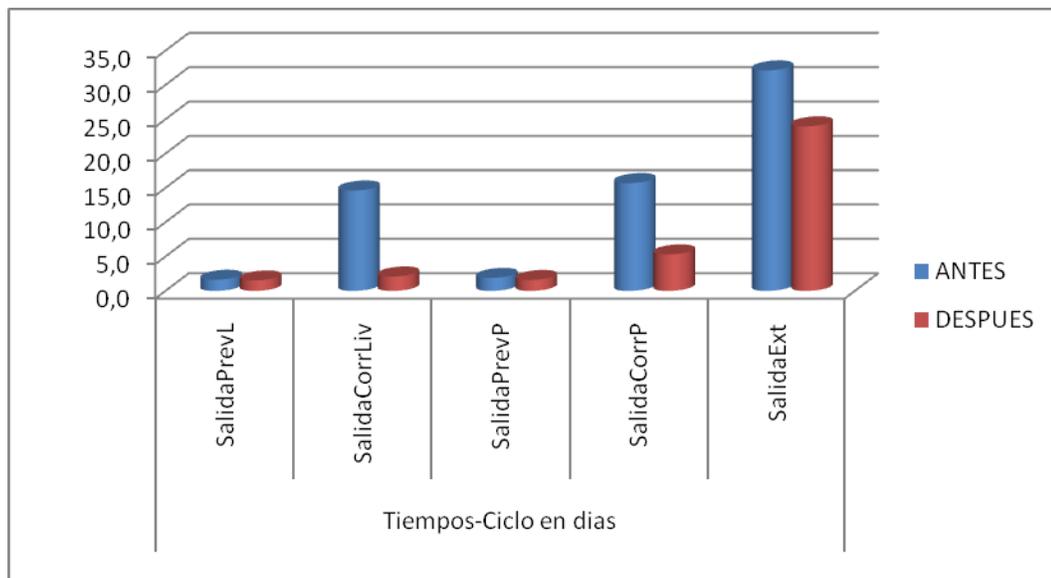


Gráfico N° 50: Gráfico comparativo de indicadores.

FUENTE: Taller GPP

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri

Los porcentajes de mejora se presentan en el siguiente cuadro:

	SalidaPrevL	SalidaCorrLiv	SalidaPrevP	SalidaCorrP	SalidaExt
Porcentaje-disminución (tiempos de ciclo)	6%	86%	16%	66%	25%

Tabla N° 7: Porcentajes de mejora

Como se puede observar, los porcentajes de disminución son considerables en el caso de mantenimiento correctivo, que es precisamente el tipo de mantenimiento con tiempos de ciclo muy grande. En definitiva, las acciones tomadas cumplirían con su objetivo, esto es, reducir los tiempos de ciclo del sistema.

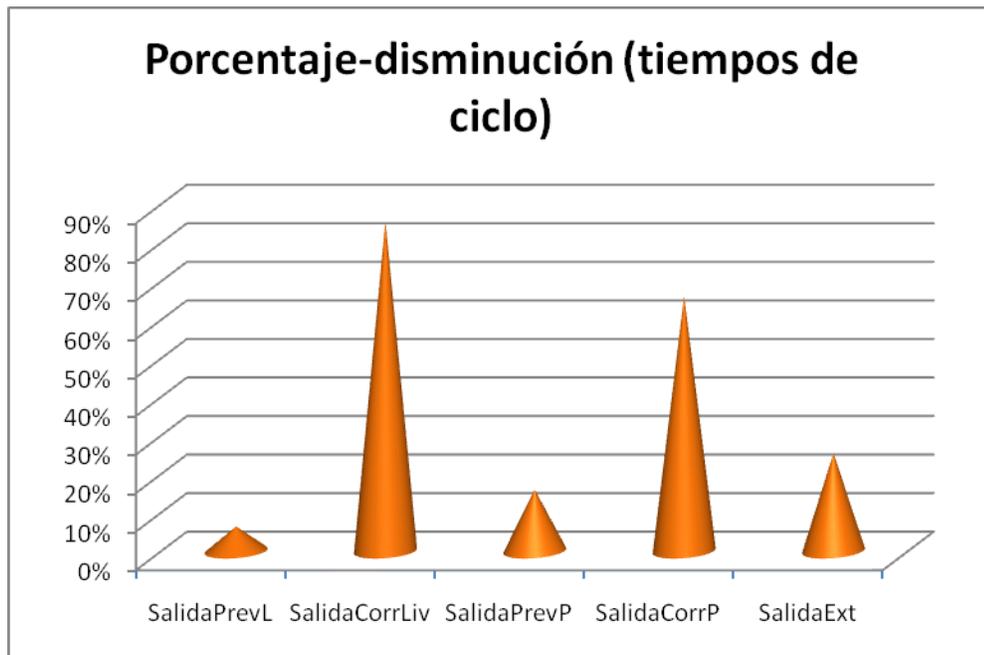


Gráfico N° 51: Análisis de la Simulación

ELABORADO: Javier Chamorro, Carlos Díaz y Dennis Viteri

5.2 ANALISIS TEORICO

Los indicadores más importantes para la organización son los tiempos de ciclo (es decir los tiempos que pasa en el taller el automotor).

