



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERIA DE SISTEMAS-INVESTIGACION DE OPERACIONES

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE MOTORES EN LA
EMPRESA CLISA UTILIZANDO SIMULACIÓN CON PROMODEL™.

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
ARCIBA GUEVARA EDGAR

TUTOR
DRA. PATRICIA BALDERAS CAÑAS, FACULTAD DE INGENIERIA

MÉXICO, D. F. FEBRERO 2013

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Dra. Flores De La Mota Idalia

Secretario: Dra. Elizondo Cortés Mayra

Vocal: Dra. Balderas Cañas Patricia

1er. Suplente: Dra. Monroy León Cozumel Allanec

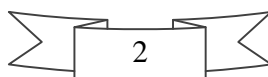
2do. Suplente: Dr. Acosta Flores José Jesús

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: Ciudad Universitaria, México D.F.

TUTOR DE TESIS:

Dra. Balderas Cañas Patricia

FIRMA



Agradecimientos

Cuando se termina una etapa en la vida de una persona siempre hay personas alentándolo a conseguir el objetivo y en mi caso no es la excepción, es por este motivo que quiero agradecer a la Dra. Patricia Balderas por todo el apoyo que he recibido en el trascurso de la maestría y por sus consejos para que este trabajo se volviera realidad. A la Dra. Idalia Flores, por sus clases de Teoría de Redes y Simulación, en especial por esta última clase que fue en donde surgió la idea y la chispa inspiradora para la elaboración de este trabajo. A la Dra. Mayra Elizondo por ser fuente de inspiración y energía motivadora, por haberme dado la bienvenida el primer día que pase a formar parte como estudiante de la maestría. Agradezco a la Dra. Cozumel Allanec por sus valiosos comentarios en la revisión de esta tesis y al Dr. Jesús Acosta por el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo.

A los directivos de la empresa CLISA y a todos los miembros de la empresa les agradezco su tiempo, colaboración, comentarios y todo el apoyo recibido durante todo el proceso de la elaboración de este trabajo, sin el apoyo de todos ustedes no hubiera sido posible realizar este trabajo.

Agradezco de manera muy especial, a mi esposa Martha quien estuvo desde la decisión de estudiar la maestría hasta sus palabras de motivación en tiempos difíciles y finalmente en la elaboración de esta tesis, gracias por todo. A mi hijo Canek, quien es una motivación muy especial y por qué tengo el gran compromiso de formarte como persona, cuando leas esto piensa que el ejemplo esta puesto sigue mis pasos, ama todo lo que hagas y entrega todo tu

ser en ello. A mis padres por sus consejos, aliento y amor que han hecho de mí la persona que soy ahora.

Finalmente quiero agradecer muy especialmente a la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme formarme como persona y profesionalista, llevo en mi corazón sus colores. “Por mi raza hablara el espíritu”

"La vida no se trata de tener buenas cartas,

si no de jugar bien las que hemos recibido."

Josh Billings

Contenido

OBJETIVO GENERAL	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
INTRODUCCIÓN.....	9
Capítulo 1. CLISA.....	11
1.1 Descripción de la empresa CLISA (Climas S.A.)	12
1.2 Organigrama operativo de la empresa CLISA para las maquilas ...	15
1.3. Proceso de reparación de motores mediante maquilas de la empresa CLISA (PA)	17
1.4. Motores y su mantenimiento	20
Capítulo 2. Simulación	24
2.1. Metodología de la simulación	25
2.2. PROMODEL™	32
2.3. Elementos de la modelación de ProModel™	33
Capítulo 3. Marco metodológico.....	37
3.1 Fuentes de información.....	38
3.2 Participantes	38
3.3 Recolección de los datos.....	39
3.4 Análisis de los datos	44

4.1. Modelo de proceso actual (MPA)	53
4.2. Resultados de la simulación	57
4.2.1 Resultados del modelo del proceso actual (MPA) e identificación de cuellos de botella	58
4.2.2. Validación del modelo del proceso actual (MPA)	62
4.3. Proceso propuesto (PP).....	65
4.3.1 Resultados del proceso propuesto (PP).....	69
Conclusiones	72
Referencias.....	75
Bibliografía.....	75
Anexo 1. Datos proporcionados por la empresa CLISA.....	77

OBJETIVO GENERAL

- Reducir el tiempo de reparación de motores eléctricos con una propuesta de mejora del proceso de reparación de motores mediante maquilas de la empresa CLISA utilizando simulación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Simular un proceso de reparación de motores eléctricos de equipos de aire acondicionado mediante maquilas en la empresa CLISA.
- Determinar donde se encuentran los cuellos de botella del proceso de reparación de motores mediante maquilas con el que actualmente cuenta la empresa CLISA.

INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos principales de cualquier empresa es la satisfacción del cliente. En una empresa como CLISA (Climas S.A.), dedicada al mantenimiento de equipos de aire acondicionado¹, la satisfacción del cliente depende de la calidad del mantenimiento, disponibilidad de refacciones y una pronta solución de las fallas que se presentan. Para ello la empresa CLISA cuenta con diferentes procesos (reparación de motores mediante maquilas, refaccionamiento, operativos, etc.), los cuales son procesos con entornos dinámicos, aleatorios y discretos, lo que los vuelve complejos de modelar matemáticamente desde su implementación no han sido mejorados. Por esta razón se decidió utilizar la metodología de la simulación para encontrar los cuellos de botella del proceso de reparación de motores actual de la empresa CLISA, que permitirá realizar una propuesta de mejora que reducirá el tiempo de reparación de los motores mediante maquilas. Para ejecutar la simulación se utilizó ProModel™ debido a que este programa viene incluido el libro de Garcia Dunna Eduardo (Simulación y análisis de sistemas con ProModel™).

En el Capítulo 1, se da una breve descripción de los aspectos de la empresa desde su giro, clientes, misión y visión, se muestra el organigrama de la empresa, se describe el proceso de reparación de motores mediante maquilas con el que actualmente opera CLISA, se explica la importancia de cada uno de los involucrados en este proceso y se define la nomenclatura que se utiliza en el resto de la tesis. Además se analiza el proceso actual de reparación de

¹ En adelante se nombrará a los equipos de aire acondicionado simplemente “*equipos*” o simplemente “*equipo*”.

motores mediante maquilas y se da una breve descripción de las actividades de mantenimiento que requiere un motor de un equipo de aire acondicionado.

En el Capítulo 2, se explica la metodología de la simulación utilizada en este trabajo además de los conceptos fundamentales de esta herramienta y una breve introducción de la simulación utilizando ProModel™.

En el Capítulo 3, se aborda el marco metodológico de la tesis, la forma en que se recolectaron y analizaron los datos que se utilizaron para la simulación. Se menciona además, la problemática que se tuvo con los datos entregados por parte de la empresa, debido a que no contaba con información detallada de cada etapa del proceso, para solventar este problema se recolecto información con los involucrados en el proceso y los datos obtenidos se supusieron con una distribución normal.

En el Capítulo 4, se presenta el modelo del proceso actual de reparación de motores simulado en ProModel™, la forma en que fue validado y cómo fueron encontrados los cuellos de botella del proceso. Además, se presenta la propuesta de mejora del proceso de reparación de motores mediante maquilas y las recomendaciones hacia los directivos de la empresa CLISA para la revisión de sus procesos.

Se agradece enormemente a los directivos y trabajadores de la empresa CLISA por su colaboración durante la elaboración de este trabajo ya que sin su ayuda y la información proporcionada esta tesis no hubiera podido llevarse a cabo.

Capítulo 1. CLISA

Climas S.A. (CLISA) es una empresa mexicana fundada desde hace más de 15 años. En sus inicios nació como un taller de reparación de maquinaria pesada y después dio el giro al área de mantenimiento de equipo de aire acondicionado, ramo en el que actualmente es una de las empresas más importantes con presencia en todo el país. En su camino de convertirse en una de las empresas más importantes en el mantenimiento de equipos de aire acondicionado los directivos de CLISA crearon una serie de procedimientos a seguir para cada una de las áreas involucradas de la empresa. Estos procedimientos se han ido modificando con el paso del tiempo debido a las necesidades cambiantes del ramo y en este trabajo se pretende proponer la modificación a uno de estos procesos con la finalidad de optimizarlo.

El logotipo de la empresa se muestra en la Figura 1. El Gerente General de CLISA menciona la importancia del logo con la identidad de la empresa y comenta el significado del logotipo. Contiene las iniciales de la empresa CLISA (Climas S.A.); los colores de las primeras tres letras además de la imagen de la izquierda representan el frío debido a que una de las características de los equipos de aire acondicionado es la de enfriar un área determinada; las dos últimas letras y la imagen de la derecha representan al calor, esto debido a que existen equipos de aire acondicionado que sirven como calefacción. Estas dos características son muy importantes para la empresa CLISA ya que como se mencionó

anteriormente se dedica al mantenimiento de equipos de aire acondicionado y un equipo de aire acondicionado puede enfriar o proporcionar calefacción a un espacio determinado.



Figura 1. Logotipo de la empresa CLISA. Fuente: elaboración propia

Toda empresa de cualquier área cuenta con una misión y visión y CLISA no es la excepción. La misión y visión de la empresa son las siguientes:

Misión

Mantener, reparar e instalar equipos de aire acondicionado y refrigeración.

Visión:

Convertirse en la empresa líder en México en el ramo de mantenimiento de equipos de aire acondicionado y refrigeración.

1.1 Descripción de la empresa CLISA (Climas S.A.)

La empresa CLISA es una empresa dedicada al mantenimiento de equipo (aire acondicionado) con presencia a nivel nacional que tiene como finalidad la de garantizar la correcta operación de los equipos. Cuenta con una amplia variedad de clientes que entre sus procesos requieren que un cuarto o espacio cerrado se mantenga a una cierta temperatura, esto en ocasiones resulta crítico ya que algunos clientes dependen de esta temperatura para la calidad y cantidad de su producción. Por ejemplo, se tiene un cliente que comercializa productos lácteos, los cuales sin refrigerar mucho tiempo pueden entrar en estado de descomposición.

Otros clientes (bancos, centrales telefónicas, etc.), usan nodos de telecomunicaciones para transmitir la información necesaria para la operación del cliente. Si este nodo de telecomunicaciones no se mantiene a una temperatura (generalmente de 24 °C) las tarjetas electrónicas o los servidores que envían y reciben la información, se pueden dañar. Cuando esto sucede se generan pérdidas millonarias para el cliente. Además, en estos casos CLISA debe pagar penalizaciones que son acordadas al momento de la firma de contrato entre el cliente y la empresa CLISA.

CLISA al tener un compromiso de brindar confiabilidad a sus clientes tiene la tarea de volver más eficientes sus procesos de mantenimiento y de esta forma garantizar la operación continua de los equipos. Para garantizar la operación de los equipos existen programas de mantenimiento con distintas periodicidades de mantenimiento con la finalidad de prevenir una falla en el equipo, sin embargo por experiencia del personal de CLISA se sabe que los equipos pueden presentar un daño grave aunque el programa de mantenimiento se cumpla al 100%. Esto ha llevado a los supervisores a preguntarse si los

mantenimientos se hacen con la calidad adecuada para mantener confiable la operación de los equipos.

Para lograr cumplir con su misión la empresa cuenta con varios procesos que los diferentes niveles operativos deben seguir. Entre estos procesos se encuentran:

- Reparaciones mediante maquilas.
- Atención de fallas 24 horas.
- Suministro de refacciones.
- Control de almacenes.
- Facturación.
- Producción.

El alcance de este trabajo consiste del estudio y simulación del proceso de reparación de motores mediante maquilas. A continuación se establecen algunos conceptos importantes del proceso de reparación.

Maquila: Es el proceso mediante el cual se realiza la reparación de los motores a través de un proveedor externo a la empresa.

Maquilador: Es una empresa o taller que realiza la reparación de los motores.

Equipo: En este trabajo se le llama así a los equipos de aire acondicionado a los cuales la empresa CLISA da mantenimiento.

Motor: Componente de los equipos de aire acondicionado fundamental para que el equipo se mantenga en operación.

Operación normal: Estado de un equipo cuando no presenta ningún problema o falla.

Falla: Estado de un equipo que se presenta cuando uno de sus componentes presenta algún comportamiento anómalo. Cuando se trata de una falla grave el equipo presenta un paro.

Paro de equipo: Condición en la que el equipo no puede operar debido a una falla grave de alguno de sus componentes. Cuando se trata de una falla grave el equipo presenta un paro.

Sistema: Es un programa de computo donde se procesan todas las solicitudes de maquilas y en el cual, los diferentes niveles de la organización que intervienen en el proceso, dan una autorización electrónica.

1.2 Organigrama operativo de la empresa CLISA para las maquilas

La empresa CLISA sigue varios procesos y procedimientos (entre ellos el proceso de reparación de motores mediante maquilas) para mantener los equipos en operación, estos procedimientos se encuentran estructurados en base al organigrama operativo de la

empresa, el cual se muestra en la Figura 1.1. En este organigrama se pueden apreciar los niveles operativos que intervienen en el proceso desde los gerentes, los supervisores y los técnicos.

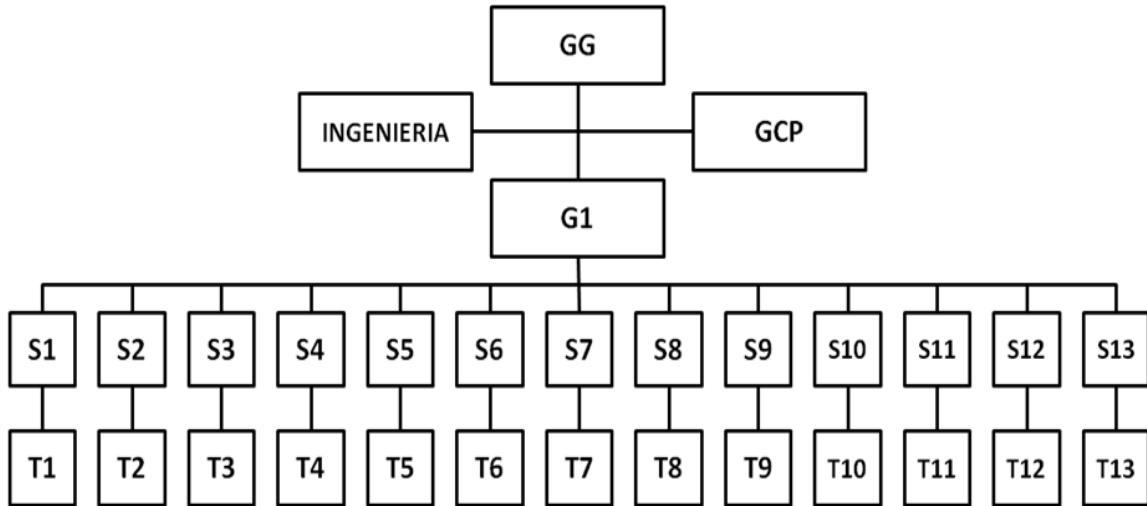


Figura 1.1. Organigrama operativo de la empresa CLISA (reparación mediante maquilas).

Fuente: elaboración propia con base al organigrama oficial de CLISA

La nomenclatura y las funciones de cada puesto son:

GG: Es el gerente general de la empresa, es quien autoriza todo trabajo que impliquen algún costo para la empresa.

GCP: Gerente de control de producción, controla el presupuesto asignado para las reparaciones que se realizan mediante maquilas.

Ingeniería: Es el departamento que se encarga de realizar un análisis de costos y autoriza la reparación si no rebasa el 50% del valor de la refacción nueva.

G1: Gerente 1. Tiene a su cargo a 13 supervisores y se encarga de solicitar y subir todas las maquilas al sistema.

S_j: Supervisor j. Son cada uno de los 13 supervisores que solicitan al G1 la maquila y tienen a su cargo a un técnico j.

T_j: Técnico j. Es quien realiza los mantenimientos de los equipos y detecta los motores con falla. Le reporta al supervisor j.

1.3. Proceso de reparación de motores mediante maquilas de la empresa CLISA (PA)

Los diferentes niveles operativos de la empresa, mostrado en el apartado anterior, intervienen en el PA mediante alguna autorización electrónica (como los gerentes o ingeniería) o detectando los motores dañados y llevándolos a reparar (técnicos y supervisores) o solicitando y subiendo las maquilas en sistema (supervisores y G1).

El proceso de reparación PA que se estudia es el siguiente:

1. El técnico detecta un motor con falla o tendencia a fallar.
2. Supervisor asigna el maquilador que va a reparar el motor.
3. Técnico lleva el motor con el maquilador.
4. El maquilador realiza una cotización.

5. El supervisor recibe la cotización y solicita al G1 autorización.
6. G1 solicita al GCP autorización.
7. Si el GCP autoriza la reparación, el G1 carga la maquila en el sistema.
8. Ingeniería realiza un análisis de costos y determina si la maquila está dentro del rango admitido.
9. Si ingeniería autoriza, el GCP da una autorización vía electrónica.
10. Si el GCP autoriza, el GG da una autorización electrónica.
11. El supervisor le indica al maquilador que realice el trabajo.
12. El maquilador realiza el trabajo y entrega el motor al técnico.
13. El técnico instala el motor.
14. FIN

Durante todo el proceso PA, si alguno de los involucrados en las autorizaciones no autoriza el trabajo, el proceso termina y el motor sale del sistema.

En la figura 1.2 se muestra el proceso descrito anteriormente en forma de diagrama de flujo.

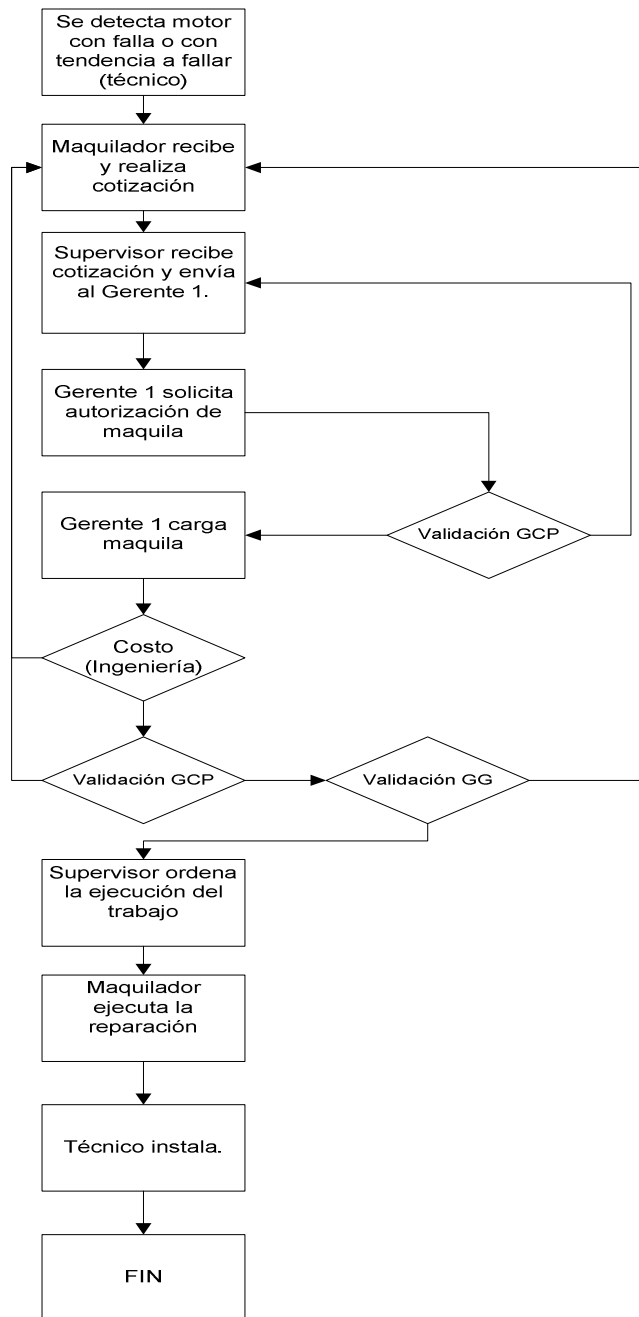


Figura 1.2. Proceso de reparación de motores mediante maquilas (PA). Fuente: elaboración propia en base en el proceso actual de reparación de motores mediante maquilas de la empresa CLISA.

1.4. Motores y su mantenimiento

Un equipo de aire acondicionado cuenta con diferentes partes que necesitan mantenimiento como motores, compresores, tableros eléctricos, válvulas, etc. Cada una de estas partes requieren diferentes actividades de mantenimiento para que el equipo de aire acondicionado en correcto funcionamiento. En este trabajo se estudia la reparación de motores eléctricos de los equipos de aire acondicionado, mediante maquilas.

El motor eléctrico es una máquina eléctrica rotatoria que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas (*Chapman, 2005*). Existen principalmente dos tipos de motores eléctricos: de corriente alterna (CA) y de corriente directa (CD). La mayor parte de los motores instalados en los equipos de aire acondicionado son de CA por lo que nos enfocamos en describir las principales partes de este tipo de motor.

