



**Propuesta para la implementación del método de diagnóstico de medición de espesores por ultrasonido para la mejora de la disponibilidad en el mantenimiento de una flota de camiones mezcladores.**

Maria Fernanda Moreno Arango

Julian Torres Gómez

Monografía presentada para optar al título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Asesor

Noe Alejandro Mesa Quintero, Magíster (MSc) en Ingeniería

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Especialización en Gerencia de Mantenimiento

Medellín, Antioquia, Colombia

2022

<b>Cita</b>	(Moreno Arango & Torres Gómez, 2021)
<b>Referencia</b>	Moreno Arango, M. F, & Torres Gómez, J. (2021). <i>Propuesta para la implementación del método de diagnóstico de medición de espesores por ultrasonido para la mejora de la disponibilidad en el mantenimiento de una flota de camiones mezcladores</i> . [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	



Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Cohorte XVI.



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI).

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/Director:** Verónica Giraldo Olarte.

**Jefe departamento:** Ana María Chacón Arango.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## CONTENIDO

1. RESUMEN.....	7
2. ABSTRACT .....	8
3. JUTIFICACIÓN.....	9
4. OBJETIVOS.....	11
4.1 Objetivo general .....	11
4.2 Objetivos específicos.....	11
5. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....	12
5.1 Fiabilidad.....	13
5.2 Medición de espesores.....	14
6. METODOLOGIA .....	16
7. RESULTADOS.....	18
8. RELACIÓN DE COSTOS .....	23
8.1 Aspectos relevantes .....	25
9. PRESUPUESTO .....	25
10. CONCLUSIONES.....	27
11. BIBLIOGRAFÍA.....	28
12. ANEXOS.....	30
12.1 Anexo 1, Recolección de datos por Casa Inglesa.....	30
12.2 Anexo 2, Ficha técnica de la mezcladora de concreto de 8m3.....	36

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valores seleccionados para el seguimiento de la olla del camión mezclador SNO052. ....	19
Tabla 2 Valores seleccionados para el seguimiento de la olla del camión mezclador SNO050. ....	20
Tabla 3 Valores seleccionados para el seguimiento de la olla del camión mezclador SNO058. ....	21
Tabla 4 Costos del proceso de parada no planeada. ....	23
Tabla 5 Costos del proceso de parada planeada. ....	23
Tabla 6 Diferencia en los costos de parada planeada Vs no planeada. ....	24
Tabla 7 Costos de la realización de la medición de espesores de la olla de 1 camión mezclador.....	25
Tabla 8 Tabla de recolección de datos suministrada por Casa Inglesa.....	34

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1 Secciones de la olla del camión mezclado, tomado de (Argos, 2020) .....	10
Imagen 2 Curva de la bañera, tomada de (Muñoz, 2015).....	13
Imagen 3 Actividades de mantenimiento relacionadas al tambor mezclador en las rutinas de 1400 y 2800, tomado de (Argos., 2021) .....	17
Imagen 4 Puntos de toma de espesores alrededor de cada sección circular del tambor, tomado de (Argos, 2020).....	18
Imagen 5 Formato propuesto para la medición de espesores de la olla del camión mezclador.....	19
Imagen 6 Descripción y alcance del servicio medición de espesores por ultrasonido de Casa Inglesa, tomado de (Argos., 2021) .....	35
Imagen 7 Ficha técnica camiones mezcladores McNelius 8m3, tomado de (Argos., 2021) 36	
Imagen 8 Recomendaciones técnicas del proveedor, tomado de (Argos., 2021).....	37

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Seguimiento espesores SNO052 en el 2020 .....	20
Gráfica 2 Seguimiento de espesores SNO050 en el 2020 .....	21
Gráfica 3 Seguimiento espesores SNO058 en el 2020 .....	22
Gráfica 4 Diferencia entre los costos de la parada planeada y no planeada. ....	24

## 1. RESUMEN

Este trabajo se basa en la implementación de métodos diagnósticos para la detección temprana de fallas, con el fin de mejorar la disponibilidad de los equipos por mantenimiento, específicamente dentro de una flota de camiones mezcladores. Se tendrá en cuenta el método de medición de espesores para el equipo aliado del camión (en particular el tambor mezclador), con una frecuencia de 1400 horas de operación. Esto permite desarrollar una base de datos que sirve como principal soporte para determinar un patrón de desgaste del elemento, lo cual facilita el ejercicio de planeación de recursos y tiempos de manera que no se afecte la operación.

