

## **Análisis e implementación de un plan de mantenimiento a los compactadores de basura**

Guadalupe Neaves, Juan Solís, Ana García y José Arriaga

G. Neaves, J. Solís, A. García y J. Arriaga  
Universidad Tecnológica de Tamaulipas Norte, Av. Universidad Tecnológica #1555 Col. La Escondida.  
Ciudad Reynosa, Tamaulipas. C.P. 88770. México  
jangelarriagap@yahoo.com.mx.

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## **Abstract**

For several years, the company has been trying to keep functional garbage compactors rented to local companies that generate waste in high volume due to the nature of your business.

These companies generally fall into the category of the Maquila Industry, whether electronic parts, metal-mechanical, automotive, electrical, equipment manufacturing, among others, and require garbage collection services in the range of 30 m<sup>3</sup> per week . The garbage compactors must remain functional 24 hours a day including weekends and this degree of demand did not allow other maintenance rather than Corrective creating a series of situations involving non-service stoppages, non-scheduled demand for parts, emergency decision- making to support customer service, among others.

The Analysis and Implementation of Maintenance Plan resolved all these situations up to 95% making use of various kinds of administrative tools like 5S, 8D, Pareto and Ishikawa Diagram, combined with training, tools & very consistent follow-up.

Much of the success that was obtained during the development of this project was due to the involvement of the Operation Management, the attitude of the technicians and the availability of Maquila companies to welcome and allow us to carry out our Maintenance Plan.

## **6 Introducción**

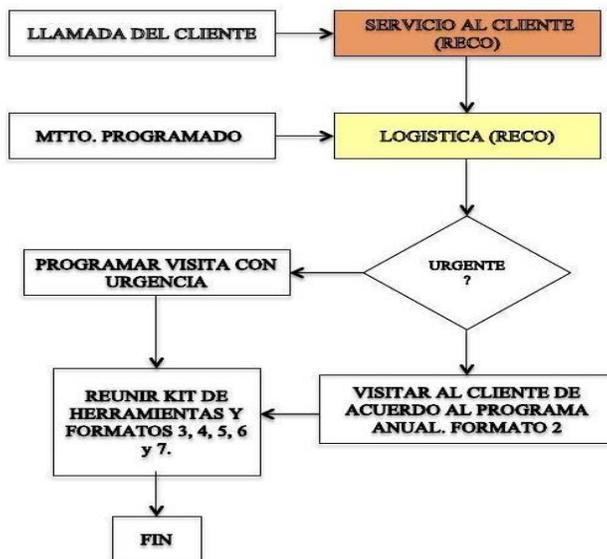
La empresa Reco de Reynosa realiza actividades relacionadas con protección ambiental, así como el servicio de barrido y limpieza de calles, recolección comercial y transporte de residuos sólidos, entre otros servicios. En cuanto a la recolección de residuos, la empresa ofrece una variedad amplia de contenedores abiertos desde 1.5 m<sup>3</sup>, 3 m<sup>3</sup>, 4.5 m<sup>3</sup>, 23 m<sup>3</sup> y 31 m<sup>3</sup>. Además, se ofertan compactadores con cartuchos de recolección con capacidad de 31 m<sup>3</sup>.

Estos últimos están dotados de un sistema de compactación semi-automática en la cual, el usuario final solo tiene que depositar la basura ya sea en bolsas o a granel en el compactador y operarlo por medio de un botón que inicia el ciclo automático de compactación. Una vez hecho esto, el compactador queda en espera de la siguiente carga de basura.

Estos equipos están contruidos bajo normas industriales con materiales y acabados capaces de resistir años de uso. No hay que olvidar que la basura puede contener desde líquidos como agua y residuos de bebidas, hasta materiales sólidos como madera, plásticos, etc. Sin embargo, el trasiego de la basura a veces causa accidentes que dañan la operatividad del equipo compactador, específicamente la sección eléctrica, electrónica e hidráulica.

Cuando esto ocurre, se inicia una serie de eventos descritos en la siguiente figura 6.