Un motor de CA se compone de las siguientes partes principales (Figura 1.3):

- Carcasa o armazón: caja que envuelve las partes eléctricas del motor, es la parte externa.
- Estator: consta de un apilado de chapas magnéticas y sobre ellas está enrollado el embobinado, que es una parte fija y unida a la carcasa compuesta de alambre

enrollado en el cual se generan los campos electromagnéticos cuando se hace circular una corriente eléctrica a través de él.

- Rotor: consta de un apilado de chapas magnéticas y sobre ellas está enrollado el embobinado del rotor, que constituye la parte móvil del motor y resulta ser la salida eje del motor que transmite el movimiento a unas aspas que para mover aire.
- Rodamientos: es un tipo de cojinete, que es un elemento mecánico que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a éste por medio de rodadura, que le sirve de apoyo y facilita su desplazamiento.

Los principales elementos de falla, en estos motores eléctricos, se identifican con relación a:

- Rodamientos. Cuando estos fallan pueden ocasionar un daño en el estator.
- Rotores. Es necesario rectificar el eje o incluso, en los casos más graves, se requiere el cambio de la pieza completa.
- Estatores: se dañan principalmente porque alguna o todas las bobinas se queman, alguna de ellas se abre o aterriza. Es necesario embobinar el motor para poder hacerlo funcionar nuevamente.

Cuando alguno de estos elementos falla es necesario desmontar el motor y llevarlo con un maquilador, función que desempeñan los técnicos de la empresa CLISA, iniciando con ello el proceso de reparación de motores, mediante maquilas.

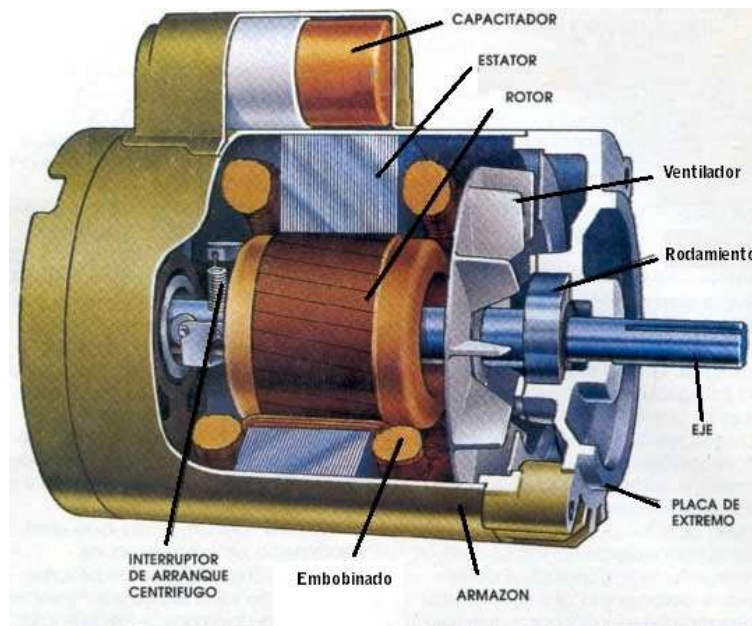


Figura 1.3. Partes de un motor eléctrico de CA. Tomado de *Guerra Diana (2010)*.

El **mantenimiento** es una serie de actividades que se realizan para prevenir fallas en un equipo (motor) con la finalidad de que se mantenga en condiciones normales de operación, durante el mayor tiempo posible al mínimo costo (*Mora, 2006*).

La principal función del mantenimiento es conservar la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las máquinas, a través del tiempo, con la finalidad de prevenir paros

indeseables de los equipos, en una línea de producción o en un sistema de enfriamiento, asegurando la disponibilidad del equipo (*Mora, 2006*).

Estas definiciones dicen que el mantenimiento de cualquier equipo es fundamental para garantizar la confiabilidad y operación de los equipos. Para la empresa CLISA no es la excepción, ya que su principal actividad es el mantenimiento de equipos de aire acondicionado, los cuales enfrían salas que requieren una temperatura controlada y por esta razón se vuelve crítico que la calidad del mantenimiento que se le da a los equipos se la adecuada para garantizar que los equipos operen con alta confiabilidad.

La definición de mantenimiento para la empresa CLISA es:

El mantenimiento de equipos de aire acondicionado son todas las actividades que se realizan para que los equipos estén en perfectas condiciones de operación y para garantizar el desarrollo de los procesos de los clientes, para quienes es esencial el buen funcionamiento de los equipos de aire acondicionado (*Carrier, 2006*).

Para conocer a fondo y con anticipación, la administración del proceso de reparación de motores, se utiliza la simulación, tema que se discute a continuación.

Capítulo 2. Simulación

La simulación es una técnica que reproduce en una computadora las características de un sistema (reparación de motores, producción de bienes o fenómeno físico), con la finalidad de entender el comportamiento del sistema bajo estudio, a bajo costo (Villarreal, 2001).

Thomas T. Goldsmith Jr. y Estle Ray Mann (2007) definen la simulación como “... una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos períodos.”

Otra definición dada por R. E. Shannon (2007) dice “*La simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias - dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos - para el funcionamiento del sistema*”.

La ultima definición es la más adecuada para los fines de este trabajo, debido a que se realiza la simulación del proceso de reparación de motores mediante maquilas de la empresa CLISA, realizando el modelo del proceso actual, conociendo el comportamiento del proceso en las diferentes etapas y se evalúan nuevas alternativas al proceso.

El uso de la simulación es recomendable cuando resulta muy complicado reproducir un fenómeno en un laboratorio o cuando no es posible realizar un cambio en un proceso de reparación, ya que la repetición de los experimentos o procesos reales, generalmente, resultan onerosos y los administradores no están dispuestos a incurrir en esos costos.

Una de las grandes ventajas de la simulación es que se puede simular un periodo de tiempo muy largo y se puede analizar el comportamiento de los sistemas de manera inmediata. Por ejemplo, en este trabajo estudiamos el proceso de reparación de motores y con la simulación podemos estudiar el comportamiento de ese sistema, actualmente o anticipar su funcionamiento en los siguientes dos o tres años.

Un estudio de simulación se utiliza para analizar un sistema de manera sofisticada, utilizando los sistemas de cómputo y software actuales, como herramientas para lograr entender el comportamiento del sistema bajo estudio e implementar mejoras en el sistema, cuando dicho sistema sea sujeto de mejora continua, como por ejemplo, el proceso de reparación de motores en una empresa.

2.1. Metodología de la simulación

Antes de establecer una metodología para realizar un estudio de simulación se precisan los conceptos de sistema y modelo.

Sistema: es un conjunto de elementos interrelacionados entre sí que interactúan para lograr un objetivo común (Flores y Elizondo, 2006).

Modelo: es la representación simplificada de un sistema real que conserva las relaciones esenciales (Flores y Elizondo, 2006).

Modelo de simulación: es una representación computacional de cómo los elementos en un sistema particular se comportan e interactúan (Villarreal, 2001).

Cuando se trabaja con la simulación es necesario llevar una metodología que nos guíe durante el proceso para el logro de los objetivos del estudio que se está abordando, aunque es difícil establecer una metodología única para todos los problemas ya que las características del problema definen los pasos más adecuados para el procedimiento a seguir.

La metodología de simulación que se utilizó en este estudio se tomó de (Flores y Elizondo, 2006). Dicha metodología consta de ocho etapas que se ilustran en la Figura 2.1 las cuales son: formulación del problema, conceptualización del sistema bajo estudio, recolección de los datos y la información relevante del sistema para la formulación del modelo conceptual, validación del modelo conceptual, implementación del modelo en computadora, validación del modelo programado, experimentación y documentación de los resultados de la simulación.

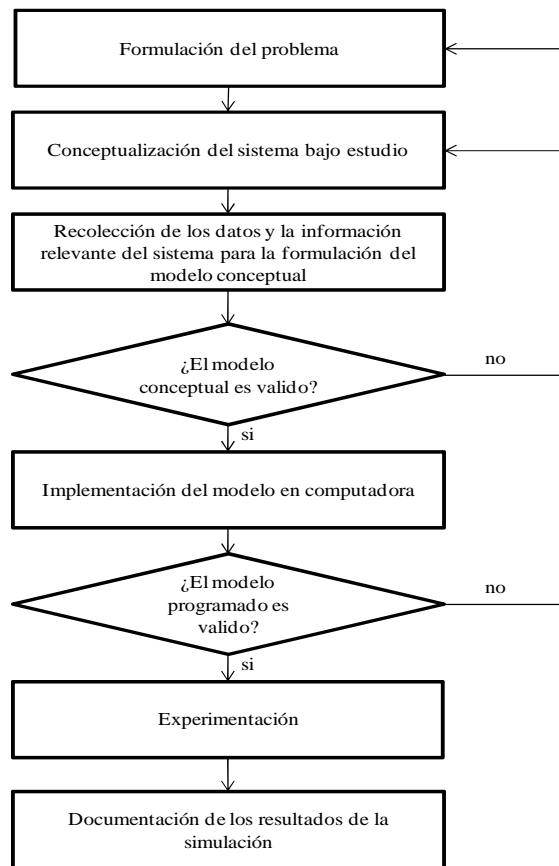


Figura 2.1. Pasos de la metodología de simulación. [Flores y Elizondo 2006]

A continuación se describen de manera breve los pasos de los que consta esta metodología.

1. **Formulación del problema:** En este punto se afina y estructura formalmente el problema en estudio. Se define de manera clara la problemática a resolver y los objetivos del estudio de simulación. De manera general los objetivos de la simulación se muestran en la Figura 2.2.
2. **Conceptualización del sistema bajo estudio:** En esta etapa se investiga acerca del sistema a simular en colaboración con las personas que conocen el sistema (de ser

posible), para estructurar el modelo de simulación a utilizar, definir las variables importantes y sus interrelaciones de forma iterativa hasta definir el modelo que más asemeje al sistema real (criterio o medida de desempeño), además en esta etapa se deben construir los diagramas de flujo que definan por completo al sistema bajo estudio.

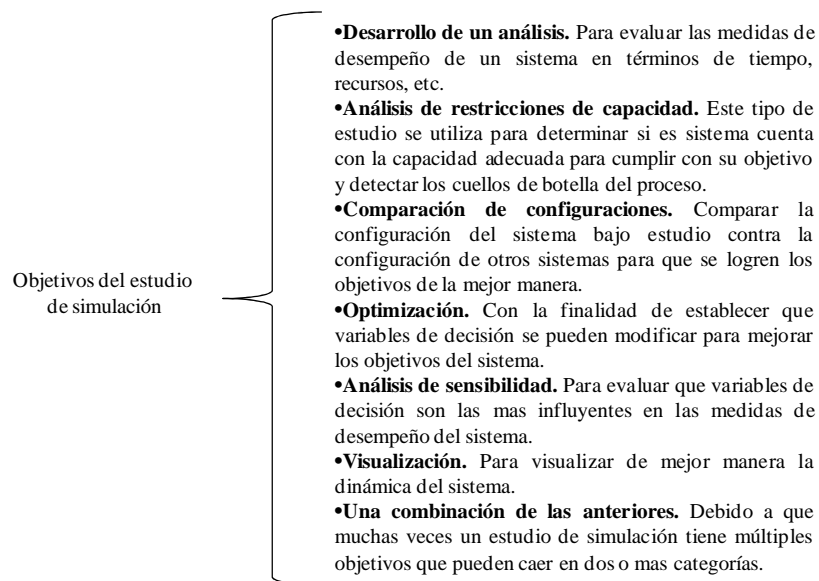


Figura 2.2. Objetivos de un estudio de simulación. Tomado de *Flores y Elizondo (2006)*

3. Recolección de los datos y la información relevante del sistema para la formulación del modelo conceptual: Es importante que se definan con claridad y exactitud el tipo de datos que el modelo requiere, para dar respuesta al problema. También es importante considerar la forma y los medios en que los datos se recolectan, entrevistas, documentos, etc. En esta parte, además se consideran los datos con los que se valida el modelo de simulación. De esa forma, “la recolección de datos sirve para especificar los parámetros del modelo y las distribuciones de probabilidad” (*Flores y Elizondo, 2006*).

- 4. Validación del modelo conceptual.** El modelo conceptual se valida con ayuda de los expertos en el sistema bajo estudio y permite detectar errores u omisiones en los pasos previos. Este paso es crítico ya que evita pérdida de tiempo por programar el modelo “inválido” y después reprogramar el modelo corregido.

- 5. Implementación del modelo en computadora.** Una vez que se ha definido y validado el modelo conceptual se toma la decisión de simular en computadora el modelo. Para esto se puede utilizar diferentes lenguajes de programación como C, FORTRAN, etc. o algún paquete de simulación como ProModel™, Arena, simula, etc.

- 6. Validación del modelo.** Validar un modelo de simulación es verificar que el modelo programado se comporte estadísticamente cómo se comporta el sistema real. No existen el modelo perfecto ya que un modelo es una representación simplificada del sistema real, sin embargo una buena aproximación del modelo programado al comportamiento del sistema real se toma como válido.

Existen diferentes métodos para validar el modelo de simulación.

- La opinión de expertos sobre los resultados de la simulación.

- La exactitud con que se predicen datos históricos.

- La exactitud en la predicción de los datos futuros.
- La comprobación de falla del modelo de simulación al utilizar datos que hacen fallar al sistema real.
- La aceptación y confianza en el modelo de la persona que hará uso de los resultados que arroje el experimento de simulación.

En este estudio se siguieron dos criterios: ‘opinión de expertos’ debido a que son ellos los que conocen el comportamiento del proceso y ‘exactitud en la predicción de los datos’, lo cual permitirá verificar que tan exactos son los datos que arroja la simulación con respecto a los datos del PA. En conjunto con los expertos se estableció la exactitud con que se predicen los datos históricos: si los datos del PA con respecto a los resultados del MPA presentan una desviación del $\pm 5\%$ se dirá que el modelo es válido. La desviación se calcula como

$$\% \text{ de desviación} = \frac{\text{Dato PA} - \text{Dato MPA}}{\text{Dato MPA}} \times 100$$

7. Experimentación. Una vez validado el modelo se requiere realizar un diseño de los experimentos a ejecutar para analizar las distintas alternativas y modificaciones que se pueden hacer al modelo actual, esto permite generar los datos deseados y realizar un análisis de sensibilidad con el modelo. Se deben considerar todos los escenarios posibles dentro de las restricciones de tiempo y costo.

8. Documentación de los resultados de la simulación. Una vez concluido el proyecto de simulación se elabora un documento que contenga las especificaciones del proyecto.

Los puntos más importantes que debe de contener el reporte final de un estudio de simulación son:

- Definición de objetivos y alcances del proyecto.
- Diagrama de flujo del proceso o sistema a simular.
- Descripción del sistema y los elementos que ayudaron en la construcción del modelo conceptual.
- Suposiciones que se hicieron para la construcción del modelo conceptual y la justificación de dichas suposiciones.
- Proceso de construcción y validación del modelo.
- Fuentes de información que proporcionaron los datos que se utilizaron en el estudio.

- Descripción del modelo de simulación programado en computadora y los resultados más importantes que se obtuvieron del estudio.

2.2. PROMODEL™

ProModel™ es un software de simulación por computadora para simular sistemas de manufactura, logística, manejo de materiales, etc. La gran diversidad de problemas de simulación que se pueden abordar con este software lo convierte en una herramienta importante tanto para los estudiantes como para los profesionales de la simulación. Además, se pueden simular las operaciones estratégicas de una empresa de una manera sencilla y sistemática razón por la cual se escogió este ProModel™ para realizar la simulación del sistema en estudio. ProModel™ se ejecuta en Windows, con una interfaz gráfica muy intuitiva y una construcción de modelos orientada a objetos, que elimina la necesidad de utilizar códigos de programación y por ello es posible modelar con ProModel™ casi cualquier sistema por complejo que sea.

ProModel™ ayuda al usuario en la selección de una distribución apropiada, para un conjunto de datos. El paquete Stat::Fit está incluido con ProModel™, para ajustarlas distribuciones a los datos del usuario. Los resultados de la simulación son informativos y pueden desplegarse en forma tabular o gráfica. En otros software de simulación se piden comandos especiales para generar las estadísticas que son difíciles de interpretar para las personas que no están familiarizados con los códigos propios del software, en cambio

ProModel™ permite rápidamente la selección conveniente de informes y los muestra en forma tabular y gráfica.

2.3. Elementos de la modelación de ProModel™

Los elementos de modelación de ProModel™ permiten la construcción de los bloques que representan los componentes físicos y lógicos del sistema que está siendo modelado. En la Figura 2.3 se presenta el menú para manipular los elementos de modelación en ProModel™.

Los elementos de la modelación con ProModel™ que se utilizaron son: locaciones, entidades, llegadas y procesamiento. En la Figura 2.3 se muestran estos y otros elementos que se pueden construir.

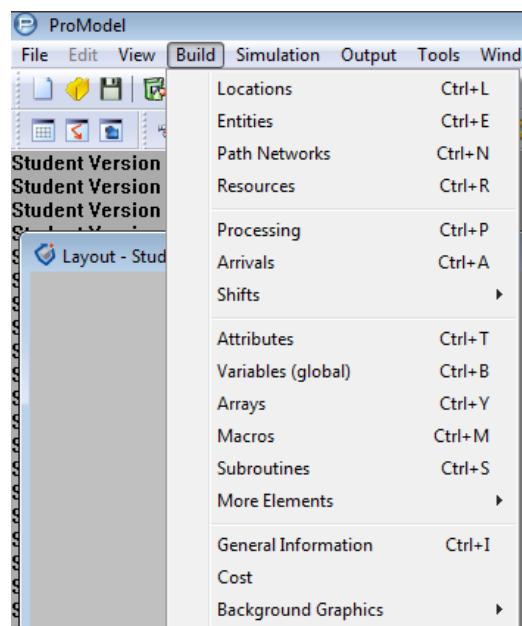


Figura 2.3. Elementos de la simulación en ProModel™. Fuente: elaboración propia

De manera breve se explican los elementos mencionados.

Locaciones

Las locaciones representan lugares físicos fijos en el sistema donde las entidades se procesan. Las locaciones pueden ser objetos como máquinas, fila de espera, banda de transporte, un escritorio o una estación de trabajo, en este estudio las locaciones corresponden a cada una de las personas que intervienen en el proceso, como los técnicos, supervisores, gerentes, maquiladores y el departamento de ingeniería. Además se definen la capacidad de la locación, esto es, la cantidad de entidades que se procesan al mismo tiempo, las unidades (piezas, motores, etc.) y la regla de entrada al proceso de cada entidad (es decir FIFO, LIFO, definido por el usuario), en el caso de que la capacidad de la locación sea mayor a uno.

Entidades

Las entidades son todos los elementos que pasan a través del sistema y son procesados de alguna manera en las locaciones y salen del sistema una vez que han completado su proceso. Estos pueden ser materia prima, producto terminado, órdenes de trabajo, piezas de maquinaria o motores para el caso de estudio de este trabajo.

Llegadas

Las llegadas representan la forma en que las entidades entran al sistema y dependen del comportamiento actual del sistema. Las llegadas pueden ser determinísticas, condicionales o estocásticas, pueden depender del tiempo o de alguna otra condición. Se definen funciones de distribución de probabilidad para establecer la forma en que las entidades ingresan al sistema.

Procesamiento

El procesamiento describe las operaciones que toman lugar cuando una entidad está en una locación, como la cantidad de tiempo que la entidad permanece ahí, los recursos que necesita para completar el proceso y cualquier otra cosa que sucede en la locación, incluyendo seleccionar el siguiente destino. Aquí se establece alguna regla específica en cada locación, estas reglas pueden definirse como un retardo de tiempo constante, por una distribución de probabilidad, subrutinas o una combinación de varias de ellas, que determina el tiempo en que la entidad va a ser procesada en la locación en la que se encuentra.

Dichos elementos se combinan para dar lugar a una estructura de modelación y simulación de sistemas, con ProModel™. Para una entidad específica ocurre lo siguiente:

- Llegada de la entidad al sistema.
- Entrada de la entidad a una locación.

- Procesamiento de la entidad en la locación mediante alguna regla establecida.
- Salida de las entidad de locación.
- Procesamiento de la entidad mediante alguna regla establecida para elegir la siguiente locación.
- Procesamiento de la entidad en la locación mediante alguna regla establecida.
- Salida de la entidad del sistema.