Las mediciones realizadas determinan un patrón importante para tener en cuenta a la hora de realizar una correcta planeación, tanto de los recursos como de personal, costos y la disponibilidad del proceso. Se realizará el análisis del impacto que puede tener, en costos de producción, una baja en la disponibilidad por no prever una falla que pudo evitarse con este método.

**Palabras clave:** métodos diagnósticos, análisis de fallas, disponibilidad, medición de espesores, equipo mezclador.

## 2. ABSTRACT

This work is based on the implementation of diagnostic methods for the early detection of failures, in order to improve the availability of equipment for maintenance, specifically with in a fleet of mixer trucks. The thickness measurement method will be taken into account for the equipment allied to the truck (in particular the mixing drum), with a frequency of 1400 hours of operation. This allows the development of a database that serves as the main support to determine a wear pattern of the element, which facilitates the resource planning exercise and times so that the operation is not affected.

The measurements made determine an important pattern to take into account when making a correct planning, both of resources and personnel, costs and the availability of the process. The impact analysis will be carried out that may have, in production costs, a drop in availability due to not foreseeing a failure that could be avoided with this method.

**Keywords:** diagnostic methods, failure analysis, availability, thickness measurement, mixing equipment.



### 3. JUTIFICACIÓN

Según (Dounce Villanueva, Las revoluciones industriales en el mundo, Predictiva 21, 2020) indica que el concepto de mantenimiento preventivo fue incluido en 1918 por Walter A. Shewhart con la idea de que con un control estadístico se podría prever la falla de cualquier equipo, mejorando así la calidad de estos.

El mismo (Dounce Villanueva, Hablemos de mantenimiento productivo total, Predictiva 21, 2020) expresa que, en los tiempos de la guerra, se entendió que debían tomarse decisiones rápidas con respecto a los equipos y armas para producir la mayor cantidad posible con la misma calidad, por lo que con el tiempo la industria aprendió que no debía enfocarse en cuidar solo el estado de sus máquinas, sino también en cómo se conseguía el producto o servicio, entonces se pasó del pensamiento del cuidado de las máquinas al cuidado del mantenimiento productivo.

Actualmente las empresas manejan diversos planes de mantenimiento, donde se incluyen diferentes rutas o actividades que tienen como objetivo la inspección de los equipos en busca de fallas, pero al existir esta diversidad de actividades, donde se hace necesario capacitar al personal para que se realice de la mejor forma posible buscando los mejores resultados, es posible que se obtengan procedimientos que son esenciales en la obtención de información valiosa del equipo.

Al realizar una evaluación de los diferentes métodos y actividades de mantenimiento podemos tomar puntos clave para la elaboración de una rutina efectiva y minuciosa, que será aplicada a la flota de camiones mezcladores en las inspecciones rutinarias de mantenimiento, con el fin de aplicar la mayoría de los ensayos para la identificación y atención temprana de fallas, dando como resultado una mejor calidad de la operación, el aumento del tiempo entre paradas y la extensión de la vida útil del equipo, mejorando así la disponibilidad de la flota.

Hoy en día la empresa Argos maneja una flota de camiones mezcladores muy robusta, teniendo participación en la mayoría del territorio colombiano. La olla o tambor mezclador, donde se produce la mezcla de concreto, sufre un desgaste importante en su estructura por la naturaleza de su operación; por lo cual lo vuelve un componente de especial atención.

El tambor mezclador, según la ficha técnica del fabricante, tiene un espesor de 6.35 mm de fábrica y en condiciones de operación normal se puede llegar a desgastar 1 mm por año; es necesario llevar un seguimiento estricto del espesor de las paredes, ya que, dependiendo de la demanda de producción y las fórmulas de diseño del concreto, el desgaste puede ser o no mayor. Según las recomendaciones del fabricante (Imagen 8), cuando el espesor del tambor es de 3.175 mm este empieza a ser cuestionable, cuando está entre 1.98 mm y 1.6 mm el

tambor se debe cambiar la sección o incluso de la olla completa, pudiendo llegar al extremo máximo de 1 mm, pero teniendo en el panorama el inminente quiebre de la sección.

El cambio de estas ollas tiene una duración de 7 días tomados desde que entra al taller hasta el día de entrega, lo cual genera un eco en la operación y en el mismo mantenimiento; la olla puede ser remanufacturada hasta dos veces, recuperando así el fondo y la pista que son las secciones más relevantes (Sección A y sección G, Imagen 1).