**Figura 6** Autoría propia



Esta serie de eventos comenzaba con una llamada urgente al departamento de Servicio al Cliente de RECO, quien a su vez lo comunicaba a Logística para programar una visita en compañía del Técnico de Servicio, quien tenía que interrumpir sus actividades regulares previamente programadas, para atender una urgencia.

A esto se le sumaba el que no había refacciones si es que el problema implicaba reemplazar partes o sustituir por otras con el fin de aislar un problema en especial. Esto fue muy notorio especialmente en la Tablilla de Control Electrónico que permite la secuencia de funciones del compactador. Sustituir esta Tablilla no era tanto el costo que implicaba, sino que el tiempo de entrega era y sigue siendo de 5 a 6 semanas después de hecho el depósito bancario.

Este proyecto del Análisis e Implementación de un Plan de Mantenimiento a Compactadores de Basura, se enfocó en encontrar las causas-raíz y la manera de solucionar cada una de las circunstancias que retrasaban el restablecimiento del servicio que proporcionaba el compactador al cliente y lo más importante, en encontrar soluciones que garantizaran que no se volverían a repetir. Obviamente, para asegurar el éxito del proyecto, fue necesario que se involucraran toda la cadena de servicio desde la Gerencia de Operaciones hasta el último de los operadores, lo cual ocurrió.

## 6.1 Método

Como método de análisis, fue necesario definir las áreas que se pudieran especificar en el equipo compactador y estas quedaron de la siguiente manera:

1. Chasis, áreas de montaje de mecanismos, placa de empuje de basura, guías y cubiertas.
2. Sistema hidráulico, compuesto por el cilindro, mangueras, conexiones, electroválvula, tanque de aceite y el aceite hidráulico.
3. Sistema eléctrico, compuesto por la caja de alimentación, el interruptor termo magnético, transformador reductor de doble voltaje primario y cableado interno.
4. Sistema de control electrónico, compuesto por la tablilla electrónica que está formado por un Control Lógico Programable, los interruptores de botón, interruptores de límite (opcionales) y luces indicadoras (opcionales).

Para llevar a cabo lo anterior, fue necesario leer el manual de operación para usarlo como referencia y conocer las condiciones generales de diseño y funcionamiento del Compactador de acuerdo al fabricante. También se tomaron en cuenta todas las recomendaciones para las acciones de mantenimiento.

Por lo anterior, fue necesario crear un objetivo que nos guiara a través del proceso y evitar desviaciones en el proceso. Este objetivo quedó de la siguiente manera:

Diseñar e implementar un plan de servicio de mantenimiento en campo que permita al Técnico de Servicio de RECO, identificar, aislar y solucionar la causa raíz que provocó la falla de un Compactador en un lapso de tiempo que no sobrepase 1 hora.

Este objetivo tiene como meta, aplicar la técnica de solución de problemas llamada 8D's en la cual el primer paso es proteger a la empresa con una medida de contención que evite la interrupción del servicio requerido por el cliente.

El siguiente paso consistió en "revisar" los conocimientos técnicos de la persona designada por la empresa para atender las llamadas de emergencia que reportaba el departamento de Servicio al Cliente, para lo cual el Ing. Guadalupe Neaves Camacho y el Ing. Juan Carlos Solís Melo, estuvieron acompañando al técnico de Reco a varias de las visitas en las cuales se evaluó su desempeño ante los diferentes escenarios de fallas en los equipos.

Fue notorio la falta de herramienta para abrir cajas eléctricas, medir voltajes, corrientes, etc. lo cual evidenció que una de las causas raíz en la solución de fallas era la falta de herramienta y equipo. El Cuerpo Académico consensó la siguiente lista de herramientas:

**Tabla 6** Listas de Herramientas

Artículo	Descripción	Cantidad
1	Pinzas de punta de 6"	1
2	Pinzas de corte diagonal de 4" y 6" con mango aislado	1
3	Pinzas de electricista de 10" con mango aislado	1
4	Pinzas de presión de 10"	1
5	Amperímetro digital de gancho con escala de 600 Amp.	1
6	Juego de desarmadores de cuchilla de 4", 6" y 8"	1
7	Pinzas mecánicas mango aislado de 8"	1
8	Par de guantes para electricista	1
9	Juego de desarmadores Phillips de 4", 6" y 8"	1
10	Llave ajustable (Perica) de 10" mango aislado	1
11	Rollo de cinta de aislar 3M	1
12	Juego de llaves Allen americano	1
13	Martillo mango de madera o aislado	1
14	Navaja de 3"	1
15	Extractor de Fusibles	1
16	Bolsa o estucho para herramienta	1