Mientras más pequeños sean estos, los costos totales disminuyen. En efecto, si una unidad está parada, deja de ser útil a la institución (Consejo Provincial de Pichincha) y constituye una carga financiera.

Si es posible estimar, en promedio, el costo de mantener parada una unidad. Por ejemplo, un tractor, ¿cuánto cuesta la hora tractor? Es fácil, bastaría averiguar cuánto cuesta alquilar un tractor, y así, una volqueta, etc., y sacar un promedio para los diesel. De forma similar para los livianos (a gasolina).

Sea:

- X el costo/día promedio de mantener parada una unidad a gasolina
- Y el costo/día promedio de mantener parada una unidad a diesel

(Para el cálculo de la tabla Tiempos-Ciclo en días vamos a estimar $X=\$50$, $Y=\$120$)

Por otro lado, en la simulación supusimos que los automotores ingresan 1 vez al mes para mantenimiento preventivo (12 veces al año), y en promedio 1 vez al año para correctivo, consecuentemente, de acuerdo al cuadro siguiente (que está en ANALISIS DE RESULTADOS).

	ANTES				DESPUES		
	Min	media	max	m	Min	Media	max
SalidaPrevL	473,71	779,84	1085,97	i	586,38	730,18	873,99

SalidaCorrLiv	4398,52	7020,15	9641,79	n	726,1	1006,82	1287,54
SalidaPrevP	660,72	908,13	1155,55	u	730,71	763,91	797,11
SalidaCorrP	4779,15	7537,53	10295,91	t	1730,04	2551,64	3373,25
SalidaExt	12285,15	15415,83	18546,51	o	8351,17	11507,67	14664,2
	Min	Media	Max		Min	Media	Max
SalidaPrevL	1,0	1,6	2,3		1,2	1,5	1,8
SalidaCorrLiv	9,2	14,6	20,1	d	1,5	2,1	2,7
SalidaPrevP	1,4	1,9	2,4	i	1,5	1,6	1,7
SalidaCorrP	10,0	15,7	21,4	a	3,6	5,3	7,0
SalidaExt	25,6	32,1	38,6	s	17,4	24,0	30,6

Se puede deducir el ahorro de tiempo por tipo de automotor en cada visita de la unidad al taller.

Tiempos-Ciclo en días

	SalidaPrevL	SalidaCorrLiv	SalidaPrevP	SalidaCorrP	SalidaExt
ANTES	1,6	14,6	1,9	15,7	32,1
DESPUES	1,5	2,1	1,6	5,3	24,0
	Gasolina		Diesel		
Ahorro (Días) en cada visita	0,1	12,5	0,3	10,4	8,1
Ahorro (\$) en cada visita	\$ 5	\$ 625	\$ 36	\$ 1.248	

Para calcular el ahorro anual, basta multiplicar:

(# Automotores a gasolina) * (#Visitas anuales_ Mant. Prev)*(Ahorro_visita).

El número de automotores a gasolina es: 216, y diesel 260, por tanto:

Reemplazando en la formula (1) tenemos:

$$216 * 12 * 5 = \$ 12.960,0$$

Los cálculos completos se muestran en la tabla siguiente:

Tiempos-Ciclo en días

	SalidaPrevL	SalidaCorrLiv	SalidaPrevP	SalidaCorrP	SalidaExt
ANTES	1,6	14,6	1,9	15,7	32,1
DESPUES	1,5	2,1	1,6	5,3	24,0

	Gasolina		Diesel		
Ahorro (Días) en cada visita	0,1	12,5	0,3	10,4	8,1
	Mantenimiento Prteventivo Livianos	Mantenimiento Correctivo Livianos	Mantenimiento Preventivo Pesados	Mantenimiento Correctivo Pesados	
Ahorro (\$) en cada visita	\$ 5,0	\$ 625	\$ 36	\$ 1.248,0	
Ahorro anual	\$ 12.960,0	\$ 135.000,0	\$ 112.320,0	\$ 324.480,0	

Ahorro total anual	\$ 584.760,0
---------------------------	---------------------

5.2.1 Análisis Costo Beneficio

Como podemos ver el ahorro que vamos a obtener mediante la implementación de la reingeniería es bastante significativo, por lo cual la propuesta de mejorar los procesos técnicos de la Mecánica Central del Consejo Provincial, es viable para alcanzar los porcentajes de eficiencia que se requiere para dar un mejor servicio a la comunidad.