Esta estructura básica de la modelación de sistemas en ProModel™ se muestra de manera gráfica en la Figura 2.4

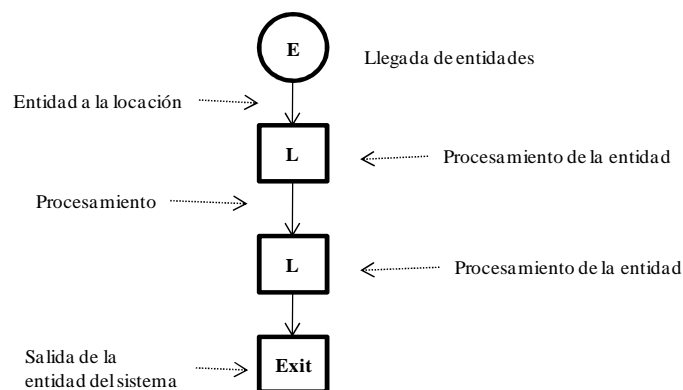


Figura 2.4. Estructura básica de la modelación de sistemas en ProModel™ (Villarreal, 2001).

Hasta aquí se han definido los conceptos básicos de la simulación en ProModel™ que permiten en los siguientes capítulos construir el modelo de simulación para responder a las preguntas del estudio.

Capítulo 3. Marco metodológico

Hasta este momento se ha descrito la empresa CLISA, su misión y visión, se describió como está organizada la forma en que interactúan los diferentes niveles operativos en el proceso de reparación de motores mediante maquilas. Se han expuesto los conceptos básicos de la simulación y el proceso de producción de reparación de motores mediante maquilas con un diagrama de flujo que describe todo el proceso. Ahora se explica cómo se hizo el estudio. Dado que el objetivo general del estudio es hacer una propuesta para mejorar el proceso de reparación de motores mediante maquilas de la empresa CLISA (proceso actual, PA), en primer lugar, se realizó un análisis de los datos históricos proporcionados por la empresa para determinar la información necesaria para el modelo de simulación, que representa al proceso actual (PA), de la empresa. Una vez analizados esos datos y construido el modelo conceptual, este se validó con la opinión de los expertos del proceso quienes concluyeron que el modelo conceptual representaba satisfactoriamente el proceso actual (PA), en la empresa CLISA. Posteriormente, construyo el modelo de simulación (en adelante llamaremos a esta modelo como “modelo del proceso actual”, MPA), del cual se obtuvieron los resultados de diez corridas y estos resultados fueron comparados con la situación actual del sistema (PA) y se determinaron los cuellos de botella del proceso, para atender uno de los objetivos específicos. Una vez que se conocieron los cuellos de botella del proceso que resultaron críticos para el proceso de reparación de motores mediante maquilas de la empresa CLISA, se realizó un análisis de sensibilidad para elaborar la propuesta de mejora al proceso de reparación de motores (proceso propuesto, PP).

3.1 Fuentes de información

Los datos que se utilizaron en este trabajo fueron datos históricos de la empresa CLISA, avalados por un grupo de expertos de la empresa, quienes certificaron que los datos eran válidos para el problema de reparación de motores mediante maquilas. Los expertos comprobaron que las probabilidades calculadas, para cada una de las locaciones, eran correctas y corroboraron en su información, la cantidad de motores por supervisor que fueron procesados, así como la forma en cómo se distribuyeron los motores, por cada maquilador. En cuanto a los tiempos de proceso, en cada locación, no existían datos históricos que pudieran dar una idea del comportamiento del proceso actual, por lo que fue necesario entrevistar a los involucrados en el proceso a fin de estimar los datos sobre el comportamiento actual del sistema.

3.2 Participantes

En el estudio participaron los técnicos, supervisores, gerentes, maquiladores y el departamento de ingeniería, todos ellos directamente involucrados en el proceso de reparación de motores mediante maquilas (proceso actual). A continuación se listan la cantidad de participantes, por locación:

- 13 técnicos
- 13 supervisores
- 3 gerentes
- 4 maquiladores

- 1 departamento de ingeniería

Cada uno de los participantes contestó un cuestionario, que se aplicó para determinar los tiempos que se tardan, cada uno de ellos, en realizar la parte del proceso correspondiente. Se obtuvieron los promedios de dichos tiempos y estos se introdujeron en la simulación con ProModel™, del modelo del proceso actual, específicamente el tiempo que tarda cada locación en procesar a una entidad (motor) y con ello se determinaron los cuellos de botella.

Las preguntas que se realizaron a cada uno de los participantes del estudio fueron las siguientes:

¿Cuánto tiempo te tardas en autorizar cada maquila? (gerentes, ingeniería)

¿Cada cuándo revisas las maquilas en el sistema? (gerentes, ingeniería)

¿Cuánto tiempo te tardas en solicitar una maquila? (supervisor)

¿Cuánto tiempo te tardas en avisarle al maquilador que repara el motor? (supervisor)

¿Cuánto tiempo te tardas en desmontar el motor y llevarlo con el maquilador? (técnico)

¿Cuánto tiempo te tardas en recoger el motor e instalarlo? (técnico)

3.3 Recolección de los datos

Los datos fueron recolectados de dos maneras. La primera de ellas fue mediante la aplicación de cuestionarios a los participantes del proceso, estos datos se utilizaron en la

simulación del sistema actual (modelo del proceso actual), en ProModel™, respecto al tiempo que tarda cada locación en procesar la entidad. El tiempo de proceso en cada una de las locaciones se muestra en la Tabla 3.1. En esta tabla se incluyen los tiempos promedio que tarda cada locación en procesar las entidades y las desviaciones estándar de estos tiempos. Estos datos se supusieron con una distribución de probabilidad normal, debido a que la empresa CLISA no tenía estadísticas de esta parte del proceso, que permitieran inferir una distribución de probabilidad diferente, es por ello que estos datos se obtuvieron mediante la aplicación del cuestionario antes referido (sección 3.2), quienes con base en su experiencia, establecieron la duración de cada una de las etapas del proceso. Por ejemplo el G1 indicó que su revisión a las maquilas, en promedio, dilata 15 ± 5 días, de ahí se tomó un promedio de 15 días y una desviación estándar de 5 días y así para cada uno de los participantes del proceso cuyos datos están en la Tabla 3.1.

Locación	Tiempo promedio de proceso (días)	Desviación estándar (días)	Descripción del proceso
Técnico	1.5	1	Detecta el motor dañado
Maquilador	3	1	Recibe y realiza cotización
Supervisor	3	2	Recibe cotización y envía al G1
G1	15	5	Solicita autorización de la maquila
GCP	8	2	Valida
G1	15	5	Carga la maquila
Ingeniería	4	2	Valida
GCP	3	2	Valida
GG	2	1	Valida
Supervisor	2	1	Ordena la ejecución del trabajo
Maquilador	3	2	Repara el motor
Técnico	3	2	Instala el motor

Tabla 3.1. Datos obtenidos de los cuestionarios aplicados

Otra fuente de los datos provino de algunas hojas de cálculo (Excel), proporcionados por la empresa, en los que se organizó la cantidad de motores por área y se calculó la probabilidad de que un motor llegara a una locación particular (tiempo de servicio en la locación del sistema). En la Tabla 3.2 se muestra un pequeño fragmento de los datos. Los datos completos se encuentran en el Anexo 1. El análisis de los datos proporcionados por la empresa CLISA mostrados en el Anexo 1 indica que el tiempo promedio que pasa un motor en el sistema, antes de ser reparado, es de 53.37 días, este dato fue validado por los expertos en el proceso de la empresa CLISA y se calculó restando la *fec_fin_real* menos la *fec_ini_real* para obtener los *días totales* que se tarda cada motor en ser reparado (Tabla 3.2), una vez que se obtuvo el dato de todos los motores se calculó el tiempo promedio que pasa un motor antes de ser reparado. Este tiempo tan largo de reparación provoca molestia en el cliente, quien constantemente presenta quejas por mal servicio y penalizaciones por el

retraso del servicio. Debido a esto los directivos de la empresa CLISA al inicio de este estudio se preguntaba cómo mejorar el proceso de reparación de motores mediante maquilas, ya que intuían de su experiencia, que podría lograrse una mejora para reducir el tiempo de reparación de los motores. Para mejorar el proceso de reparación de motores mediante maquilas de la empresa CLISA, en esta tesis se realizó un modelo de simulación del proceso y se planteó una alternativa de mejora para reducir el tiempo de reparación de motores mediante maquilas (Capítulo 4).

Solicitud	id_actividad	Desc_Maquila	accesorio_desc	Maquilador	proveedor	importe	moneda	fec_ini_real	fec_fin_real	dias totales	Supervisor
789	embobinado	Embobinado con cambio de baleros, rectificado de flecha, cambio de sello a bomba de agua	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	2150	MXN	15/01/2009 09:29	21/01/2009 09:29	6	S7
817	baleros	Cambio de baleros con ajuste de tapas y mantenimiento general a motor evaporador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	780	MXN	19/01/2009 09:04	31/01/2009 09:04	12	S7
813	baleros	cAMBIO DE BALEROS, RELLENADO Y RECTIFICADO DE FLECHA Y ENCAMISADO A TAPAS	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	580	MXN	20/01/2009 09:36	03/02/2009 09:36	14	S7
858	embobinado	Embobinado y cambio de baleros y ajuste de tapas a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1300	MXN	20/01/2009 10:00	24/01/2009 10:00	4	S13
818	embobinado	Embobinado con cambio de rodamientos y ajuste de tapas a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	750	MXN	20/01/2009 12:59	30/01/2009 12:59	10	S12
856	baleros	Reparacion de motor condensador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1580	MXN	20/01/2009 13:01	26/01/2009 13:01	6	S13
857	baleros	Reparacion de motor condensador	motor	M1	"SOLIS"	480	MXN	20/01/2009 13:01	24/01/2009 13:01	4	S13
859	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	980	MXN	20/01/2009 16:24	26/01/2009 16:24	6	S8
819	baleros	Cambio de baleros con encamizado de tapas a motor condensador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	580	MXN	20/01/2009 16:28	30/01/2009 16:28	10	S12
828	baleros	Reparacion de dos motores trifasicos mca. G.E de 2 H.P (Rebobinado,cambio de baleros, correccion de tapas,rehabilitacion de laminado de estator).	motor	M2	PINEDO HERMANOS	3870	MXN	21/01/2009 14:52	16/02/2009 14:52	26	S13
883	baleros	reparacion de motor condensador	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	320	MXN	26/01/2009 14:30	03/02/2009 14:30	8	S11
820	embobinado	embobinado con cambio de baleros, sello mecanico juntas y encamizado de tapas a motobomba mca. marathon de 2 h.p.	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1380	MXN	26/01/2009 18:00	17/02/2009 18:00	22	S4
913	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	30/01/2009 13:56	11/02/2009 13:56	12	S7
879	embobinado	embobinado con cambio de baleros, capacitor centrifugo microswich de motor siemens de 1/2 hp	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	700	MXN	30/01/2009 18:00	15/02/2009 18:00	16	S4
839	baleros	FLECHA NUEVA Y CORRECCION DE BASE DEL MOTOR EVAPORADOR	motor	M4	RODAMIENTOS RODMAN	1720	MXN	31/01/2009 08:12	24/02/2009 08:12	24	S9
885	baleros	Encasquillado de tapas de motor, cambio de baleros y servicio	motor	M2	PINEDO HERMANOS	470	MXN	03/02/2009 14:03	27/02/2009 14:03	24	S13
886	baleros	Encasquillado de tapas del motor, cambio de baleros y servicio	motor	M2	PINEDO HERMANOS	650	MXN	03/02/2009 14:10	27/02/2009 14:10	24	S13
922	embobinado	Reparacion de un motor marca Emerson de 3/4 hp. , embobinado, baleros y maquilado de caja	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	680	MXN	04/02/2009 11:32	18/02/2009 11:32	14	S9
926	baleros, sello	CAMBIO DE BALEROS Y SELLO MECANICO	bomba	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	550	MXN	05/02/2009 11:15	21/02/2009 11:15	16	S9
1098	baleros, sello	REPARACION DE MOTOBOMBA CON MOTOR TRIF SIEMENS DE 5 HP	bomba	M2	PINEDO HERMANOS	2090	MXN	05/02/2009 11:41	29/10/2009 11:41	266	S2

Tabla 3.2. Muestra de datos en Excel proporcionados por CLISA (sin editar)

3.4 Análisis de los datos

La información relevante del total de datos (anexo 1) es la siguiente:

- La probabilidad de que un motor con falla lo desmonte el técnico T_i es la misma de que el supervisor S_i procese la solicitud de la maquila. En la Tabla 3.3 se muestran los valores de probabilidad correspondiente a cada técnico y cada supervisor, en esta Tabla se puede observar que los técnicos con mayor probabilidad de desmontar un motor con falla son los técnicos: T7, T6, T12 y T13 con el 17.75%, 12.87%, 11.69% y 11.68% respectivamente, estos técnicos desmontan de los edificios el 53.99% del total de los motores que van a ser reparados por la empresa CLISA. Los porcentajes mencionados anteriormente corresponden a los porcentajes que los supervisores S7, S6, S12 y S13 procesen la solicitud de la maquila respectivamente. En la Figura 3.1 se muestra en forma de grafica de pastel las probabilidades mostradas en la Tabla 3.3.
- La probabilidad de que un motor con falla sea enviado al maquilador M_i se proporciona en la Tabla 3.4, en donde se observa que el maquilador M1, M3 y M2 reciben el 51.84%, 26.09% y 18.73% respectivamente de los motores que son desmontados de los edificios. En la Figura 3.2 se muestra la gráfica en forma de pastel de estas probabilidades.

Sistema real		
Técnico	Supervisor	Probabilidad
T1	S1	5.05%
T2	S2	5.51%
T3	S3	0.76%
T4	S4	8.66%
T5	S5	7.42%
T6	S6	12.87%
T7	S7	17.75%
T8	S8	7.08%
T9	S9	3.69%
T10	S10	4.37%
T11	S11	3.48%
T12	S12	11.69%
T13	S13	11.68%
	Total	100%

Tabla 3.3. Probabilidad de que un motor con falla lo desmonte el técnico T_i

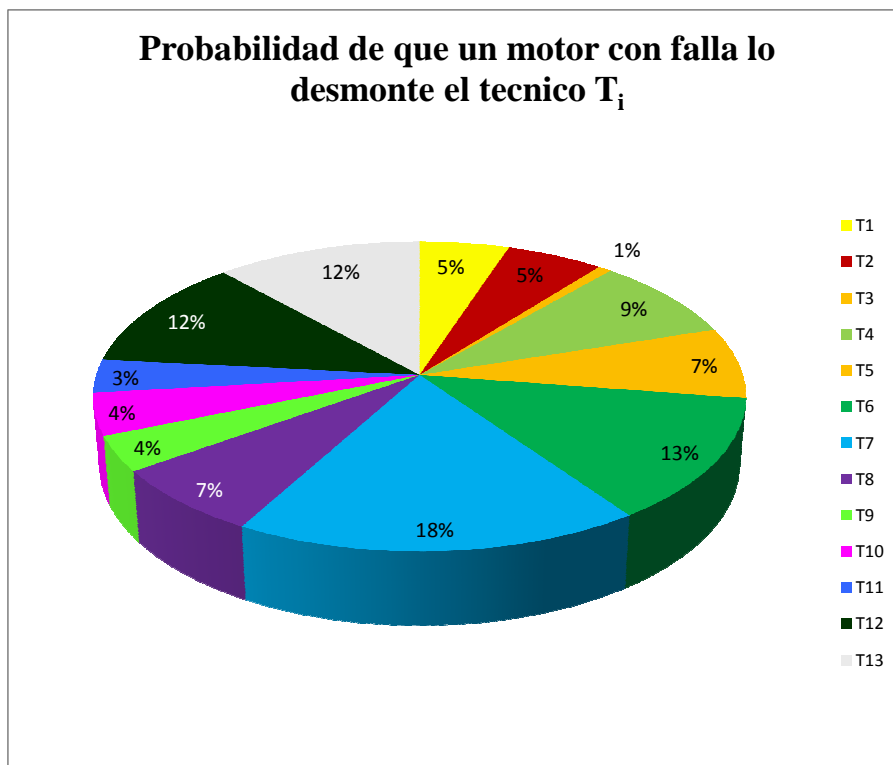


Figura 3.1. Probabilidad de que un motor con falla lo desmonte el técnico T_i

Maquilador	%
M1	51.84%
M2	18.73%
M3	26.09%
M4	3.34%

Tabla 3.4. Probabilidad de que un motor con falla sea enviado al maquilador M_i

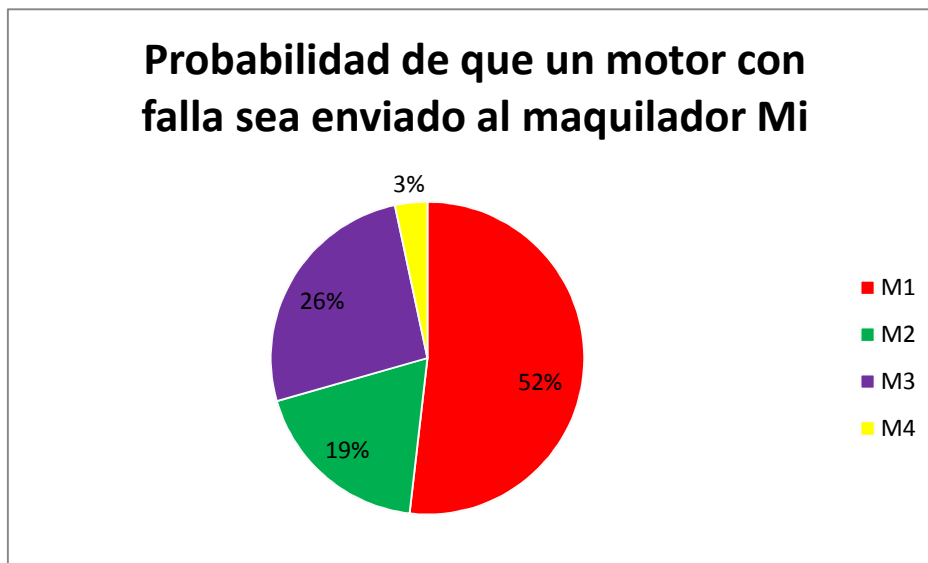


Figura 3.2. Probabilidad de que un motor con falla sea enviado al maquilador i

- La probabilidad de que el maquilador M_1 envíe la cotización al supervisor S_i es la misma de que el maquilador entregue el motor al técnico T_i . Estas probabilidades se muestran en la Tabla 3.5 en donde se observa que la probabilidad de que el maquilador M_1 envíe la cotización a los supervisores S_7 , S_{12} , S_{13} , S_4 y S_8 son del: 33.84%, 20.71%, 18.96%, 15.32% y 8.58% respectivamente, solo se listan los supervisores con los porcentajes más representativos, los datos completos fueron mostrados en la Tabla 3.5 y se muestran gráficamente en la Figura 3.3. Estos valores de probabilidad corresponden también a la probabilidad de que el maquilador M_1 le entregue el motor reparado al técnico T_i .

M1	
Supervisor	Probabilidad
S3	1.46%
S4	15.32%
S5	1.13%
S7	33.84%
S8	8.58%
S12	20.71%
S13	18.96%
Total	100%

Tabla 3.5. Probabilidad de que el maquilador M1 le envié la cotización al supervisor S_i

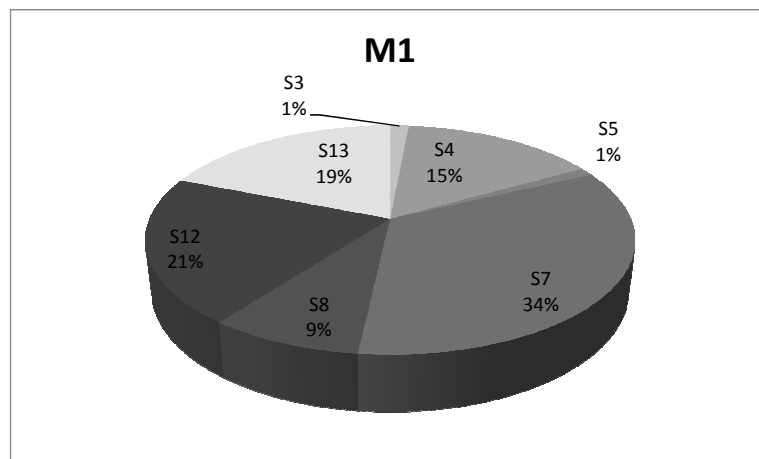


Figura 3.3. Probabilidad de que el maquilador M1 le envié la cotización al supervisor S_i

- La probabilidad de que el maquilador M2 envíe la cotización al supervisor S_i es la misma de que el maquilador entregue el motor al técnico T_i . Estas probabilidades se muestran en la Tabla 3.6, en donde se observa que los cinco supervisores con mayor probabilidad de recibir la cotización por parte del maquilador M2 son: S1, S10, S2, S6 y S5 con el 19.60%, 15.23%, 13.57%, 11.75% y 11.71% respectivamente. Estos porcentajes de probabilidad de que el supervisor S_i reciba la cotización por parte del maquilador M2 se mostraron en la Tabla 3.6 y se muestran

gráficamente en la Figura 3.4. Estos valores de probabilidad corresponden también a la probabilidad de que el maquilador M2 le entregue el motor reparado al técnico T_i .