Se logró gestionar que la empresa proporcionara la herramienta sugerida para el uso exclusivo del técnico de servicio. Como garantía hacia la empresa del buen uso de ella, el empleado firmó un resguardo ante Finanzas con copia a su expediente. Aunado a las herramientas y en conjunto con el técnico, se preparó también una lista de refacciones adecuadas para atender lo más frecuente en cuanto a fallas. Está conformada de la siguiente manera:

**Tabla 6.1** Listas de Refacciones

Artículo	Descripción	Cantidad
1	Fusible de 1.5 Amp FNQ-R-1 1/2	5
2	Fusible de 3 Amp. FNQ-R-3	5
3	Interruptor Selector de llave 2 Posiciones S/Retorno	2
4	Interruptor de Botón color Verde sin Retención M22-D-G	2
5	Interruptor de Paro de Hongo Rojo Pulsar-Jalar M22-PV	2
6	Block de Contactos NO M22-K 10	2
7	Block de Contactos NC M22-K 01	2
8	Adaptador para Contactos M22-A	2
9	Kit de contactos para Contactador	2
10	Rollo de Cinta de aislar plástica de ½ "	1
11	Extractor de Fusibles	1
12	Una tablilla	1

Independientemente del beneficio que implica el contar con las herramientas adecuadas, también representó un incentivo hacia el técnico motivándolo en el desarrollo de este proyecto.

La siguiente acción a revisar en el proyecto fue los Formatos que se deberían usar para registrar los detalles encontrados durante las visitas, estos Formatos deben ser los adecuados para cada área en la que dividió el servicio al equipo del compactador. Esto llevó al Cuerpo Académico a crear Formatos para las siguientes áreas:

Reporte de visitas

Área Metal-Mecánica.

Área Hidráulica

Área Eléctrica

Área Electrónica

Cada uno de estos Formatos fueron creados por el Cuerpo Académico junto con el personal operativo de Reco y se les consideran documentos "vivos" los cuales están sujetos a modificaciones que se consideren pertinentes y que representen una mejora. A continuación, se desglosan las características más sobresalientes en cada uno de ellos:

**Figura 6.1** Formato del Reporte de visitas

**REPORTE DE VISITA**

REYNOSA TAMAUPLIPAS MEXICO



**GRUPO RECO**

Bitácora de Mantenimiento a Compactadores

Fecha del antes \_\_\_\_\_ Fecha del después \_\_\_\_\_

Empresa \_\_\_\_\_ Número de Compactador \_\_\_\_\_

Ubicación \_\_\_\_\_

Contacto \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_

En operación SI NO

Si la respuesta es NO, explique la Falla \_\_\_\_\_

Si hay daños, escriba la descripción. Anexe fotos si es conveniente. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nombre de quien reporta \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

CONT. REPORTE DE VISITA

REYNOSA TAMAUlipAS MEXICO

**GRUPO RECO**

Bitácora de Mantenimiento a Compactadores

Partes Usadas,..... Página 2

---



---



---



---



---

Pendientes:..... Responsable

---



---



---



---



---

Sobre este formato se debe escribir e inclusive agregar fotos que sirvan para constatar el estado de un equipo en particular. Este sirve como referencia para mantenimientos futuros y también sirve como una base de datos de cuál era el estado que guardaba un equipo en una fecha dada. Es particularmente importante para el Departamento al Cliente ya que la mayoría de las veces, la comunicación entre Cliente-Empresa es vía telefónica y si existe una referencia como este Formato donde se vació información sensible, ahorra muchos dolores de cabeza, pérdida de tiempo, etc.

**Figura 6.2** Formato del Área Metal-Mecánica

Area Mtal-Mecánica.- Chasis, áreas de montaje de mecanismos, placa de empuje de basura, guías y cubiertas.