CONCLUSIONES

- La propuesta de mejora de procesos en el área de mantenimiento vehicular ha permitido disminuir el tiempo empleado a través de la simulación efectuada, con lo que se espera mejorar la calidad de los trabajos que se ejecuten.
- El documentar los procesos ha permitido establecer responsables y llevar indicadores de gestión los mismos que permiten evaluar el desempeño del proceso. Con esto hemos logrado que a la falta de cualquier empleado el proceso no se vea afectado ya que cualquier otro lo podrá realizar.
- La simulación de los antiguos y nuevos procesos permitió establecer la situación actual y la mejora que se debería plantear, la misma que nos llevó a obtener un proceso más eficiente.
- Los procesos que involucran la compra de repuestos y trabajos externos debieron rediseñarse ya que anteriormente retardaban los procesos de reparaciones.
- con datos reales del taller en el año 2010). Implementando la propuesta de mejora que proponemos el taller debería hacer una proyección anual de compra de repuestos para asegurar el stock suficiente en el 80% y solo un 20% eventualmente seguiría el proceso de adquisición de repuestos por Fondo Rotativo o Compras Públicas. Así se La propuesta de mejora de procesos en la Mecánica Central ha permitido disminuir el tiempo como podemos ver en mantenimiento preventivo equipo liviano en un 6%, pesados en un 16%, y en mantenimiento correctivo equipo liviano un 86% y pesados un 66%, estos son resultados obtenidos a través de la simulación efectuada.
- Hemos comprobado que se da un ahorro anual halagador de costo en los mantenimientos preventivos, correctivos de vehículos y maquinaria. De \$12960 en Mantenimiento Preventivos Livianos; \$135000 en Mantenimiento Correctivo Liviano;

\$ 112320 en Mantenimiento Preventivo Pesado; \$ 324480 en Mantenimiento Correctivo Pesado. Con un ahorro anual total para la mecánica de \$ 584760.

- Uno de los mayores inconvenientes que se dan, son los cuellos de botella, que se generan en Bodega, como podemos ver tenemos una cifra anual de 3382 solicitudes de adquisiciones de repuestos por falta de stock (según resultados obtenidos de la simulación del estado actual, trabajando reduciría a 2265, o 66.97% las solicitudes de compra de repuestos.

RECOMENDACIONES

- Proceder a la aplicación de los cambios realizados en el proceso actual, tratando que las mejoras obtenidas en la simulación de los procesos propuestos sean aplicadas realmente dentro de la Mecánica Central del Honorable Consejo Provincial de Pichincha en busca de un mejor desempeño en beneficio de la comunidad.
- Con el fin de reducir los tiempos en las actividades de compra de repuestos y reparaciones que requieren de trabajos externos, será necesario realizar el mejoramiento de los procesos que involucren estas actividades en los otros departamentos.

BIBLIOGRAFIA

ALCARAZ Rodríguez, Rafael. “El Emprendedor de Éxito” Edición # 2. México.

CHANG, Richard, Mejora Continua de Procesos. México.

CHIAVENATO, Idalberto. Administración en los nuevos tiempos. Colombia.

DRUCKER, Peter. La gerencia del futuro. Editorial Norma, Bogotá, 1996.

DIARIO EL UNIVERSO, Enciclopedia Tricolor, Quito, 2001.

ENCUESTA DE REINGENIERÍA CORPORATIVA, Gateway, 1993 y 1994; Encuesta de Iniciativas Estratégicas Corporativas, Gateway, 1992

GUASCH, Antoni. Modelado y Simulación de procesos. España.

HAY, Edward J. Justo a Tiempo. Colombia.

JURAN & GRYNA, Análisis y Planeación de la Calidad. México.

TAVARES, Lounval Augusto, Administración Moderna del Mantenimiento. Brasil.

HAY, Edward J. Justo a Tiempo. Colombia.

JURAN & GRYNA, Análisis y Planeación de la Calidad. México.

MANGANELLI & KLEIN. Cómo hacer Reingeniería. Colombia.

VALDÉS Hernández, Luis Alfredo, Manual para la Diagramación de Procesos. Noviembre del 2003.

PRAWDA, Juan. Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones. México.