M2	
Supervisor	Probabilidad
S1	19.60%
S2	13.57%
S5	11.71%
S6	11.75%
S8	8.48%
S9	7.02%
S10	15.23%
S11	5.66%
S13	6.98%
Total	100%

Tabla 3.6. Probabilidad de que el maquilador M2 le envié la cotización al supervisor S_i

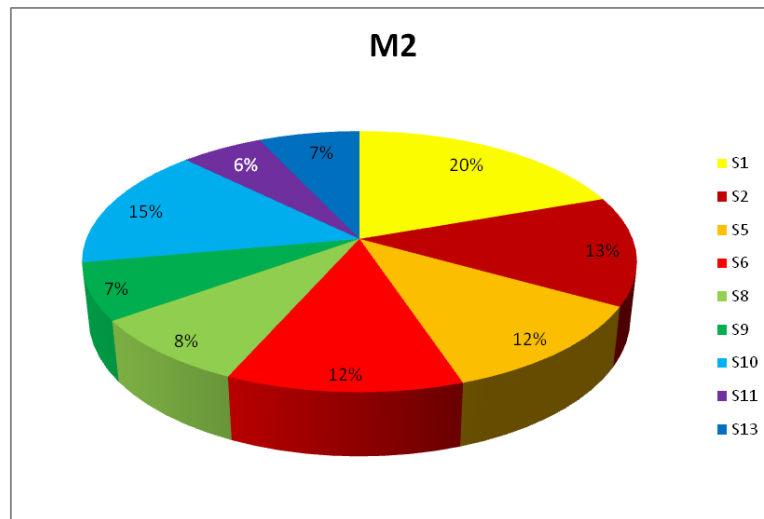


Figura 3.4. Probabilidad de que el maquilador M2 le envié la cotización al supervisor S_i

- La probabilidad de que el maquilador M3 envíe la cotización al supervisor S_i es la misma probabilidad de que el maquilador entregue el motor al técnico T_i . Estas

probabilidades se muestran en la Tabla 3.7 en donde se observa que el supervisor que recibe el mayor porcentaje de cotizaciones es el supervisor S6 con el 48.27% del total de las cotizaciones enviadas por el maquilador M3, el listado completo se mostró en la Tabla 3.7 y se muestran gráficamente en la Figura 3.5. Estos valores de probabilidad corresponden también a la probabilidad de que el maquilador M3 le entregue el motor reparado al técnico T_i .

M3	
Supervisor	Probabilidad
S1	1.53%
S2	8.41%
S4	2.27%
S5	15.88%
S6	48.27%
S8	2.87%
S9	6.82%
S10	3.33%
S11	8.74%
S12	1.88%
Total	100%

Tabla 3.7. Probabilidad de que el maquilador M3 le envié la cotización al supervisor S_i

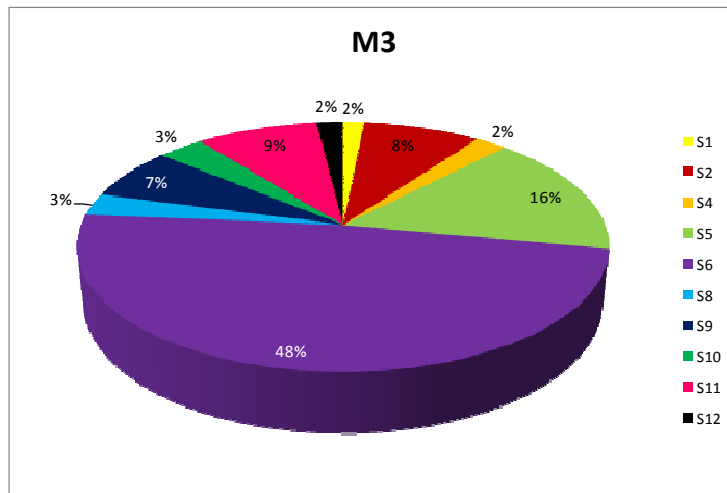


Figura 3.5. Probabilidad de que el maquilador M3 le envié la cotización al supervisor S_i

- La probabilidad de que el maquilador M4 envíe la cotización al supervisor S_i es la misma probabilidad de que el maquilador entregue el motor al técnico T_i. Estas probabilidades se muestran en la Tabla 3.8 en donde se observa que los supervisores S5, S12, S9 y S2 reciben el 21.26%, 17.44%, 17.34% y el 14.41% respectivamente del total de las cotizaciones enviadas por el maquilador M4 para ser procesadas. El listado total de probabilidades de que el maquilador M4 envié la cotización al supervisor S_i se muestran de igual forma en la Tabla 3.8 y se muestran gráficamente en la Figura 3.6. Estos valores de probabilidad corresponden también a la probabilidad de que el maquilador M4 le entregue el motor reparado al técnico T_i.

M4	
Supervisor	Probabilidad
S2	14.41%
S4	7.87%
S5	21.26%
S7	7.26%
S9	17.34%
S11	8.97%
S12	17.44%
S13	5.45%
Total	100%

Tabla 3.8. Probabilidad de que el maquilador M4 le envié la cotización al supervisor S_i

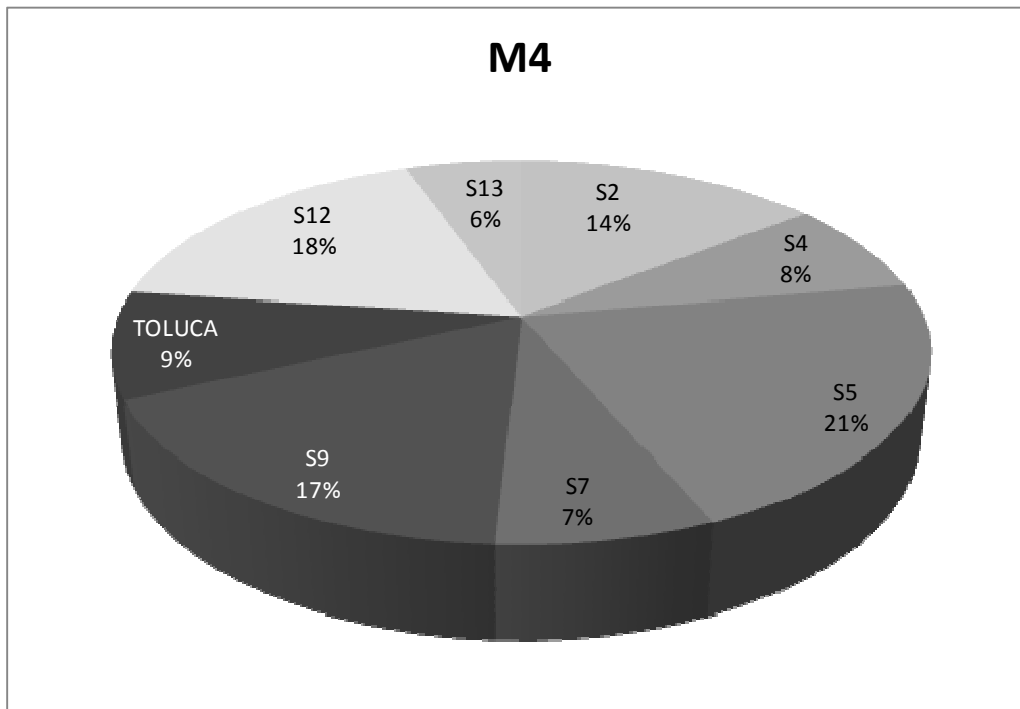


Figura 3.6. Probabilidad de que el maquilador M4 le envié la cotización al supervisor S_i .

Los datos mostrados en las Tablas 3.3 a 3.8, se tomaron para simular el proceso de reparación de motores mediante maquilas de la empresa CLISA, utilizando el modelo del proceso actual (MPA). Una vez introducidos los datos del MPA en ProModel™, se

realizaron diez corridas de la simulación del proceso que permitieron identificar los cuellos de botella del modelo (MPA) y por tanto también se encontraron los cuellos de botella en el proceso actual (PA), esto es debido a que el MPA es un modelo que representa al PA. Una vez encontrados los cuellos de botella se realizó una propuesta de nuevo proceso de reparación de motores mediante maquilas (PP), para la empresa CLISA, que reduce el tiempo de procesamiento de cada motor (mejora del proceso), expuesta en la tercera sección del capítulo siguiente.

Capítulo 4. Desarrollo de la metodología de la simulación

La metodología de la simulación expuesta en la sección 2.1, utilizada como herramienta para el análisis de procesos, resultó muy útil para determinar los cuellos de botella del proceso de reparación de motores de la empresa CLISA y con ello mejorar el proceso mediante la reducción del tiempo de reparación de los motores. En este capítulo se explica cómo se realiza la simulación del proceso de reparación de motores mediante maquilas y se presenta la propuesta de mejora al proceso.

La simulación se realizó en dos etapas:

1. Simulación del proceso (PA) de reparación de motores mediante maquilas de la Empresa CLISA (Figura 1.2). El cual se comparó con el modelo del proceso actual (MPA), a fin de determinar los cuellos de botella del (PA).
2. Simulación del proceso propuesto de reparación de motores (PP), mediante maquilas, de la empresa CLISA, para reducir el tiempo de reparación de motores y anticipar el posible comportamiento del proceso propuesto, en la empresa.

4.1. Modelo de proceso actual (MPA)

En la Figura 1.2 se presentó el diagrama de flujo del proceso que se estudia en este trabajo. Este diagrama de flujo se va a ir mostrando ahora en ProModel™, representando cada una de las etapas del proceso por las locaciones que se utilizan en la simulación del proceso. En

la Figura 4.1 se muestra el flujo de un motor, de un equipo, ubicado en un. Cuando un técnico detecta falla en ese motor, lo desmonta para llevarlo a un maquilador (1), quien evalúa la falla y realiza una cotización de la reparación, la cual se autoriza en un proceso que se explica más adelante. Una vez que la cotización se autoriza, el maquilador repara el motor, lo devuelve al técnico (12) quien finalmente lo reinstala en el equipo original (13).

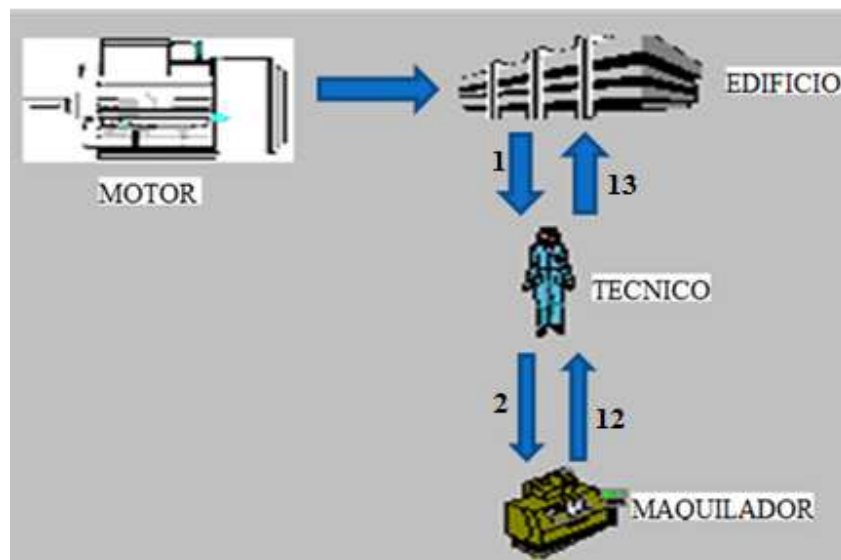


Figura 4.1. Flujo del motor por el sistema en el MPA. Fuente: elaboración propia

En la Figura 4.2 se muestra el proceso de autorización de la cotización. La cotización generada por el maquilador se envía al supervisor (3), el cual da una autorización y solicita al G1 que introduzca esa cotización en el sistema de información (4) que maneja la empresa (simulador de SAP). También el G1 requiere de una autorización por parte del GCP (5 y 6, ambos forman un bucle), para hacer lo anterior. El G1 genera una maquila en el sistema (7) y después el departamento de ingeniería valida el alcance técnico de la reparación y el costo de la misma (8). Por segunda ocasión el GCP valida la maquila (9), pero en esta ocasión en

el sistema de información. A continuación, el GG también valida la maquila y envía al supervisor la autorización (10), quien informa al maquilador que su cotización ha sido autorizada y le indica que proceda a reparar el motor (11). La Figura 4.1 y la Figura 4.2 juntas corresponden a todo el proceso mostrado en el diagrama de flujo de la Figura 1.2, pero en el ambiente de trabajo de ProModel™. De esta manera, el motor y la cotización para repararlo, se representaron por una sola entidad, denominada motor, en el MPA.

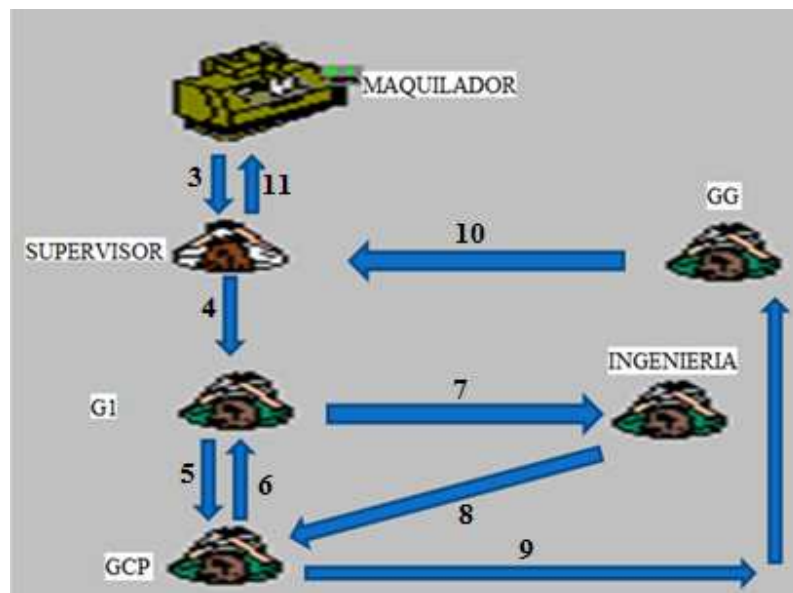


Figura 4.2. Flujo de la cotización que se va a autorizar en el MPA. Fuente: elaboración propia

En el Capítulo 2 se mencionó que los elementos principales de la modelación con ProModel™ son locaciones, entidades, llegadas y procesamiento. Para el proceso que se simula en este trabajo los diferentes elementos necesarios en la modelación son:

- Locaciones: 1 Edificio, 13 Técnicos, 13 Supervisores, 3 Gerentes, 4 Maquiladores y un Departamento de Ingeniería

En el ambiente ProModel™ las locaciones del proceso se pueden ver como se muestra en la Figura 4.3.

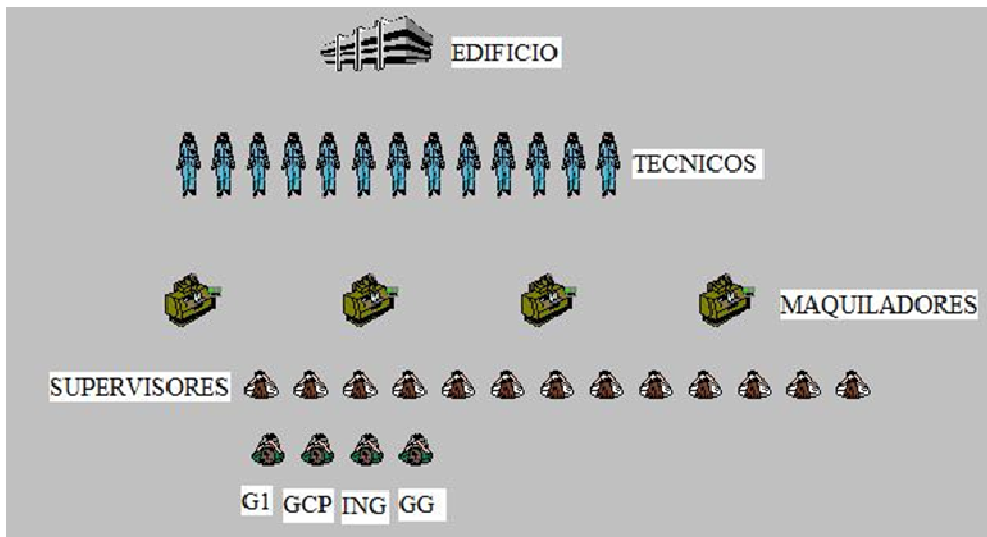


Figura 4.3. Locaciones del MPA. Fuente: elaboración propia

- Entidades. Corresponden a los motores que se van a reparar.
- Llegadas. Se determinan por la forma en cómo los motores se van dañando y entran al sistema. La tasa de llegadas al sistema, proporcionada por los expertos del proceso, fue de un motor cada 29.2 horas.
- Procesamiento. Corresponde al flujo que sigue la entidad por las diferentes locaciones, con base en las probabilidades de cada etapa (Tablas 3.3 a 3.7). En la Figura 4.4 se muestra la red final en ambiente ProModel™ para el proceso de reparación de motores mediante maquilas de la empresa CLISA (MPA).

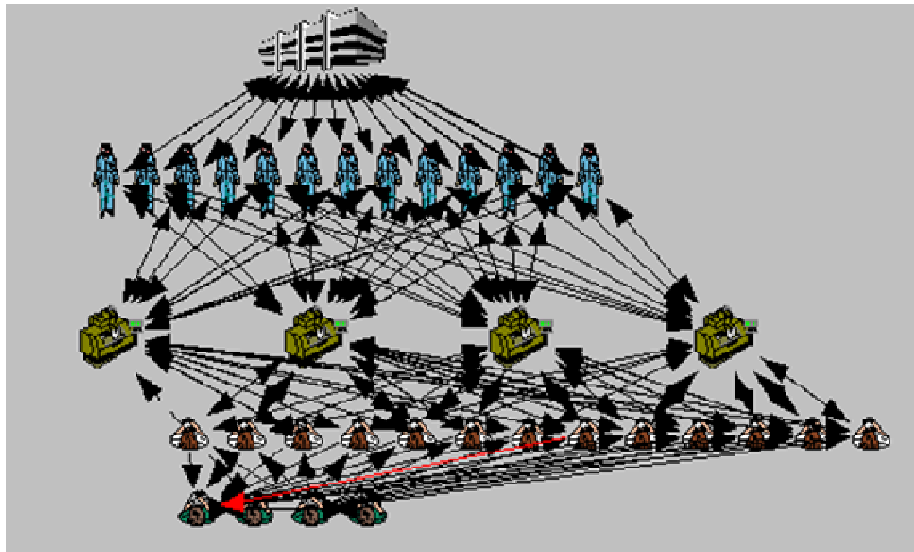


Figura 4.4. Red final del MPA en ProModel™ (diez corridas). Fuente: elaboración propia

4.2. Resultados de la simulación

Hasta aquí se ha mostrado la forma cómo se programó el modelo MPA de reparación de motores, en la empresa CLISA, utilizando simulación con ProModel™, en este apartado se muestran los resultados que se obtuvieron del MPA y cómo ayudaron en la toma de decisiones para elaborar la propuesta de mejora PP, es decir, para reducir el tiempo de reparación de motores, mediante maquilas, de la empresa CLISA. Esto es, identificando los cuellos de botella del proceso; además, de determinar la validez del modelo del proceso actual (MPA), mediante la comparación de los datos proporcionados por la empresa CLISA (PA) y los resultados obtenidos con el modelo del proceso actual (MPA).

4.2.1 Resultados del modelo del proceso actual (MPA) e identificación de cuellos de botella

Se realizaron 10 corridas en ProModel™, con el modelo del proceso actual (MPA), tomando como tiempo base un año, es decir, se simuló en ProModel™, la operación del proceso de reparación de motores de la empresa CLISA, durante un año. Los resultados globales de esta simulación se muestran en la Tabla 4.1, donde se observa que el promedio de motores que entraron al sistema para ser reparados fue de 252 motores en un año, la cantidad de motores que permanecieron en el sistema, no reparados, al término de las corridas, fue de 46.3 motores. El tiempo promedio que los motores estuvieron en el sistema fue de 57.91 días, antes de ser reparados.

	Total	Cantidad de motores en el sistema	Tiempo promedio en sistema (Días)
motor	252.7	46.3	57.91

Tabla 4.1. Tiempo que pasa el motor en el MPA antes de ser reparado

Los resultados de cada locación (la cantidad de motores procesados, el tiempo promedio por motor (en días), promedio de motores contenidos, máxima cantidad de motores, motores en el sistema, % de ocupación y %de desocupación), se muestran en la Tabla 4.2. En esos resultados podemos observar que los cuellos de botella en el proceso de reparación de motores mediante maquilas de la empresa CLISA se encontraron en las locaciones G1 y GCP principalmente, porque resultaron ser los tiempos más largos de procesamiento.