REYNOSA TAMAUlipAS MEXICO

**GRUPO RECO**

Area Metal Mecánica  
Hoja de Revisión Rápida a Compactadores y Cartuchos

1.- ¿El equipo funciona ?  
SI  (.Continue ) NO  Anote en Notas

2.- Recorra el perímetro del equipo y revise si hay daños.  
SI  (.Ver Notas) NO  (.Continue)

3.- ¿Tiene basura el cartucho ?  
SI  (.Indique cantidad ) NO  (.Continue)  
Poca  Medio  Lleno

4.- ¿El equipo necesita mantenimiento ?  
SI  (.Ver Notas) NO  (.Continue)

NOTAS:

---



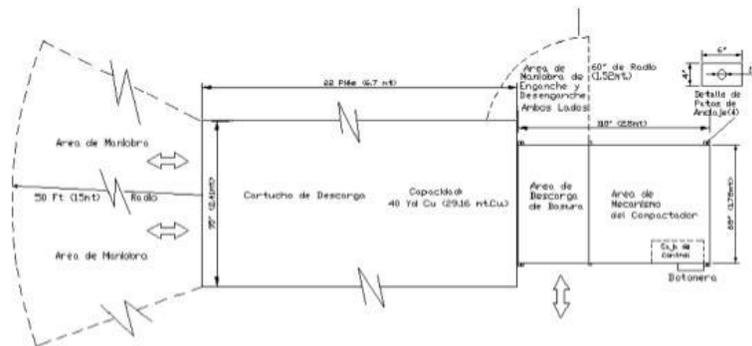
---



---



---



**Requerimientos:**

El Cliente deberá proporcionar el espacio indicado para maniobras y alimentación eléctrica de 220 volts, 3 Fases, a través de una caja cortadora de navajas de 3 x 30 Amp con Fusibles. La alimentación a la caja de control será con cable uso rudo de 4 X 10 AWG, por la parte inferior de la caja. Se le recuerda al Cliente que ancle el Compactador usando las 4 orejas de montaje de las esquinas.

RECO de Reynosa, S.A. de C.V.
VISTA DE PLANTA DEL COMPACTADOR Y CARTUCHO DE 40 Yd Cu (29.16 m³ Cu)
ENERO 2012 POR: G. NEAVES
REV. Y AUTORIZO: ING. J. ESPINOSA

Al igual que el Formato anterior, se espera que el técnico lo llene con los datos de cómo se encuentra el equipo.

Cuando se diseñó el Formato, se detectó la necesidad de proporcionarle al Cliente final, un dibujo esquemático donde se especifican las distancias recomendadas desde y hacia el equipo.

En varios casos se encontraron equipos, contenedores, etc., justo a un lado del compactador lo cual evitaba el acceso a la caja de control.

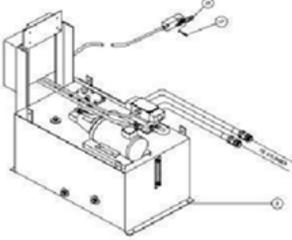
Este lay-out fue creado por el Cuerpo Académico de la UTTN a petición del Gerente Operativo de la empresa, ya que uno de los problemas que han sido recurrentes es que no había una referencia ni requerimientos sugeridos en cuanto al espacio, debido a lo cual a habido accidentes causados por los vehículos que hacen maniobras en los alrededores del equipo.

Fue distribuido a cada uno de los clientes de la empresa que tienen este tipo de compactador y de una forma u otra ha servido para ir corrigiendo las condiciones de instalación en algunos casos.

Figura 6.3 Formato del Área Hidráulica



**Area Hidráulica**  
 Hoja de Revisión Rápida a Compactadores y Cartuchos



1.- ¿El equipo funciona ?

SI  (Continue )      NO

2.- Revise el tanque del aceite hidráulico. ¿Esta a su nivel normal ?

SI  (Continue)      NO  ( Indique cantidad )

Poco       Medío       Lleno

3.- ¿Hay algún componente hidráulico desconectado?