Nombre	Cantidad de motores	Tiempo promedio por motor (Días)	Promedio de motores	Maximo contenido	Motores en el sistema	% Desocupación	% Ocupación
CENTRAL	536.6	0.07	0.10	2	0	89.62	10.38
T1	19.3	2.27	0.12	2	0	88.80	11.21
T2	26.1	2.17	0.15	2.1	0.1	85.64	14.36
T3	6.4	2.04	0.04	1.1	0	96.48	3.52
T4	58.8	2.2	0.35	3.4	0.2	70.45	29.55
T5	45.7	2.09	0.26	2.8	0	76.35	23.65
T6	67.4	2.21	0.41	3.6	0.2	66.27	33.71
T7	99.1	2.19	0.59	4.1	0.7	55.60	44.28
T8	37.1	2.23	0.23	2.3	0	79.61	20.39
T9	18	2.02	0.10	2	0.2	90.39	9.62
T10	20.6	2.22	0.12	1.8	0.1	87.98	12.02
T11	25.2	2.35	0.16	1.9	0.1	84.64	15.36
T12	68.2	2.24	0.42	3.6	0.8	65.76	34.22
T13	46.8	2.08	0.27	2.6	0.2	76.42	23.58
Tecnico	538.7	2.19	0.25	4.1	2.6	78.80	21.19
M1	284.2	2.97	2.31	7.8	2.8	9.82	90.18
M2	101.9	2.95	0.83	4.4	0.9	43.07	56.93
M3	137.7	3.02	1.14	5.4	1.1	30.82	69.18
M4	16.6	3.05	0.14	2.1	0.3	86.89	13.11
MAQUILADOR	540.4	2.98	1.10	7.8	5.1	42.65	57.35
S1	20.6	2.5	0.14	2.1	0.1	86.60	13.40
S2	23.5	2.7	0.17	2.2	0.1	83.91	16.09
S3	6.1	2.77	0.05	1.2	0	95.48	4.52
S4	57	2.62	0.41	3.1	0.1	66.72	33.28
S5	48.8	2.47	0.33	2.7	0.4	71.66	28.34
S6	65	2.62	0.47	3.5	0.6	62.94	37.06
S7	101.6	2.66	0.74	4.3	1.1	47.15	52.85
S8	35.2	2.62	0.25	2.6	0.4	77.86	22.14
S9	20.7	2.41	0.14	1.8	0.2	86.87	13.13
S10	21.3	2.84	0.16	2	0.1	84.81	15.19
S11	23.4	2.47	0.16	2.2	0.1	85.50	14.51
S12	68.5	2.59	0.48	3.4	0.9	60.91	39.09
S13	47.3	2.56	0.33	2.8	0.1	71.81	28.19
SUPERVISOR	539	2.6	0.29	4.3	4.2	75.55	24.45
G1	552.1	14.7	22.23	32.9	23.3	2.29	97.71
GCP	280.9	7.86	6.05	12.8	6.7	5.54	94.46
GG	244.5	2	1.34	6	1.1	30.11	69.89
ING	247.9	3.93	2.67	8.6	3.3	14.26	85.74
GERENTE	1325.4	8.89	8.07	32.9	34.4	13.05	86.95

Tabla 4.2. Resultados del MPA

De la tabla anterior se seleccionaron los principales resultados para G1 y GCP (Tabla 4.3), por ser ahí donde se encontró el cuello de botella del proceso en estudio (nicho de oportunidad). Por esa relevancia se da una breve descripción para cada uno de ellos.

Nombre	Cantidad de motores	Tiempo promedio por motor (Días)	Promedio de motores	Maximo contenido	Motores en el sistema	% Desocupación	% Ocupación
G1	552.1	14.7	22.23	32.9	23.3	2.29	97.71
GCP	280.9	7.86	6.05	12.8	6.7	5.54	94.46

Tabla 4.3. Resultados de los cuellos de botella G1 y GCP

Cantidad de motores procesados por cada locación. G1 procesó 552.1 y GCP procesó 280.9 motores, en promedio. Nótese que la gran cantidad de motores se debió a que en cada una de esas locaciones, se procesó un mismo motor más de una vez, durante el proceso, como se mostró en el diagrama de flujo de la Figura 1.2.

Tiempo promedio por motor (en días), en que cada locación procesó un motor, en su etapa. En G1 fue de 14.7 días y en GCP de 7.86 días, en promedio. Comparando el tiempo total 57.91, en que un motor estuvo en el sistema, antes de ser reparado (Tabla 4.1), con los tiempos empleados por G1 y GCP, entonces las fracciones de tiempo fueron de 25.4% y 13.6%, respectivamente. Entre los dos representó el 39 % del tiempo total.

Promedio de motores que tiene que procesar en cada momento una locación. Para G1 fue de 22.23 y para GCP de 6.05, motores. Se puede observar un acumulamiento de motores

principalmente en la locación G1, lo que indicó un cuello de botella para el proceso de reparación de motores mediante maquilas de la empresa CLISA.

Máximo contenido se refiere a la cantidad de motores máxima que tuvo acumulada una locación, en algún momento de la simulación. Para G1 fue de 32.9 motores y para GCP de 12.8 motores. Nuevamente G1 resultó un punto crítico por la gran cantidad de motores que tuvo que procesar, en varios momentos, lo que impidió la continuación del proceso, hasta que G1 completó sus tareas.

Motores en el sistema es la cantidad de motores que permanecen en cada locación al momento de terminar la simulación. Las mayores cantidades correspondieron a G1 y GCP, 23.7 y 6.7 motores, en su etapa, respectivamente.

% de desocupación que una locación permanece sin procesar un motor y puede dedicarlo a otras actividades (tiempos muertos). Consecuentemente, el % de desocupación para G1 y GCP fueran los menores, esto es de 2.29% y 5.54% respectivamente.

% de ocupación es el porcentaje del tiempo total en el que una locación se mantuvo procesando los motores y es el complemento del % de desocupación. Luego, la mayor ocupación se dio en G1 con 97.71% y en GCP con 94.46%

Los resultados de los dos últimos indicadores (% de desocupación y % de ocupación) fueron realmente preocupantes debido a que mostraron que G1 y GCP dedicaban casi la totalidad de su tiempo en las autorizaciones para reparar los motores, pero G1 y GCP tenían

que cumplir con otras responsabilidades, por lo que el retraso de las autorizaciones era mayor. Fue por esta razón que se les consideró como cuellos de botella del proceso y claramente fueron los puntos de oportunidad en la mejora del proceso (nicho de oportunidad). Estos resultados sugirieron que si se hace más eficiente la actuación de estas dos locaciones, en el proceso, el tiempo de reparación de motores mediante maquilas de la empresa CLISA incidiría en el logro del objetivo general de este trabajo, reducir el tiempo de reparación.

4.2.2. Validación del modelo del proceso actual (MPA)

Como se mencionó anteriormente, para los fines de este trabajo se validó el MPA en ProModel™ con los siguientes métodos:

- La exactitud con que se predicen los datos históricos. Para este trabajo si el *% de desviación* los datos del PA con respecto a los resultados del MPA presentan una desviación del $\pm 5\%$ se dirá que el modelo es válido.
- La opinión de expertos sobre los resultados de la simulación.

Si se cumplen estas dos condiciones entonces el MPA se dirá que es válido y podrá utilizarse para proponer una mejora al proceso (PP) que permita reducir el tiempo de reparación de motores.

El primer dato que se requiere es el tiempo que pasa el motor en el sistema antes de ser reparado. En la sección 3.4 de este trabajo se mencionó que el tiempo que pasa el motor en el sistema actual antes de ser reparado es de 53.37 días en promedio; en la Tabla 4.1 se observa que el tiempo que pasa el motor en el MPA es de 57.91 días en promedio. Por lo que el porcentaje de exactitud entre el dato del PA y el dato del MPA es

$$\% \text{ de exactitud} = \frac{\text{Dato PA}}{\text{Dato MPA}} = \frac{53.37 \text{ días}}{57.91 \text{ días}} = 92.16\%$$

El *% de exactitud* para el tiempo que pasa el motor en el MPA antes de ser reparado es del 92.16% por lo que es una buena aproximación al PA, se puede observar que la cantidad de días que pasa un motor antes de ser reparado en el MPA es una buena aproximación con respecto al PA ya que la desviación entre estos dos tiempos de reparación es de tan solo el 7.84%, por lo que se dice que el MPA es una buena representación del PA.

Otro dato que es de interés de validar es la probabilidad de que un Supervisor o un Técnico reciban un motor. Para realizar esta validación se hizo un cuadro comparativo mezclando la Tabla 3.2 y los datos correspondientes a los Técnicos y Supervisores de la Tabla 4.2. Esta comparación se muestra en la Tabla 4.4. En esta tabla se puede observar el *% de desviación* entre el dato del PA y el dato del MPA que indica el porcentaje de diferencia existente entre el dato del PA y el dato del MPA. El % de desviación se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de desviación} = \text{Dato PA} - \text{Dato MPA}$$

El resultado de esta ecuación puede arrojar un *% de desviación* positivo o negativo dependiendo de qué dato es mayor. Un *% de desviación* positivo indica que el dato del PA es mayor al dato del MPA y un dato negativo indica que el dato del MPA es mayor al dato del PA. En la Tabla 4.4 se puede observar que en todos los casos el *% de desviación* es menor al 5% por lo que se puede decir que el MPA es una buena representación del PA.

PA			MPA		% Desviacion	
Tecnico	Supervisor	Probabilidad	Tecnico	Supervisor	Tecnico	Supervisor
T1	S1	5.05%	3.58%	3.82%	1.46%	1.22%
T2	S2	5.51%	4.84%	4.36%	0.66%	1.15%
T3	S3	0.76%	1.19%	1.13%	-0.43%	-0.38%
T4	S4	8.66%	10.92%	10.58%	-2.25%	-1.91%
T5	S5	7.42%	8.48%	9.05%	-1.06%	-1.63%
T6	S6	12.87%	12.51%	12.06%	0.36%	0.81%
T7	S7	17.75%	18.40%	18.85%	-0.65%	-1.10%
T8	S8	7.08%	6.89%	6.53%	0.19%	0.55%
T9	S9	3.69%	3.34%	3.84%	0.35%	-0.15%
T10	S10	4.37%	3.82%	3.95%	0.54%	0.42%
T11	S11	3.48%	4.68%	4.34%	-1.19%	-0.86%
T12	S12	11.69%	12.66%	12.71%	-0.97%	-1.02%
T13	S13	11.68%	8.69%	8.78%	2.99%	2.90%
	Total	100%	100.00%	100.00%		

Tabla 4.4. Comparación entre el dato del PA y el dato del MPA para Técnicos y Supervisores

El último dato que resta validar es la probabilidad de que un motor con falla sea enviado al maquilador *i*. Los datos de probabilidad para los maquiladores en el PA se presentaron en la Tabla 3.3. La validación se realizó de manera semejante al de los técnicos y supervisores utilizando la ecuación del *% de desviación*. Los resultados de la comparación se muestran en la Tabla 4.5, donde se puede observar que la mayor desviación del dato del MPA con respecto del dato del PA es menor al 1%, dato que sigue siendo menor al 5% de tolerancia

que se planteó como margen para determinar si el MPA es válido y representa de una manera aceptable al PA. Con estas tres validaciones que se realizaron es posible decir que el MPA es una buena representación del PA por lo que es posible utilizarlo como base para realizar una propuesta de mejora al proceso de reparación de motores mediante maquilas de la empresa CLISA (PP).

PA		MPA		% Desviación
Maquilador	Probabilidad	Maquilador	Maquilador	
M1	51.84%	52.59%		-0.75%
M2	18.73%	18.86%		-0.13%
M3	26.09%	25.48%		0.61%
M4	3.34%	3.07%		0.27%
	100%	100.00%		

Tabla 4.5. Comparación entre el dato del PA y el dato del MPA para Maquiladores

4.3. Proceso propuesto (PP)

El objetivo general de este trabajo es la de proponer un nuevo proceso de reparación de motores de la empresa CLISA (PP) que mejore el tiempo que pasa el motor en el sistema antes de ser reparado. Para ello se utilizan los resultados obtenidos en la sección anterior en donde encontramos que los cuellos de botella se encuentran principalmente en G1 y en GCP. En la Figura 4.5 se muestra el diagrama de flujo correspondiente al proceso de reparación de motores propuesto (PP), para la empresa CLISA, en el que se eliminaron los involucrados en el cuello de botella (G1 y GCP), que en opinión de los expertos de la empresa, GG y el departamento de ingeniería, acordaron que cada supervisor puede solicitar la autorización de la reparación siempre y cuando el costo estuviera dentro de los

parámetros establecidos por el departamento de ingeniería, evitando con ello la saturación de trabajo mostrado en el proceso actual (PA), además de que esta mejora permite que el G1 se dedique a otras actividades y procesos necesarias y bajo su responsabilidad. En cuanto al otro cuello de botella, el GCP realizaba validaciones redundantes, porque autorizaba dos veces la misma cotización, en el proceso (Figura 4.2); lo cual, además de absurdo, detenía el proceso un 13.6% de la duración total del proceso. También, se estableció que la autorización realmente importante era la del GG, por lo que se decidió sacar al GCP del proceso. Con estos cambios el proceso se simplificó, eliminando dos bucles, de esa forma solo se consideran a los involucrados que son relevantes para el proceso. Los expertos de la empresa opinaron que el PP representaba una mejora al proceso de reparación, debida al ahorro de cerca de un 39% de la duración total del proceso.

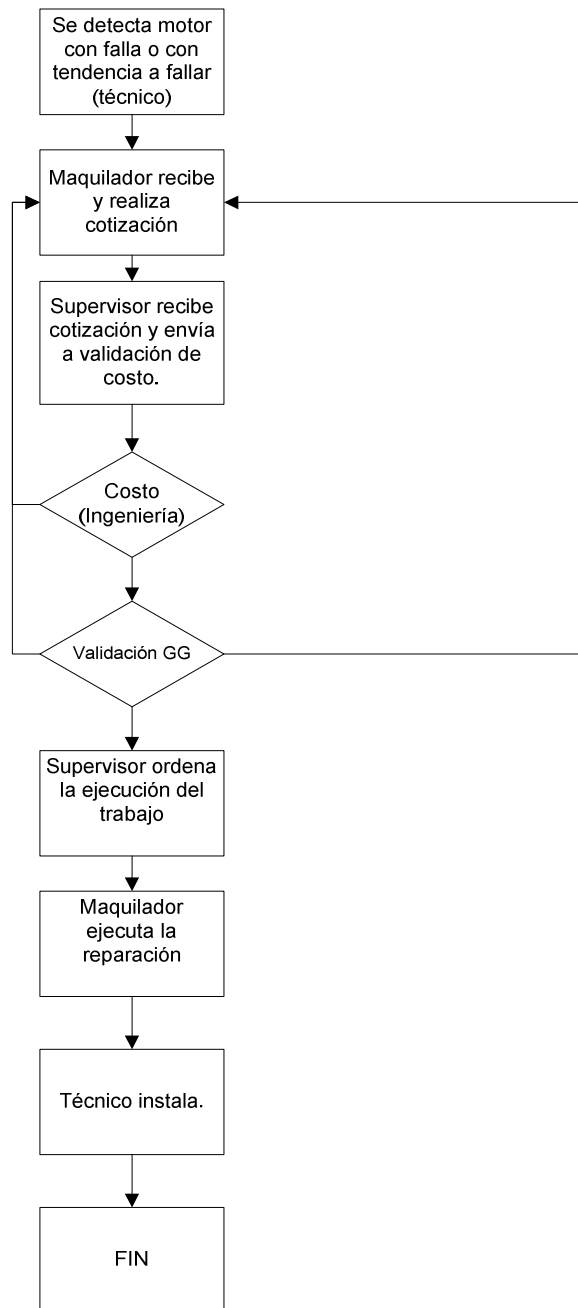


Figura 4.5. Propuesta de proceso de reparación de motores mediante maquilas para la empresa CLISA (PP)

Las locaciones en ambiente ProModel™ para el PP se muestran en la Figura 4.6.

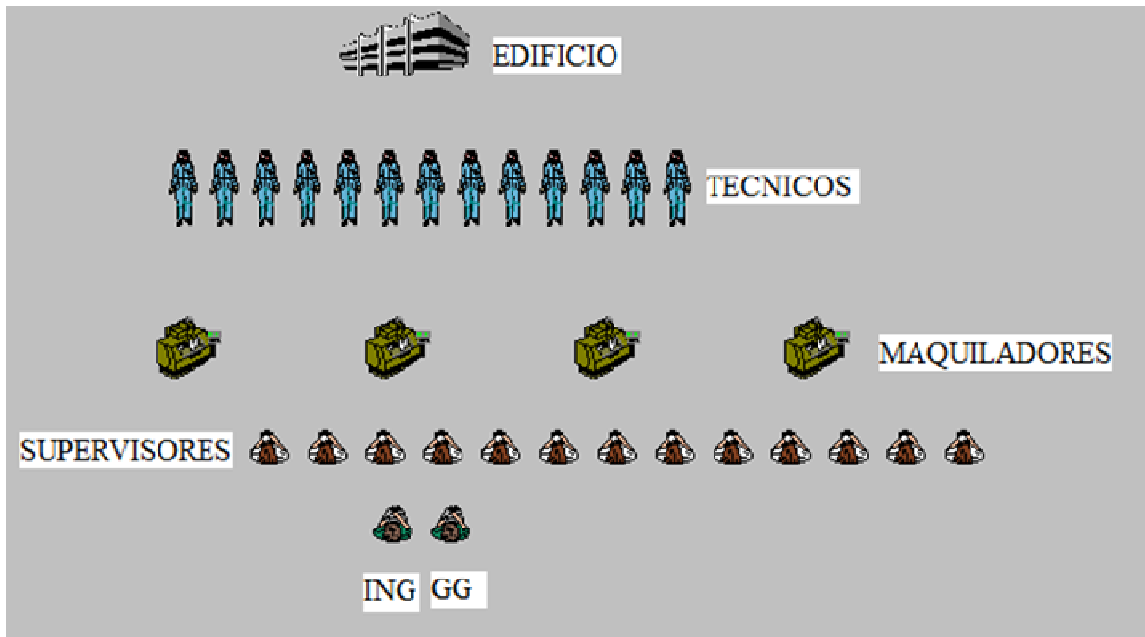


Figura 4.6. Locaciones del proceso propuesto PP. Fuente: elaboración propia

La red final para el proceso propuesto de reparación de motores, en ProModel™, se muestra en la Figura 4.7.

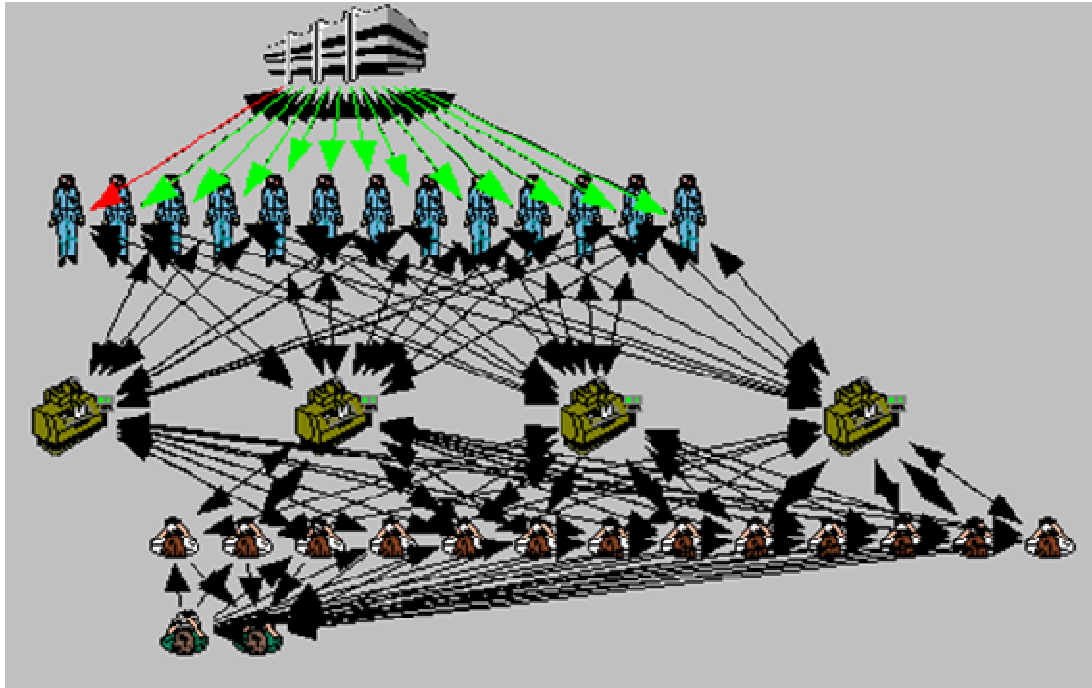


Figura 4.7. Red del proceso propuesto PP. Fuente: elaboración propia

4.3.1 Resultados del proceso propuesto (PP)

Los resultados del PP se obtuvieron con 10 corridas en ProModel™ tomando como tiempo base un año, es decir, se simuló la operación del sistema de reparación de motores de la empresa CLISA para un año en ProModel™ (Tabla 4.6), a fin de realizar una comparación entre los resultados del MPA con los resultados que arrojó el PP.

	Total	Cantidad de motores en el sistema	Tiempo promedio en sistema (Días)
motor	281.3	17.7	21.69

Tabla 4.6. Resultados del PP

Los 281.3 motores, que entraron al sistema para ser reparados en el PP, significó un incremento de 28.6 motores respecto al MPA. El tiempo promedio que los motores permanecieron en el sistema fue de 21.69 días, antes de ser reparados en el PP, lo cual representó una mejora respecto al MPA, es decir de una reducción de 62.54% del tiempo total. Por último, los 17.7 motores en promedio, que se encontraban en el sistema, al momento de finalizar la simulación, en espera de ser reparados, representó una reducción de cerca de 38% de motores, respecto al MPA. Estos resultados se obtuvieron al comparar los datos de las tablas 4.1 (46 motores) y 4.6 (17.7 motores).

Los resultados en cada locación (cantidad de motores procesados, tiempo promedio por motor en días, promedio de motores contenidos, máxima cantidad de motores, motores en el sistema, % de ocupación y % de desocupación) del PP, se muestran en la Tabla 4.7, nótese que la etapa de mayor duración en el proceso, 4.01 días en promedio, se ubicó en el departamento de ingeniería y en el MPA la locación en la que pasa mayor tiempo es en la etapa del Gerente con una duración de 8.89 días en promedio, lo cual representa una reducción del 50% en el tiempo más largo que pasa el motor en algunas de las locaciones en el PP. Es de resaltar también que el promedio de motores en espera de ser procesados se redujo considerablemente en la etapa del Gerente, en el MPA (Tabla 4.2) el promedio de motores que tenía en espera el Gerente era de 8 motores, mientras que en el PP (Tabla 4.7) el promedio de motores en espera de ser reparados es de 2, esto representa una reducción del 75% de motores en espera de ser procesados, debido principalmente a la eliminación del proceso del G1 y el GCP.

Nombre	Total de motores	Tiempo			Motores en el sistema	%	
		promedio por motor (Dias)	Promedio de motores	Maximo contenido		Desocupación	% Ocupación
CENTRAL	580.3	0.06	0.10	2	0	89.79	10.21
T1	21.4	2.15	0.13	2.1	0.2	88.19	11.81
T2	28.2	2.18	0.17	2.1	0.2	84.52	15.48
T3	5.5	2.29	0.03	1	0	96.62	3.38
T4	61.7	2.19	0.37	3.3	0.4	69.50	30.50
T5	52.3	2.23	0.32	2.7	0.3	72.49	27.51
T6	72.1	2.31	0.46	3.6	0.4	63.05	36.94
T7	107.3	2.24	0.66	3.9	0.5	50.84	49.12
T8	35.8	2.25	0.22	2.7	0.4	79.83	20.16
T9	23.2	2.1	0.13	1.9	0.1	87.30	12.70
T10	23.4	2.3	0.15	1.9	0.2	86.08	13.92
T11	29.4	2.09	0.17	2.2	0.1	84.04	15.97
T12	70.9	2.4	0.46	3.7	0.4	62.86	37.14
T13	51.5	2.2	0.31	2.9	0.3	72.89	27.11
Tecnico	582.7	2.24	0.27	3.9	3.5	76.79	23.21
M1	298.7	2.98	2.43	7.4	2.2	7.69	92.31
M2	109.8	3.06	0.92	4.3	0.9	37.86	62.14
M3	156.1	3.02	1.29	5.7	1.2	27.42	72.58
M4	19.5	2.99	0.16	2	0.4	84.82	15.19
MAQUILADO	584.1	3	1.20	7.4	4.7	39.45	60.55
S1	18.8	2.46	0.13	1.9	0.2	88.00	12.00
S2	28.2	2.59	0.20	2.4	0.3	81.87	18.13
S3	5.5	2.63	0.04	1.4	0	96.22	3.78
S4	62.6	2.49	0.43	3	0.2	64.91	35.09
S5	48.5	2.38	0.31	2.7	0.3	72.21	27.79
S6	78.7	2.68	0.58	3.6	0.5	55.04	44.96
S7	109	2.56	0.76	4.4	1.2	44.30	55.70
S8	39.5	2.5	0.27	2.8	0.3	76.74	23.26
S9	22.1	2.5	0.15	2	0.2	85.76	14.24
S10	23.9	2.34	0.15	2	0.4	85.79	14.22
S11	27.8	2.52	0.19	2.5	0.1	82.75	17.25
S12	72.8	2.44	0.49	3.5	0.5	61.01	39.00
S13	46.2	2.55	0.32	2.8	0.2	72.92	27.08
SUPERVISOR	583.6	2.52	0.31	4.4	4.4	74.42	25.58
GG	289.8	1.97	1.56	6.2	1.9	18.48	81.52
ING	293	4.01	3.22	8	3.2	3.26	96.74
GERENTE	582.8	2.99	2.39	8	5.1	10.87	89.13

Tabla 4.7. Resultados del PP

Conclusiones

En la actualidad, las empresas deben tener procesos eficientes que les permitan competir con un mercado cada vez más exigente, con más oferta, con más calidad y eficiencia. Es por ello que la empresa CLISA, ante este reto, decidió realizar una mejora a uno de sus procesos, reparación de motores mediante maquilas, como resultado de su participación en este estudio, para mantenerse competitiva en su entorno, y sus directivos se comprometieron a revisar y hacer más eficientes sus procesos.

En este trabajo, se analizó el proceso de reparación de motores, mediante maquilas, utilizando la metodología de la simulación y el software ProModel™, como herramientas para la mejora de procesos. Se construyó la simulación del proceso mostrado en la Figura 1.2 (PA) con lo cual se cumplió uno de los objetivos específicos de este trabajo, de “simular un proceso de reparación de motores eléctricos de equipos de aire acondicionado mediante maquilas en la empresa CLISA, para la mejora del proceso”. Se encontró que la simulación del modelo del proceso actual MPA, realizada en ProModel™, fue válida (Capítulo 4). Esto se realizó con las limitaciones en la recopilación y procesamiento de la información, debido a que la empresa CLISA no contaba con información confiable respecto a alguna de las etapas del proceso aquí estudiado, por lo que se tuvo que recopilar la información útil con los involucrados en el proceso.

Después, con el MPA se encontraron los cuellos de botella del proceso: el G1, responsable de registrar todas las maquilas autorizadas en el sistema de cómputo, y el GCP, responsable de controlar el presupuesto de maquilas, quien autorizaba dos veces las cotizaciones, durante el proceso, los resultados encontrados en esta etapa del trabajo se mostraron en las Tablas 4.1 a 4.3.

Con estos resultados se elaboró una propuesta de un nuevo proceso de reparación de motores (PP), el cual se mostró en la Figura 4.5. Luego, se realizó la comparación de los resultados del MPA y el PP, obteniéndose la recomendación, de eliminar los cuellos de botella, G1 y GCP. La eliminación de G1, se debe principalmente a que no procesa con rapidez la gran cantidad de cotizaciones que recibe, por cumplir otras responsabilidades ajenas al proceso de reparación, por lo que la mejor opción es la de eliminarlo del proceso. Con la Gerencia General (GG) se analizó la posibilidad de eliminar del proceso al GCP, ya que este autorizaba dos veces la misma cotización, durante el proceso y además, se notó que la autorización del GCP es equivalente, en este proceso, a la del GG por lo que resulta conveniente eliminar la autorización del GCP y dejar únicamente la validación del GG, para mantener un esquema de autorizaciones en dos diferentes niveles (departamento de ingeniería y GG), y que el GCP solo supervise el proceso y el gasto de manera externa al proceso de reparación (Capítulo 4).

En la simulación del PP se encontró que el tiempo promedio de reparación de motores fue de 21.69 días, como se mostró en la Tabla 4.6 y que representa una mejora respecto al sistema actual, de un 62.54%, como se mencionó en el Capítulo 4, esto es una mejora significativa al proceso actual con el que actualmente opera la empresa CLISA, que cumple

con el objetivo principal de este trabajo, “reducir el tiempo de reparación de motores eléctricos en la empresa CLISA”.

Por último, se recomienda a la empresa CLISA revisar sus demás procesos para determinar qué tan eficientes resultan, ya que como, nos dimos cuenta, uno de sus procesos está lleno de autorizaciones y etapas que pueden generar cuellos de botella que les reste competitividad en el mercado.

Referencias

- * Mora Gutiérrez, Alberto. 2009. *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. Alfaomega.
- * Chapman Stephen J. 2005. *Máquinas eléctricas*. Mc. Graw Hill.
- * Guerra Diana (2010). *Motor eléctrico*. [en línea]. <http://dianaguerra1992.blogspot.mx/2010/06/motor-electrico.html>. [consulta: 10 de Mayo 2011].
- * Flores de la Mota, Idalia y Elizondo Cortez, Mayra. 2006. *Apuntes de simulación*. Facultad de ingeniería, UNAM.
- * Villarreal Parás Daniel. Curso Básico de Entrenamiento ProModel 2001. ProModel México.
- * Carrier (2006). *Manual de operación, instalación y mantenimiento*. [http://www.climayoreo.com/carrier/images/30AJ/IOM-30AJC-%2004.08%20\(117.94.082\).pdf](http://www.climayoreo.com/carrier/images/30AJ/IOM-30AJC-%2004.08%20(117.94.082).pdf). [consulta: 15 de Abril 2011]

Bibliografía

- * García Dunna Eduardo, García Reyes Heriberto y Cárdenas Barrón Leopoldo E. 2006. *Simulación y análisis de sistemas con ProModel™*. Pearson Education de México.
- * Charles R. Harrell, Biman K. Ghosh, Royce O. Bowden. 2004. *Simulation using PROMODEL*. Mc Graw Hill.
- * De la Cruz Plascencia, Ana L. 2006. *El problema de las líneas de espera*. Facultad de Ingeniería, UNAM.
- * Flores de la Mota, Idalia. 1999. *Teoría de redes*. Facultad de ingeniería, UNAM.
- * Hernández, R.S., Fernández, C.C., Baptista, P.L. 2006. *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill.
- * Hillier, F. S. y Lieberman, G. J. 2006. *Introducción a la investigación de operaciones*. Mc Graw Hill.
- * Hillier, F. S. y Hillier, M. S. 2008. *Métodos cuantitativos para la administración*. Mc Graw Hill.
- * Murray R., Spiegel. 2003. *Probabilidad y estadística*. Mc Graw Hill.
- * Sema Elbeyli y Palaniappa Krishnan. 2000. *In-Patient Flow Analysis Using ProModel™ Simulation Package*. Department of Food and Resource Economics. University of Delaware

- * Charles R. Harrell and Rochelle N. Price. 2003. *Simulation modeling using PROMODEL technology*. Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference, p.p. 175-181.
- * Harrel C., Biman K. Royce O. 2003. *Simulation using PROMODEL*. Mc. Graw Hill. Segunda Edición.
- * Hernandez Goribar Eduardo. 2007. *Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración*. Limusa.
- * Edward G. Pita. 2006. *Acondicionamiento de aire, principios y sistemas*. CECSA. Primera edición en español (segunda edición en inglés)
- * Wikipedia. Simulación. [en línea]. <http://es.wikipedia.org/wiki/Simulaci%C3%B3n>. [consulta: 24 de Abril 2011]
- * Shannon, Robert; Johannes, James D. (1976). «Systems simulation: the art and science». *IEEE. Transactions on Systems, Man and Cybernetics* **6(10)**. pp. 723-724. http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=4309432.
- * Galán, José M.; Izquierdo, Luis R.; Izquierdo, Segismundo S.; Santos, José I.; del Olmo, Ricardo; López-Paredes, Adolfo; Edmonds, Bruce (2009). «Errors and Artefacts in Agent-Based Modelling». *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* **12(1)**. 1. <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/12/1/1.html>.
- * Ing. Francisco Javier Rodríguez Sáenz. *Máquinas sincronas y de CD Manual de asignatura*. Universidad Tecnológica de Puebla. <http://es.scribd.com/doc/49679080/64/Mantenimiento-de-motores-electricos>.

Anexo 1. Datos proporcionados por la empresa CLISA

Solicitud	id_actividad	Desc_Maquila	accesorio_desc	Maquilador	proveedor	importe	moneda	fec_ini_real	fec_fin_real	días totales	Supervisor
789	embobinado	Embobinado con cambio de baleros, rectificando de flecha, cambio de sello a bomba de agua	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	2150	MXN	15/01/2009 09:29	21/01/2009 09:29	6	S7
817	baleros	Cambio de baleros con ajuste de tapas y mantenimiento general a motor evaporador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	780	MXN	19/01/2009 09:04	31/01/2009 09:04	12	S7
813	baleros	cAMBIO DE BALEROS, RELLENADO Y RECTIFICADO DE FLECHA Y ENCAMISADO A TAPAS	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	580	MXN	20/01/2009 09:36	03/02/2009 09:36	14	S7
858	embobinado	Embobinado y cambio de baleros y ajuste de tapas a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1300	MXN	20/01/2009 10:00	24/01/2009 10:00	4	S13
818	embobinado	Embobinado con cambio de rodamientos y ajuste de tapas a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	750	MXN	20/01/2009 12:59	30/01/2009 12:59	10	S12
856	baleros	Reparacion de motor condensador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1580	MXN	20/01/2009 13:01	26/01/2009 13:01	6	S13
857	baleros	Reparacion de motor condensador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	480	MXN	20/01/2009 13:01	24/01/2009 13:01	4	S13

859	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	980	MXN	20/01/2009 16:24	26/01/2009 16:24	6	S8
819	baleros	Cambio de baleros con encamisado de tapas a motor condensador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	580	MXN	20/01/2009 16:28	30/01/2009 16:28	10	S12
828	baleros	Reparacion de dos motores trifasicos mca. G.E de 2 H.P (Rebobinado,cambio de baleros, correccion de tapas,rehabilitacion de laminado de estator).	motor	M2	PINEDO HERMANOS	3870	MXN	21/01/2009 14:52	16/02/2009 14:52	26	S13
883	baleros	reparacion de motor condensador	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	320	MXN	26/01/2009 14:30	03/02/2009 14:30	8	S11
820	embobinado	embobinado con cambio de baleros, sello mecanico juntas y encamisado de tapas a motobomba mca. marathon de 2 h.p.	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1380	MXN	26/01/2009 18:00	17/02/2009 18:00	22	S4
913	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	30/01/2009 13:56	11/02/2009 13:56	12	S7
879	embobinado	embobinado con cambio de baleros, capacitor centrifugo microswich de motor siemens de 1/2 hp	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	700	MXN	30/01/2009 18:00	15/02/2009 18:00	16	S4
839	baleros	FLECHA NUEVA Y CORRECCION DE BASE DEL MOTOR EVAPORADOR	motor	M4	RODAMIENTOS RODMAN	1720	MXN	31/01/2009 08:12	24/02/2009 08:12	24	S9
885	baleros	Encasquillado de tapas de motor, cambio de baleros y servicio	motor	M2	PINEDO HERMANOS	470	MXN	03/02/2009 14:03	27/02/2009 14:03	24	S13
886	baleros	Encasquillado de tapas del motor, cambio de baleros y servicio	motor	M2	PINEDO HERMANOS	650	MXN	03/02/2009 14:10	27/02/2009 14:10	24	S13

922	embobinado	Reparacion de un motor marca Emerson de 3/4 hp. , embobinado, baleros y maquilado de caja	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	680	MXN	04/02/2009 11:32	18/02/2009 11:32	14	S9
926	baleros, sello	CAMBIO DE BALEROS Y SELLO MECANICO	bomba	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	550	MXN	05/02/2009 11:15	21/02/2009 11:15	16	S9
1098	baleros, sello	REPARACION DE MOTOBOMBA CON MOTOR TRIF SIEMENS DE 5 HP	bomba	M2	PINEDO HERMANOS	2090	MXN	05/02/2009 11:41	29/10/2009 11:41	266	S2
969	baleros	REPARACION DE MOTOR EVAPORADOR Mca. G.E. DE 5 HP 1725 R.P.M. 230/460 V	motor	M2	PINEDO HERMANOS	2280	MXN	05/02/2009 12:03	07/02/2009 12:03	2	S1
1001	baleros, sello	Reparacion de bomba de agua para GE	bomba	M4	RODAMIENTOS RODMAN	890	MXN	06/02/2009 13:25	20/02/2009 13:25	14	S11
929	baleros, sello	Soldar y rectificar impulsor de bomba de chiller y colocacion de junta de asbesto negro de 1/6	bomba	M4	RODAMIENTOS RODMAN	1150	MXN	11/02/2009 11:03	11/03/2009 11:03	28	S12
996	baleros	Adaptacion de tapas de bujes a baleros a motor electrico armado y desarmado de turbina	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	730	MXN	13/02/2009 08:00	27/02/2009 08:00	14	S12
1010	embobinado	Embobinado, cambio de baleros y ventilador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1580	MXN	13/02/2009 08:00	03/03/2009 08:00	18	S13
1011	baleros, sello	cambio de baleros sello mecanico juntas y ajuste de tapas a motobomba de 3 hp	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	750	MXN	13/02/2009 09:00	05/03/2009 09:00	20	S4
978	baleros	MAQUILADO DE CAJAS Y CAMBIO DE BALEROS	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	480	MXN	16/02/2009 00:30	10/03/2009 00:30	22	S9

1007	baleros	REPARACION DE UN MOTOR MARCA EMERSON DE 1/2 HP	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	320	MXN	17/02/2009 08:53	04/05/2009 08:53	76	S9
1006	baleros, sello	REPARACION DE MOTOBOMBA DE 2 HP MARCA MARATHON, BALEROS Y SELLO MECANICO	bomba	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	480	MXN	18/02/2009 09:30	08/03/2009 09:30	18	S9
979	baleros	REPARACION DE UN MOTOR DE 3/4 HP, CAMBIO DE BALEROS Y SERVICIO	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	320	MXN	20/02/2009 15:00	22/03/2009 15:00	30	S8
1057	baleros	cambio de baleros con ajuste de tapas a motor siemens de 3 h.p.	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	24/02/2009 09:00	24/03/2009 09:00	28	S4
1394	baleros, sello	REPARACION DE MOTOBOMBA DE AGUA CON MOTOR TRIFASICO MAC. SIEMENS DE 2 HP 220V.	bomba	M2	PINEDO HERMANOS	1480	MXN	27/02/2009 09:53	05/03/2009 09:53	6	S9
1156	baleros	REPARACION DE 2 DOS MOTORES CONDENSADORES	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1725	MXN	27/02/2009 14:00	07/03/2009 14:00	8	S5
1145	embobinado	Embobinado con cambio de baleros de un motor y cambio de bujes y rectificado de flecha de otro motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1110	MXN	02/03/2009 13:52	26/03/2009 13:52	24	S12
944	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor electrico	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	980	MXN	02/03/2009 14:04	07/05/2009 14:04	66	S8
1096	baleros, sello	Reparacion de moto bomba	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1180	MXN	02/03/2009 15:53	09/04/2009 15:53	38	S13

1176	baleros	REPARACION DE UN MOTOR CONDENSADOR 1	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	320	MXN	05/03/2009 19:39	27/03/2009 19:39	22	S9
1250	embobinado	Embobinado con cambio de baleros, sello mecanico y junta a motobomba	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1480	MXN	09/03/2009 11:46	11/03/2009 11:46	2	S7
1251	embobinado	Embobinado con cambio de bujes a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	830	MXN	10/03/2009 11:56	14/03/2009 11:56	4	S7
1249	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas y capacitor a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	780	MXN	10/03/2009 12:19	14/03/2009 12:19	4	S7
1224	baleros	reparacion de motor	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	320	MXN	11/03/2009 10:06	21/03/2009 10:06	10	S11
1254	baleros, sello	cambio de impulsor y tapas	bomba	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	980	MXN	12/03/2009 10:38	16/03/2009 10:38	4	S5
1248	embobinado	Embobinado con cambio de baleros a motor extractor de grupo electrogeno	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1950	MXN	12/03/2009 12:03	18/03/2009 12:03	6	S7
1218	baleros, sello	Cambio de baleros y cello mecanico y junta a motobomba	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	980	MXN	12/03/2009 14:09	13/04/2009 14:09	32	S12
1227	baleros	REPARACION DE MOTOR ELECTRICO	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	560	MXN	12/03/2009 14:30	24/03/2009 14:30	12	S5
1228	baleros	REPARACION DE MOTOR ELECTRICO	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	540	MXN	12/03/2009 16:30	24/03/2009 16:30	12	S5
1229	baleros	REPARACION DE MOTOR ELECTRICO	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	580	MXN	12/03/2009 19:00	24/03/2009 19:00	12	S5
1230	baleros	REPARACION MOTOR CONDENSADOR	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	440	MXN	12/03/2009 19:00	24/03/2009 19:00	12	S5