SI  (Indique cual )      NO  (Continue)

4.- ¿El equipo muestra alguna fuga de aceite ?

SI  (Indique donde)      NO  (Continue)

Este formato de análisis al sistema hidráulico, consiste básicamente en localizar fugas de aceite donde se pueda perder presión que luego no permita empujar la basura hacia adentro del Compactador.

Generalmente, es fácil localizar las fugas de aceite por las manchas de aceite que se hacen en las mangueras, conexiones o en el suelo.

Importante: debido a que el sistema que impulsa la basura hacia el cartucho genera presiones hasta de 1,950 PSI, se recomienda que solo personal con experiencia, lleve a cabo las pruebas adecuadas para determinar si el sistema esta en buenas condiciones de funcionamiento.

La mejor manera de detectarlas es poniendo el sistema en funcionamiento, pero esto implica un riesgo al Técnico, por lo que se recomienda aplicar procedimientos de LOTO (Lock out / Tag out), descrita en el manual del compactador, página 1-3, equipo de protección personal como lentes y guantes.

Figura 6.4 Formatos del Área Eléctrica y Electrónica



REYNOSA TAMAUJIPAS MEXICO

**GRUPO RECO**

Area Eléctrica

Hoja de Revisión Rápida a Compactadores y Cartuchos

- 1.- ¿El equipo funciona ?
 

SI <input type="checkbox"/> (.Continue.)	NO <input type="checkbox"/> ( Verifique que interruptor de alimentación este encendido )
--	--
- 2.- Si ya se encendió el interruptor de alimentación, verifique si hay voltaje.
 

SI <input type="checkbox"/> (.Continue.)	NO <input type="checkbox"/> ( Verifique que los fusibles tengan continuidad )
--	---
- 3.- Si ya tiene voltaje el Compactador, verifique si el motor de la bomba arranca manualmente.
 

SI <input type="checkbox"/> (.Continue.)	NO <input type="checkbox"/> (Verifique voltaje antes y después del contactor.)
--	--
- 4.- Si el Motor del compactador arranca, presione el botón verde. ¿Arranca el sistema?
 

SI <input type="checkbox"/> (.Continue.)	NO <input type="checkbox"/> ( Revise el fusible de la Tablilla)
--	---
5. Si se repuso el fusible y no arranca, revise cables en la caja de control. ¿Están bien?
 

SI <input type="checkbox"/> (.Cambie la Tablilla)	NO <input type="checkbox"/> ( Reconecte y apriete)
---	--

NOTAS:

---



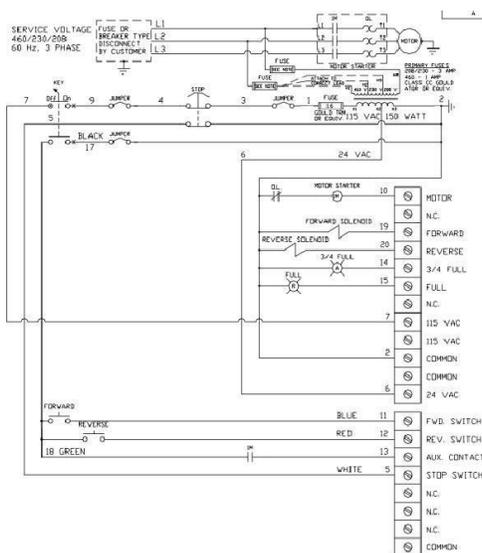
---



---



---



Al igual que el Área Hidráulica, el Área Eléctrica y Electrónica implica que la persona que haga la inspección tenga conocimientos básicos de bajo voltaje. Este equipo normalmente se conecta a 240 volts, 3 fases y neutro, pero también se puede conectar a 460 volts, 3 fases y neutro.

El Técnico deberá aplicar los procedimientos LOTO, descritos en el manual del compactador, página 1-3 y deberá estar familiarizado con amperajes, contactores, electroválvulas, transformadores reductores de doble voltaje, calibres de cable, además del uso correcto de herramientas para el campo eléctrico.