977	baleros	REPARACION DE UN MOTOR DE 1.5 HP, BALEROS Y SERVICIO	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	320	MXN	17/03/2009 10:14	10/04/2009 10:14	24	S9
1180	baleros	cambio de baleros con ajuste de tapas y mtto. general a motor electrico de 1/2 hp	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	380	MXN	19/03/2009 15:00	08/05/2009 15:00	50	S4
1320	baleros	Reparacion de dos motores condensadores	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1960	MXN	19/03/2009 16:20	02/04/2009 16:20	14	S13
1353	baleros	Cotizacion para cambio de baleros con ajuste de tapas a motor II GE	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	380	MXN	21/03/2009 15:38	27/03/2009 15:38	6	S12
1349	embobinado	embobinado, hacer adaptacion de tapas para baleros, rellenar y rect. flecha a motor electrico de 1/2 hp	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	780	MXN	23/03/2009 10:00	02/04/2009 10:00	10	S8
1350	baleros, sello	Cambio de baleros, cello mecanico y rectificad de flecha a bomba de acoplamiento	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1850	MXN	23/03/2009 13:35	02/04/2009 13:35	10	S12
1351	baleros	Cambio de baleros con ajuste de tapas a motor GE	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	430	MXN	24/03/2009 12:06	05/04/2009 12:06	12	S12
1352	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor GE	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	25/03/2009 14:37	08/04/2009 14:37	14	S12
1416	baleros	Reparacion de motor condensador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1100	MXN	26/03/2009 11:00	30/03/2009 11:00	4	S8
1417	baleros	Reparacion de motor condensador equipo 2	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1100	MXN	26/03/2009 11:01	30/03/2009 11:01	4	S8
1418	baleros	Reparacion de Motor condensador equipo 3	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1100	MXN	26/03/2009 11:01	30/03/2009 11:01	4	S8

1342	embobinado	embobinado con cambio de baleros, sello mecanico y junta motobomba vertical de 1.5 hp 3450 rpm	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1230	MXN	26/03/2009 15:00	11/04/2009 15:00	16	S4
1087	embobinado	Embobinado con cambio de bujes a motor de 3 velocidades	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	830	MXN	27/03/2009 12:15	19/06/2009 12:15	84	S7
1079	embobinado	embobinado con cambio de baleros y encamisado de tapas a motor de 1 h.p.	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	850	MXN	30/03/2009 13:00	02/07/2009 13:00	94	S4
1339	embobinado	embobinado con cambio de baleros a motor mca. Kooltronic a 1750 rpm	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	870	MXN	30/03/2009 13:00	23/04/2009 13:00	24	S4
908	embobinado	Embobinado de estator, cambio de sello, baleros y servicio	bomba	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	1150	MXN	30/03/2009 14:36	03/08/2009 14:36	126	S5
1154	embobinado	REPARACION DE MOTOR (EMBOBINADO Y SERVICIO)	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	440	MXN	31/03/2009 08:52	15/06/2009 08:52	76	S11
1225	baleros	Reparacion de motor	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	550	MXN	31/03/2009 21:45	20/05/2009 21:45	50	S11
1099	baleros	REPARACION DE MOTOR TRIFAC. EMERSON DE 3/4 HP 230/440V	motor	M2	PINEDO HERMANOS	890	MXN	02/04/2009	01/07/2009 00:00	90	S1
1429	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	730	MXN	02/04/2009 12:21	16/04/2009 12:21	14	S7
1168	baleros	Modificacion de tapas de bujes a baleros	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	530	MXN	02/04/2009 12:43	17/06/2009 12:43	76	S7

1404	baleros, sello	Reparacion de motobomba	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1180	MXN	03/04/2009 11:22	23/04/2009 11:22	20	S13
1553	baleros	reparacion motor evaporador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1530	MXN	06/04/2009 09:21	12/04/2009 09:21	6	S8
1443	baleros, sello	cambio de baleros para bomba de agua caliente, cambio de soporte, sello mecanico, junta de asbesto y extraccion de tornillo degollado.	bomba	M4	RODAMIENTOS RODMAN	780	MXN	06/04/2009 14:00	16/05/2009 14:00	40	S4
1591	baleros, sello	Reaparacion de Motobomba, Cambio de Baleros,Sello Mecanico e Impulsor Dañado y Servicio	bomba	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	980	MXN	06/04/2009 16:13	22/04/2009 16:13	16	S2
1466	baleros	Cambio de baleros con ajuste de tapas a motor condensador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	480	MXN	07/04/2009 12:07	27/04/2009 12:07	20	S7
1464	baleros	Adaptacion a tapas,de bujes a baleros y rellenar y rectificar flechas a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	600	MXN	07/04/2009 12:14	29/04/2009 12:14	22	S7
1538	baleros	reperacion de motor evaporador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	580	MXN	08/04/2009 21:02	18/04/2009 21:02	10	S3
1623	baleros	Reparacion de Motor Quemado	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	1900	MXN	13/04/2009 13:26	21/04/2009 13:26	8	S2
1467	baleros	Reparacion de motor condensador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	750	MXN	14/04/2009 16:13	18/05/2009 16:13	34	S8
1552	baleros	reparacion de motor condensador quemado	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	16/04/2009 09:12	06/05/2009 09:12	20	S3
1632	baleros, sello	reparacion de motobomba de 3hp	bomba	M4	RODAMIENTOS RODMAN	2108	MXN	16/04/2009 10:05	23/06/2009 10:05	68	S5

1571	baleros	reparacion de motor de 1/4 de hp	motor	M2	PINEDO HERMANOS	835	MXN	16/04/2009 10:54	14/05/2009 10:54	28	S5
1611	baleros	reparacion de motor de 1hp	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	680	MXN	17/04/2009 17:56	03/05/2009 17:56	16	S5
1614	baleros	reparacion de motor	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	480	MXN	17/04/2009 18:06	05/05/2009 18:06	18	S5
1593	baleros	Reparacion motor condensador	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	580	MXN	18/04/2009 08:00	26/04/2009 08:00	8	S5
1594	baleros	reparacion de motor condensador	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	320	MXN	18/04/2009 11:00	26/04/2009 11:00	8	S5
1439	embobinado	embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor de 374 H.P. A 1140 RPM	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	730	MXN	21/04/2009 09:00	12/06/2009 09:00	52	S4
1641	baleros, sello	Cambio de baleros y cello mecanico a motobomba	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	870	MXN	21/04/2009 14:20	29/04/2009 14:20	8	S12
1436	embobinado	embobinado con adapatacion de tapas par baleros a motor doble turbina 3 velocidades de 1/2 H.P.	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1150	MXN	22/04/2009 09:00	15/06/2009 09:00	54	S4
1630	baleros	Reparación de 2 motores del sistema de extracción y aspa	motor	M2	PINEDO HERMANOS	7157	MXN	22/04/2009 10:48	16/05/2009 10:48	24	S6
1456	baleros	Reparacion de motor condensador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1100	MXN	22/04/2009 16:10	13/06/2009 16:10	52	S8
1621	baleros	Reparacion de motor condensador	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	320	MXN	23/04/2009 08:00	07/05/2009 08:00	14	S5
1622	baleros	Reparacion de motor condensador	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	680	MXN	23/04/2009 11:00	07/05/2009 11:00	14	S5

1615	baleros	reparacion de motor de 0.5 hp	motor	M2	PINEDO HERMANOS	440	MXN	30/04/2009 18:24	06/08/2009 18:24	98	S5
1616	baleros, sello	REPARACION DE MOTOBOMBA DE 3HP	bomba	M2	PINEDO HERMANOS	2420	MXN	30/04/2009 18:33	06/08/2009 18:33	98	S5
1710	baleros	Cambio de baleros con ajuste de tapas a motor electrico	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	380	MXN	03/05/2009 16:46	17/05/2009 16:46	14	S12
1679	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y cello mecanico a motobomba	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1480	MXN	03/05/2009 17:04	27/05/2009 17:04	24	S12
1100	baleros	REPARACION DE MOTOR TRIF. 3/4 HP Mca. EMERSON 230/440V 1100 RPM	motor	M2	PINEDO HERMANOS	740	MXN	04/05/2009	05/10/2009 00:00	154	S1
1709	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a mptor electrico	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	730	MXN	04/05/2009 16:55	20/05/2009 16:55	16	S12
1746	baleros	Cambio de baleros con encamizado de tapas	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	530	MXN	05/05/2009 11:56	15/05/2009 11:56	10	S13
1678	baleros	Cambio de baleros con encamizado de tapas a motor electrico	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	580	MXN	05/05/2009 16:59	02/06/2009 16:59	28	S12
1703	embobinado	Embobinado con cambio de baleros, microswitch, capacitor y ventilador a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	850	MXN	07/05/2009 08:39	29/05/2009 08:39	22	S7
1468	baleros	Reparacion de motores condensadores	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	760	MXN	07/05/2009 17:01	28/07/2009 17:01	82	S13
1474	baleros	Reparacion de motor con densador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	730	MXN	07/05/2009 17:12	28/07/2009 17:12	82	S13
1744	baleros	Reparacion de Motor Condensador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	830	MXN	07/05/2009 17:13	25/05/2009 17:13	18	S13

1742	baleros	Reparacion de motor condensador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	980	MXN	07/05/2009 17:20	25/05/2009 17:20	18	S13
1477	baleros, sello	Reparacion de Motobomba	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	870	MXN	07/05/2009 18:00	28/07/2009 18:00	82	S13
1752	baleros	REPARACION DE MOTOR	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	440	MXN	08/05/2009	14/05/2009 00:00	6	S11
1741	baleros, sello	Reparacion de Motobomba	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	2100	MXN	08/05/2009 17:31	30/05/2009 17:31	22	S13
1743	baleros	Reparacion de Motor Evaporador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	2980	MXN	08/05/2009 17:43	30/05/2009 17:43	22	S13
1738	baleros	reparacion de motor monofasico G.E. mod. 5kcp39jgn811as	motor	M2	PINEDO HERMANOS	250	MXN	12/05/2009	05/06/2009 00:00	24	S10
1771	embobinado	embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor de g.e. de 1/2 h.p.	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	12/05/2009 10:00	22/05/2009 10:00	10	S4
2140	baleros	Reparacion de Motor con Turbina Doble	motor	M2	PINEDO HERMANOS	980	MXN	13/05/2009 10:08	31/05/2009 10:08	18	S8
1736	baleros	reparacion de motor monofasico de turbina doble de 1/2 h.p.	motor	M2	PINEDO HERMANOS	980	MXN	14/05/2009	11/06/2009 00:00	28	S10
1097	baleros	REPARACION DE MOTOR TRIF. 5 HP Mca. GE	motor	M2	PINEDO HERMANOS	2280	MXN	14/05/2009 10:00	04/11/2009 10:00	174	S10
1770	embobinado	embobinado con cambio de baleros y ajustes de tapas amotor de 2 h.p.	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	980	MXN	14/05/2009 11:00	28/05/2009 11:00	14	S4
1512	baleros	Reparacion de Motor Condensador	motor	M2	PINEDO HERMANOS	520	MXN	15/05/2009 20:10	11/08/2009 20:10	88	S2
1513	baleros	Reparacion de Motor	motor	M2	PINEDO HERMANOS	550	MXN	15/05/2009 20:17	11/08/2009 20:17	88	S2

1842	baleros	Reparacion deMotor	motor	M2	PINEDO HERMANOS	680	MXN	20/05/2009 20:00	01/06/2009 20:00	12	S2
1904	baleros	Reparacion de motor electrico	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	480	MXN	21/05/2009 10:00	08/06/2009 10:00	18	S5
1832	embobinado	embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor electrico de 1/2" h.p. 1750 rpm	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	26/05/2009 12:00	21/06/2009 12:00	26	S4
1945	baleros	Encamisado en caja y baleros nuevos	motor	M2	PINEDO HERMANOS	430	MXN	26/05/2009 17:32	05/06/2009 17:32	10	S6
1894	embobinado	Embibinado con cambio de baleros a motor trifasico SIEMENES de 1 HP	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	750	MXN	27/05/2009 12:24	12/06/2009 12:24	16	S12
2001	baleros	Reparacion de Motor quemado	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	1600	MXN	28/05/2009 14:54	21/06/2009 14:54	24	S2
1840	baleros	Reparacion de Motor	motor	M2	PINEDO HERMANOS	1230	MXN	29/05/2009 09:51	07/08/2009 09:51	70	S2
1839	baleros	reparacion de motor	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	380	MXN	01/06/2009	05/07/2009 00:00	34	S11
1850	baleros, sello	cambio de baleros e impulsor	bomba	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	800	MXN	01/06/2009 19:31	05/07/2009 19:31	34	S5
1739	baleros	reparacion de motor monofasico G.E. mod. 5KCP39HFS277S	motor	M2	PINEDO HERMANOS	450	MXN	01/06/2009 19:57	20/08/2009 19:57	80	S10
1844	baleros, sello	Cambio de sello mecanico a bomba de acoplamiento con motor a 2 HP	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	580	MXN	02/06/2009 13:42	12/07/2009 13:42	40	S7
1951	baleros, sello	Cambio de baleros y cello mecanico a moto bomba y cambio de baleros a motor	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1160	MXN	03/06/2009 09:27	25/06/2009 09:27	22	S12

		condensador									
1628	baleros	Cambio de Rodamientos para motor 3 HP	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	550	MXN	03/06/2009 11:38	05/09/2009 11:38	94	S6
1833	embobinado	embobinado con cambio de baleros, sello mecanico y juntas a motobomba de 3 hp	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1480	MXN	03/06/2009 12:00	13/07/2009 12:00	40	S4
1848	baleros	Reparacion de Motor	motor	M2	PINEDO HERMANOS	970	MXN	03/06/2009 12:23	29/07/2009 12:23	56	S2
1972	embobinado	Embobinado con cambio de baleros, ajuste de tapas a motor condensador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	750	MXN	03/06/2009 13:18	23/06/2009 13:18	20	S7
1907	embobinado	embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor electrico de 2 hp 1140 rpm	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	980	MXN	04/06/2009 10:00	04/07/2009 10:00	30	S4
1845	baleros	Cambio de baleros con encamisado a tapas de 3 motores condensadores	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1890	MXN	04/06/2009 13:23	16/07/2009 13:23	42	S7
1905	baleros	cambio de baleros, microswich y bobinas de arranque a motor electrico	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	480	MXN	05/06/2009 12:00	07/07/2009 12:00	32	S4
1973	baleros	Cambio de baleros con encamisado a tapas de 3 motores condensadores	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1890	MXN	05/06/2009 13:28	29/06/2009 13:28	24	S7
2085	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor electrico.	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	830	MXN	06/06/2009 13:55	10/06/2009 13:55	4	S12

2084	baleros	Adaptacion a tapas para baleros a motor GE	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	530	MXN	06/06/2009 14:12	10/06/2009 14:12	4	S12
2052	baleros	Reparacion de 2 motores condensadores (Motor 1 y 2)	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1660	MXN	06/06/2009 15:49	12/06/2009 15:49	6	S12
2089	embobinado	embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor g.e. de 1.5 h.p.	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	750	MXN	10/06/2009 10:00	22/06/2009 10:00	12	S4
2316	baleros	Reparacion de Motor Monofasico de 1/2 HP	motor	M2	PINEDO HERMANOS	630	MXN	10/06/2009 15:17	07/08/2009 15:17	58	S2
2315	baleros, sello	Reparacion de Motobomba para Agua con Motor Trifasico	bomba	M2	PINEDO HERMANOS	1690	MXN	10/06/2009 15:26	28/07/2009 15:26	48	S2
1732	baleros	REPARACION DE MOTOR ADAPTACION DE BUJES A BALEROS Y SERVICIO	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	380	MXN	11/06/2009	01/09/2009 00:00	82	S11
2088	embobinado	embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor electrico g.e. de 1/2 h.p.	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	11/06/2009 10:00	25/06/2009 10:00	14	S4
2165	baleros, sello	Reparación de bomba	bomba	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	3200	MXN	12/06/2009 11:52	27/06/2010 11:52	380	S6
1918	baleros	Reparacion de motor condensador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	830	MXN	12/06/2009 12:29	01/08/2009 12:29	50	S13
2128	embobinado	Embobinado con cambio de baleros a 2 motores condensadores	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1460	MXN	13/06/2009 14:25	05/07/2009 14:25	22	S7
2078	embobinado	Embobinado con cambio de baleros a motor elctrico de 1/2	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	16/06/2009 12:00	10/07/2009 12:00	24	S4

		h.p.									
1852	embobinado	embobinado de estator y cambio de baleros	motor	M2	PINEDO HERMANOS	1300	MXN	23/06/2009 18:47	02/08/2009 18:47	40	S5
2242	baleros, sello	Reparacin de bomaba de agua de clima	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	2350	MXN	26/06/2009 14:35	16/07/2009 14:35	20	S7
2162	baleros	REPARACION DE MOTOR DEL EXTRACTOR DE SALA CD PISO 2	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	750	MXN	27/06/2009 09:09	27/07/2009 09:09	30	S11
2204	baleros	Adaptacion de tapas de bujes a baleros a 2 motores	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	1160	MXN	29/06/2009 12:13	23/07/2009 12:13	24	S12
2209	baleros	Cambio de baleros con ajuste de tapas a 2 motores	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	760	MXN	29/06/2009 13:01	23/07/2009 13:01	24	S12
2203	baleros	Cambio de balres cin ajuste de tapas a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	380	MXN	29/06/2009 15:23	23/07/2009 15:23	24	S12
2436	baleros	reparacion de motor 1/4 para evaporador	motor	M2	PINEDO HERMANOS	780	MXN	01/07/2009 16:30	13/07/2009 16:30	12	S10
2289	baleros, sello	Cambio de baleros con sello mecanico	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	780	MXN	02/07/2009 14:31	24/07/2009 14:31	22	S7
2335	baleros	reparación de motor de 3 HP	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	550	MXN	03/07/2009 12:05	05/09/2009 12:05	64	S6
2302	baleros, sello	Reparacion de motobomba	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1700	MXN	03/07/2009 17:21	25/07/2009 17:21	22	S13
2318	embobinado	reparación de motor trifásico marca WEG de 1750 RPM 230/460 Volts	motor	M2	PINEDO HERMANOS	2310	MXN	09/07/2009 08:01	27/07/2009 08:01	18	S11

2451	embobinado	Embobinado, cambio de baleros y servicio a motor condensador de equipo stulz modelo ccd-602GA 220	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	1400	MXN	14/07/2009 14:00	09/08/2009 14:00	26	S4
2358	baleros	reparacion de motor g.e. de 1/2 hp 230 V 1050 rpm	motor	M2	PINEDO HERMANOS	810	MXN	16/07/2009	21/08/2009 00:00	36	S9
2416	embobinado	embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor marca	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	830	MXN	16/07/2009 11:00	01/08/2009 11:00	16	S4
2192	embobinado	Embobinado con cambio de baleros a motor de 3 velocidades	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	830	MXN	17/07/2009 12:11	17/09/2009 12:11	62	S7
2286	baleros	Reparacion de motor condensador	motor	M2	PINEDO HERMANOS	730	MXN	20/07/2009 16:24	28/09/2009 16:24	70	S10
2364	baleros	Cambio de baleros con encamisado a tapa delantera	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	530	MXN	20/07/2009 16:57	27/08/2009 16:57	38	S7
2414	embobinado	embobinado con cambio de baleros a motor y ajuste de tapas a motor g.e. de 1/2 h.p.	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	21/07/2009 10:00	16/08/2009 10:00	26	S4
2415	baleros	cambio de baleros con encamisado a tapas a motor g.e. de 1/2 H.P.	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	530	MXN	23/07/2009 13:00	22/08/2009 13:00	30	S4
2357	baleros	Cambio de baleros encamisado de tapas y rectificando y rellenado de flecha del motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	650	MXN	23/07/2009 13:42	03/09/2009 13:42	42	S12
1580	baleros	Reparación de motor condensador	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	1100	MXN	27/07/2009 13:00	24/02/2010 13:00	212	S6
1944	embobinado	Embobinado de motor y cambio de baleros	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	580	MXN	27/07/2009 13:01	06/12/2009 13:01	132	S6

1582	baleros	Reparación de 2 motores de 3/4	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	770	MXN	27/07/2009 13:11	24/02/2010 13:11	212	S6
1949	embobinado	reparación de motobomba (embobinado, baleros, sello mecanico)	bomba	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	1300	MXN	27/07/2009 13:26	06/12/2009 13:26	132	S6
1943	embobinado	Embobinado baleros y maquilado de motor	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	820	MXN	27/07/2009 13:52	06/12/2009 13:52	132	S6
2288	baleros	Reparacion de motor del evaporador 1/4 hp	motor	M2	PINEDO HERMANOS	980	MXN	30/07/2009 14:13	29/08/2009 14:13	30	S10
2287	baleros	reparacion de motor del evaporador de 3/4 hp	motor	M2	PINEDO HERMANOS	430	MXN	30/07/2009 14:44	28/10/2009 14:44	90	S10
2284	baleros	motor de evaporador dañado	motor	M2	PINEDO HERMANOS	980	MXN	30/07/2009 14:48	28/10/2009 14:48	90	S10
2305	baleros	reparacion de motor de 3 hp 850 rpm 8 POLOS (motor especial)	motor	M2	PINEDO HERMANOS	2460	MXN	01/08/2009 08:56	20/09/2009 08:56	50	S1
2359	baleros, sello	Cambio de baleros, sello mecanico, junta y manteniiiento general a motobomba	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	780	MXN	05/08/2009 11:41	12/10/2009 11:41	68	S7
2598	embobinado	Embobinado con cambio de baleros a bomba de relleno de radiador de GE	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	780	MXN	05/08/2009 13:16	02/10/2009 13:16	58	S7
2511	baleros	Adaptacion de tapas de bujes a baleros de motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	630	MXN	05/08/2009 14:23	14/09/2009 14:23	40	S12
2769	baleros	Reparacion de Motor	motor	M2	PINEDO HERMANOS	670	MXN	07/08/2009 18:11	05/12/2009 18:11	120	S2
2257	baleros	reparacion de motor de 10 hp 2307460 volts 1800 rpm	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	850	MXN	13/08/2009 17:26	02/01/2010 17:26	142	S10

2256	embobinado	reparacion de motor 3 hp 1800, embobinado, baleros, maquilado de tapas, cambio de ventilador y servicio de mantto. general	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	1200	MXN	13/08/2009 17:37	02/01/2010 17:37	142	S10
2685	baleros, sello	reparacion de motobomba de 1.5hp	bomba	M2	PINEDO HERMANOS	1470	MXN	24/08/2009 14:07	10/11/2009 14:07	78	S8
2686	baleros	reparacion de motor 3/4hp	motor	M2	PINEDO HERMANOS	980	MXN	24/08/2009 14:18	10/11/2009 14:18	78	S8
2629	baleros	Cambio de baleros con encamizado a tapas a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	580	MXN	25/08/2009 13:19	30/10/2009 13:19	66	S7
2801	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor condensador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	730	MXN	25/08/2009 13:29	10/10/2009 13:29	46	S7
2878	baleros	cambio de baleros y ajuste de tapas a motor electrico de 1/2 h.p..	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	380	MXN	26/08/2009 12:07	01/10/2009 12:07	36	S4
2783	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1650	MXN	27/08/2009 13:24	04/10/2009 13:24	38	S7
2898	baleros	Motor de fan and coil	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	700	MXN	27/08/2009 13:34	22/09/2009 13:34	26	S12
2899	baleros	Cambio de baleros con encasquillado a tapas de motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	620	MXN	27/08/2009 13:41	22/09/2009 13:41	26	S7
2885	baleros, sello	reparación de bomba de 3 HP	bomba	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	1300	MXN	28/08/2009 18:24	30/08/2009 18:24	2	S6
2726	embobinado	EMBOBINADO Y CAMBIO DE BALEROS Y AJUSTE DE TAPAS A MOTOR	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	730	MXN	04/09/2009 08:00	05/11/2009 08:00	62	S13

2865	embobinado	Embobinado con cambio de baleros a motor electrico	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	730	MXN	06/09/2009 10:02	28/09/2009 10:02	22	S12
2760	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a moto GE	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	850	MXN	06/09/2009 10:17	26/10/2009 10:17	50	S12
2867	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a 2 motores	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1110	MXN	06/09/2009 10:33	28/09/2009 10:33	22	S12
2759	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor FASCO	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	980	MXN	06/09/2009 10:40	26/10/2009 10:40	50	S12
2879	embobinado	embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor electrico de 3/4 de h.p.	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	730	MXN	07/09/2009 12:42	13/10/2009 12:42	36	S4
2890	embobinado	embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor electrico de 2 h.p.	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	980	MXN	07/09/2009 13:00	11/10/2009 13:00	34	S4
3033	baleros	REPARACION Y SERVICIO DE MOTOR	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	680	MXN	09/09/2009 12:42	03/04/2010 12:42	206	S11
3054	baleros	Reparacion de 2 Motores Condensadores y 1 Motor Evaporador Reporte CAF 68154	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	940	MXN	10/09/2009 12:45	04/04/2010 12:45	206	S1
3071	baleros	servicio y reparacion de motor	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	380	MXN	11/09/2009 12:50	01/04/2010 12:50	202	S11
2999	baleros	Reparacion de motor electrico	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	320	MXN	14/09/2009 10:00	03/11/2009 10:00	50	S5
3000	baleros	Reparacion motor electrico	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	320	MXN	14/09/2009 10:00	03/11/2009 10:00	50	S5

2763	baleros	Reparacion de Motor Evaporador	motor	M2	PINEDO HERMANOS	670	MXN	17/09/2009 18:04	15/01/2010 18:04	120	S2
2887	baleros	Reparación de motor, maquinado de caja, baleros y servicio.	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	440	MXN	21/09/2009 18:48	08/11/2009 18:48	48	S6
2888	baleros	Reparación de motor, condensador	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	450	MXN	21/09/2009 18:54	08/11/2009 18:54	48	S6
2889	baleros	Reparación de motor	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	320	MXN	21/09/2009 19:02	08/11/2009 19:02	48	S6
2891	baleros	Reparación de motor	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	750	MXN	21/09/2009 19:07	08/11/2009 19:07	48	S6
2892	baleros, sello	Reparación de bomba	bomba	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	3200	MXN	21/09/2009 19:12	08/11/2009 19:12	48	S6
2893	baleros	Reparación de motor, suministro y balanceo de aspas	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	1450	MXN	21/09/2009 19:19	08/11/2009 19:19	48	S6
2894	embobinado	Reparación de motor embobinado, baleros, maquilado de caja y servicio	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	1200	MXN	21/09/2009 19:24	08/11/2009 19:24	48	S6
2896	embobinado	Reparación de motobomba 5 HP, embobinado y sello mecanico	bomba	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	2900	MXN	21/09/2009 19:33	08/11/2009 19:33	48	S6
2897	baleros	Reparación de motor, adaptación de bujes a baleros	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	380	MXN	21/09/2009 19:58	08/11/2009 19:58	48	S6
2904	baleros	Reparación de turbina y motor	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	680	MXN	21/09/2009 20:09	08/11/2009 20:09	48	S6
2910	baleros	Cambio de baleros y servicio a motor de 3 HP	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	550	MXN	21/09/2009 20:14	08/11/2009 20:14	48	S6
2918	baleros, sello	Reparación de bomba, sello mecánico, baleros y servicio	bomba	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	1700	MXN	21/09/2009 20:29	08/11/2009 20:29	48	S6

2919	baleros	Reparación de motor condensador	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	550	MXN	21/09/2009 20:33	08/11/2009 20:33	48	S6
2920	embobinado	Reparación d motor embobinado y buje	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	480	MXN	21/09/2009 20:37	08/11/2009 20:37	48	S6
2921	embobinado	Reparación de motor, baleros, rembobinado	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	950	MXN	21/09/2009 20:42	08/11/2009 20:42	48	S6
2922	embobinado	Rparación de motobomba embobinado, sello mecánico, cambio de flecha	bomba	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	1450	MXN	21/09/2009 21:00	08/11/2009 21:00	48	S6
2923	baleros	Reparación de motor, baleros y servicio	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	320	MXN	21/09/2009 22:04	08/11/2009 22:04	48	S6
2924	baleros	Servicio a motor	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	220	MXN	21/09/2009 22:10	08/11/2009 22:10	48	S6
2925	embobinado	embobinado, baleros y servicio a motor	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	550	MXN	21/09/2009 22:14	08/11/2009 22:14	48	S6
2605	baleros	cambio de baleros y rectificado de flecha	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1100	MXN	22/09/2009 14:04	16/01/2010 14:04	116	S13
2724	baleros	Cambio de baleros con encamisado de tapas a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	580	MXN	22/09/2009 14:14	23/12/2009 14:14	92	S13
2723	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	830	MXN	22/09/2009 14:23	23/12/2009 14:23	92	S13
2725	baleros	Cambio de baleros con ajuste de tapas	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	380	MXN	22/09/2009 14:30	23/12/2009 14:30	92	S13
2612	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a dos moters	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1460	MXN	22/09/2009 14:37	16/01/2010 14:37	116	S8

2610	baleros	Cambio de baleros y ajuste de tapas a dos motores	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	760	MXN	22/09/2009 14:43	16/01/2010 14:43	116	S13
2606	embobinado	Embobinado con ajuste de tapas y cambio de baleros	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	980	MXN	22/09/2009 14:51	16/01/2010 14:51	116	S13
2608	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y hechura de flecha	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1150	MXN	22/09/2009 14:58	16/01/2010 14:58	116	S13
3057	embobinado	Embobinado con cambio de baleros a motor extractor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	2480	MXN	23/09/2009 12:38	18/02/2010 12:38	148	S7
2991	baleros, sello	Cambio de baleros con encamizado a tapas y rectificado a flecha, cambio de sello mecanico	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	2600	MXN	24/09/2009 13:48	11/11/2009 13:48	48	S7
3036	embobinado	Barnizar motor, encasquillado y cambio de bales a motor	motor	M4	RODAMIENTOS RODMAN	540	MXN	28/09/2009 14:18	07/11/2009 14:18	40	S13
2886	embobinado	reparación de motor, embobinado, baleros y servicio	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	640	MXN	29/09/2009 18:41	02/12/2009 18:41	64	S6
2937	embobinado	embobinado de motobomba y cambio de impulsor	bomba	M2	PINEDO HERMANOS	2020	MXN	05/10/2009 13:04	20/12/2009 13:04	76	S10
2870	embobinado	rebobinado y cambio de baleros y tapa	motor	M2	PINEDO HERMANOS	1420	MXN	06/10/2009 15:30	08/01/2010 15:30	94	S5
2947	baleros	reparacion de motor de 0.33hp	motor	M2	PINEDO HERMANOS	550	MXN	06/10/2009 15:37	25/12/2009 15:37	80	S5
2948	baleros	reparacion de motor 1hp lactl. la presa	motor	M2	PINEDO HERMANOS	440	MXN	06/10/2009 15:44	25/12/2009 15:44	80	S5
3284	baleros	Reparación de motor	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	380	MXN	07/10/2009 13:36	06/03/2010 13:36	150	S6

3007	baleros	cambio de baleros, capacitor relleno y rectificando de flecha a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	07/10/2009 15:00	10/12/2009 15:00	64	S4
3401	baleros, sello	Reparacion de Bomba	bomba	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	700	MXN	12/10/2009 12:02	05/02/2010 12:02	116	S2
3402	baleros, sello	Reparacion de Motobomba	bomba	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	1450	MXN	13/10/2009 14:07	02/03/2010 14:07	140	S8
3286	embobinado	Embobinado de motor, cambio de baleros y encamisado de cajas	motor	M2	PINEDO HERMANOS	810	MXN	14/10/2009 10:38	01/11/2009 10:38	18	S6
3451	baleros	reparacion de motor doble turbinado 1/2 hp emerson	motor	M2	PINEDO HERMANOS	1200	MXN	22/10/2009 13:45	01/03/2010 13:45	130	S8
2533	baleros	MOTOR EXTRACTOR DAÑADO	motor	M2	PINEDO HERMANOS	900	MXN	22/10/2009 19:28	02/05/2010 19:28	192	S1
2873	baleros	reparacion de motor extractor de 2 hp	motor	M2	PINEDO HERMANOS	1280	MXN	22/10/2009 19:31	01/03/2010 19:31	130	S1
2304	baleros	reparacion de motor de 3 hp Kuenle de 3 hp 850 rpm 8 polos	motor	M2	PINEDO HERMANOS	2860	MXN	24/10/2009 11:20	29/06/2010 11:20	248	S1
3470	baleros	Reparacion de Motor Evaporador	motor	M4	RODAMIENTOS RODMAN	1429	MXN	27/10/2009 17:18	03/01/2010 17:18	68	S2
3561	embobinado	REPARACION DE MOTOR	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	540	MXN	08/11/2009 14:11	04/02/2010 14:11	88	S11
3070	baleros	reparacion de motor	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	200	MXN	17/11/2009 12:47	07/06/2010 12:47	202	S11
3390	baleros	Reparacion de motor evaporador	motor	M4	RODAMIENTOS RODMAN	580	MXN	17/11/2009 15:44	26/01/2010 15:44	70	S12
3298	baleros, sello	cambio de caja de baleros y sello mecanico	bomba	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	550	MXN	17/11/2009 19:45	05/02/2010 19:45	80	S5

2990	baleros, sello	Cambio de baleros, sello mecanico, junta y encamisado a tapas de motor	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	830	MXN	18/11/2009 08:20	17/04/2010 08:20	150	S7
3063	baleros	cambio de baleros con encamisado a tapas de motor electrico de 1/3 de h.p.	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	650	MXN	18/11/2009 10:00	07/04/2010 10:00	140	S4
3382	baleros	Cambio de baleros, micro swichs y capacitor a motor electrico	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	580	MXN	18/11/2009 11:00	02/02/2010 11:00	76	S4
2970	embobinado	Reparacion de 2 motores 1 con embobinado,cambio de baleros y ajuste de tapas 2 cambio de baleros,encamisado de tapas	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1460	MXN	18/11/2009 13:00	17/04/2010 13:00	150	S12
2966	baleros	Cambio de baleros encamisado de tapas y relleno y rectificado de flecha de motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	18/11/2009 14:33	17/04/2010 14:33	150	S12
3210	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y encamisado de tapaz a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	960	MXN	18/11/2009 15:05	26/02/2010 15:05	100	S12
3061	embobinado	embobinado con cambio de baleros a motor electrico de 1/2 h.p.	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	650	MXN	19/11/2009 18:00	14/04/2010 18:00	146	S4
3446	baleros	Cambio de baleros con ajuste de tapas	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	380	MXN	20/11/2009 08:36	15/01/2010 08:36	56	S7
3184	baleros	Adaptacion de tapas de bujes a baleros	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	20/11/2009 08:39	16/03/2010 08:39	116	S8
3445	baleros	Cambio de baleros, soldar base y centrar estator	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	20/11/2009 08:42	23/01/2010 08:42	64	S7

3056	embobinado	Embobinado con cambio de baleros a 2 motores extractores	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1700	MXN	20/11/2009 12:45	09/04/2010 12:45	140	S7
3180	baleros	Reparacion de base de motor evaporador	motor	M4	RODAMIENTOS RODMAN	360	MXN	20/11/2009 15:29	14/03/2010 15:29	114	S7
3182	embobinado	Embobinado con lubricacion de bujes a motor evaporador	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	23/11/2009 08:30	25/03/2010 08:30	122	S7
3647	baleros, sello	Reparacion de motobomba	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	2350	MXN	25/11/2009 12:20	11/12/2009 12:20	16	S7
3644	baleros	CAMBIO DE BALEROS CON AJUSTE A TAPAS DE MOTOR	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	480	MXN	25/11/2009 12:34	11/12/2009 12:34	16	S7
3645	baleros	CAMBIO DE BALEROS CON ENCAMIZADO A TAPAS DE MOTOR CONDENSADOR	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	630	MXN	25/11/2009 12:39	11/12/2009 12:39	16	S7
3675	baleros, sello	reparacion de motobomba con motor trif. DOERR de 1 1/2 h.p.	bomba	M2	PINEDO HERMANOS	1150	MXN	26/11/2009	02/12/2009 00:00	6	S1
3676	baleros, sello	REPARACION DE MOTOBOMBA CON MOTOR TRIFASICO DE 3 H.P.	bomba	M2	PINEDO HERMANOS	1450	MXN	26/11/2009	02/12/2009 00:00	6	S1
3652	embobinado	Embobinado con cambio de buje a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	26/11/2009 12:15	10/12/2009 12:15	14	S7
3708	embobinado	embobinado con cambio de baleros y encamisado a tapas delantera a motor de 1/2 h.p.	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	30/11/2009 08:00	22/12/2009 08:00	22	S4
3564	baleros	cambio de baleros con encamisado a tapas a motor marca marathon de 7.5 h.p. 1750 rpm	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1580	MXN	01/12/2009 07:52	12/01/2010 07:52	42	S12

3722	embobinado	Embobinado con cambio de baleros a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	680	MXN	01/12/2009 12:25	13/12/2009 12:25	12	S7
3721	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	730	MXN	01/12/2009 12:30	13/12/2009 12:30	12	S7
3297	embobinado	Embobinado con cambio de bales a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	980	MXN	01/12/2009 12:36	19/03/2010 12:36	108	S13
3322	embobinado	Embobinado con modificacion a tapas y adaptacion de baleros	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1580	MXN	01/12/2009 16:31	19/03/2010 16:31	108	S8
3072	baleros	SERVICIO Y REPARACION DE MOTOR EVAPORADOR	motor	M2	PINEDO HERMANOS	1740	MXN	02/12/2009	13/05/2010 00:00	162	S11
3726	embobinado	Embobinado con cambio de baleros a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	750	MXN	02/12/2009 07:31	14/12/2009 07:31	12	S12
3727	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y cello mecanico a motobomba	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1480	MXN	02/12/2009 10:42	14/12/2009 10:42	12	S12
3181	baleros	reparacion de base de motor evaporador	motor	M4	RODAMIENTOS RODMAN	360	MXN	02/12/2009 12:38	01/05/2010 12:38	150	S7
3562	baleros	REPARACION DE MOTOR	motor	M3	REPARACIONES INDUSTRIALES	1050	MXN	03/12/2009	01/02/2010 00:00	60	S9
3674	baleros	reparacion de motor monofasico marathon de 3/4 230v 1075 rpm	motor	M2	PINEDO HERMANOS	440	MXN	10/12/2009	23/01/2010 00:00	44	S8
3733	embobinado	embobinado de motor,cambio de baleros y ajuste de tapas	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	980	MXN	10/12/2009 14:04	07/01/2010 14:04	28	S3
3671	baleros	reparacion de turbinadoble con motor de 1/2 h.p.	motor	M2	PINEDO HERMANOS	990	MXN	14/12/2009	27/01/2010 00:00	44	S8

3672	baleros	reparacion de motor trifasico siemens de 2 h.p.	motor	M2	PINEDO HERMANOS	1190	MXN	14/12/2009	27/01/2010 00:00	44	S9
3673	baleros, sello	reparacion de motobomba marathon de 2 h.p. 440 v 3600 rpm	bomba	M2	PINEDO HERMANOS	1540	MXN	14/12/2009	27/01/2010 00:00	44	S9
3450	baleros	reparacion de motor 3/4 emerson	motor	M2	PINEDO HERMANOS	1010	MXN	16/12/2009 12:46	09/04/2010 12:46	114	S10
3231	baleros	encamisado de cajas de balero en tapas de motor gastadas, ventilador de motor interno roto	motor	M2	PINEDO HERMANOS	970	MXN	16/12/2009 13:30	17/05/2010 13:30	152	S5
3973	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor extractor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1580	MXN	21/12/2009 22:32	10/01/2010 22:32	20	S12
3968	baleros, sello	Cambio de baleros, sello mecanico y ajuste a tapas de motobomba	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	830	MXN	22/12/2009 12:25	11/01/2010 12:25	20	S7
3969	embobinado	Embobinado con cambio de baleros, sello mecanico y ajuste de tapas a motobomba	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	2350	MXN	22/12/2009 12:26	11/01/2010 12:26	20	S7
3970	baleros, sello	Cambio de baleros, sello mecanico, junta y ajuste de tapas	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1380	MXN	22/12/2009 12:26	11/01/2010 12:26	20	S7
3971	baleros, sello	Cambio de baleros, sello mecanico y ajuste de tapas	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	1380	MXN	22/12/2009 12:27	11/01/2010 12:27	20	S7
3972	embobinado	Embobinado con cambio de baleros y ajuste de tapas a motor	motor	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	730	MXN	22/12/2009 12:27	11/01/2010 12:27	20	S7
3646	baleros, sello	Reparacion de bomba de agua	bomba	M1	EMBOBINADO DE MOTORES "SOLIS"	830	MXN	25/12/2009 12:43	11/03/2010 12:43	76	S7