El Técnico deberá tener conocimiento de la simbología eléctrica y ser capaz de leer diagramas eléctricos y diagnosticar fallas usando un multimetro digital. Estar familiarizado con el uso de equipo de protección personal y observar todas las normas de seguridad en el trabajo cuando se trabaja en equipo con electricidad.

A diferencia del Área Eléctrica, en el Área Electrónica se manejan voltajes de 24 volts de corriente alterna. Además, se requieren conocimientos de electrónica a nivel de componente ya que se manejan partes como rectificadores de onda completa, capacitores, TRIACS, reguladores de voltaje, toroides y relevadores, por nombrar algunos.

El fabricante del compactador no proporciona información del diseño del circuito electrónico en el manual, por lo que fue necesario involucrar al ahora TSU Manuel Cepeda, quien cuenta con experiencia en este campo de la electrónica.

El TSU Manuel Cepeda desarrolló un sistema de análisis y reparación de las tablillas de control, método con el cual ha logrado recuperar 6 tablillas, usando componentes de otras ya dañadas y sin posibilidad de reparación.

Este Análisis y Plan de Mantenimiento a Compactadores no contempla explicar éste método a detalle, sino solamente mencionarlo como una actividad que permitió ahorrarle a RECO el consumo de 2 a 4 tablillas por año y creó una reserva de tablillas para los siguientes 4 a 5 años.

## **6. 2 Resultados**

Mucha de la información que se ha utilizado en completar este reporte fue reunida en las visitas que se realizaron a varias empresas de Reynosa que son clientes de RECO y en las cuales se fueron probando todos los formatos que están incluidos.

Obviamente, son documentos "vivos" que deberán ser ajustados conforme se vayan usando para reflejar las necesidades de información que permitan llevar a cabo un mantenimiento que se incline hacia lo preventivo, más que lo correctivo.

Además de haber implementado este plan, también se elaboraron varios Formatos de los cuales se incluyen con el nombre de "Formatos" y existe uno para cada área de la máquina compactadora.

Uno de los primeros frutos que se obtuvieron de éste proyecto, fue el lograr desarrollar un método para recuperar "Tablillas" que ya se daban por perdidas. Al momento en que se completó éste reporte, se han recuperado al menos 6 tablillas, lo que garantiza un abastecimiento de 2 a 3 años de refacciones. Este crédito pertenece al TSU Manuel Cepeda.

Otros logros que se pueden mencionar son los siguientes:

Medio Ambiental: Se evitó contaminar al medio ambiente con partes y materiales usados en la industria electrónica, también conocida como "e-waste". E-waste se refiere a cualquier dispositivo indeseado electrónico y se clasifica como residuo universal.

E-waste frecuentemente contiene materiales peligrosos, principalmente de plomo y mercurio y es producido por los hogares, empresas, gobiernos e industrias. El elemento más frecuente encontrado en este tipo de tablillas, es el plomo, el cuál esta listado como peligroso para los humanos y el medio ambiente. Cada una de estas tablillas contiene unos 125 gramos de plomo. Si estas 17 piezas hubieran sido enviadas a la basura, se hubieran tirado casi 2 ½ kilogramos de plomo en aleación con el estaño.

Impacto productivo: A raíz de que se han estado llevando a cabo los mantenimientos preventivos en varias empresas a las que se les dá servicio, las llamadas de emergencia por requerimientos de mantenimiento correctivo, han disminuído en un 80 % según el departamento de Servicio al Cliente, además, el departamento de Compras ya casi no tiene urgencias en cuanto a refacciones ya que estas se programan con más tiempo y dentro de presupuesto.

### 6.3 Referencias

Enríquez Harper, Gilberto, (2008). *Curso de transformadores y motores de inducción (4ª ed.)*, México, Limusa.

Enríquez Harper, Gilberto, (2008). *Fundamentos de control de motores eléctricos en la industria (4ª ed.)*, México, Limusa.

Dounce Villanueva, Enrique, (2006, 6ta. Reimpresión). *La Productividad en el Mantenimiento*, México, CECSA.

Deming Edward, (1989), *Calidad, Productividad y Competividad*, México, Panorama

Galbreath, Operation, Installation, Service and Parts Manual for the "20 yard Model Stationary Compactor" PF6040.