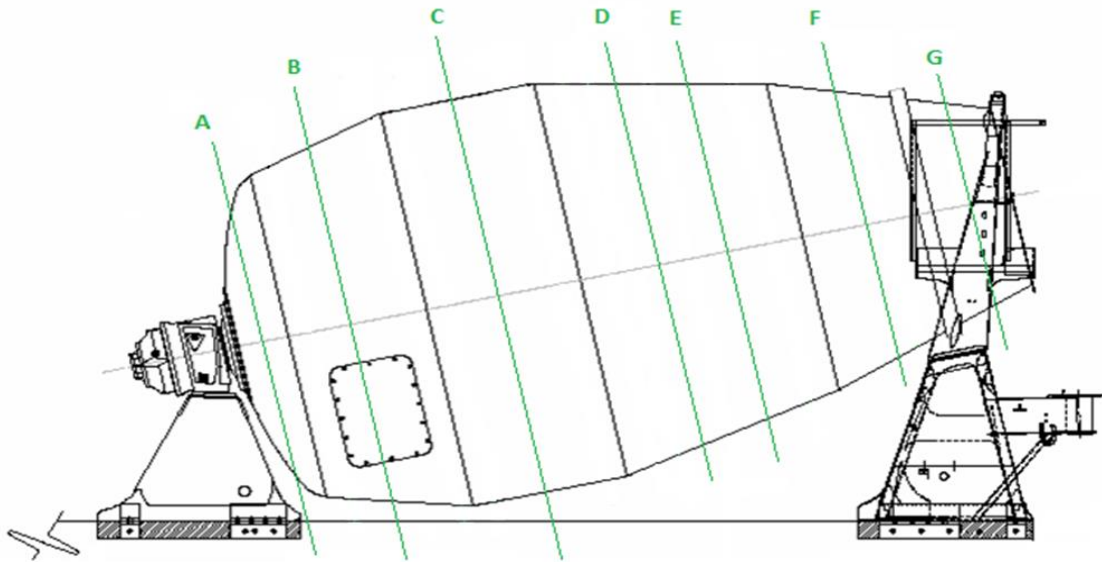


Imagen 1. Secciones de la olla del camión mezclado, tomado de (Argos, 2020)

Debido al tiempo de cambio, los costos y las posibles fracturas de las secciones, es necesario realizar estas mediciones e incluirlas en la rutina de mantenimiento con mayor regularidad, lo ideal es tener unas 3 mediciones de forma anual; para esto se incluyen en todos los preventivos de tipo B y C que se realizan cada 1400 y 2800 horas de operación, respectivamente. De esta forma se puede llevar un seguimiento estrecho de los estados de las ollas de los camiones y programar efectivamente los cambios y paradas respectivas, traduciéndose en un ahorro en costos y extensión de la vida útil de los mismos.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

- Implementar una metodología dentro de los mantenimientos preventivos de una flota de camiones mezcladores, donde se incluye la medición de espesores por ultrasonido para la detección temprana de fallas que tengan una incidencia positiva dentro de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Precisar el alcance y las frecuencias de los mantenimientos utilizando la medición de espesores, como estrategia para mejorar el seguimiento y la disponibilidad de los camiones.
- Validar un formato que cumpla con las necesidades de la empresa y que suministre la información necesaria para realizar el seguimiento del desgaste de los tambores mezcladores.
- Cuantificar y exponer las ventajas del uso del formato propuesto para el seguimiento de las mediciones.

## 5. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Para (Garcia, 2012), el mantenimiento ha sufrido cambios importantes a lo largo del proceso industrial que se ha vivido desde finales del siglo XIX; uno de estos cambios es la creación de los departamentos de mantenimiento, donde las tareas de reparaciones pasaron a ser responsabilidad de un equipo de trabajo más especializado, que dedicaban la totalidad de sus esfuerzos a solucionar las fallas que se presentaban.

Luego de las dos guerras mundiales y las crisis energéticas, se empieza a concebir el concepto de *fiabilidad*, que permite desarrollar nuevos métodos de trabajo que hacen avanzar a las técnicas de mantenimiento en diferentes vías:

- Un diseño más robusto, a prueba de fallas y minimizando las acciones de mantenimiento.
- El mantenimiento por condición, como alternativa al mantenimiento sistemático, dando vida al mantenimiento predictivo.
- El análisis de fallas, tanto el histórico, como los que tienen una probabilidad tangible de ocurrir.
- El uso de la informática para el manejo de toda la información recogida.

Siguiendo con el concepto de (Garcia, 2012), en la actualidad, muchas empresas no han sufrido esta evolución en el mantenimiento y siguen ancladas en la oscura prehistoria del mantenimiento, ya que la reparación urgente de averías es la actividad que dirige el plan.

El mantenimiento preventivo se realiza con la intención de conservar un equipo para que pueda garantizarse su funcionamiento y confiabilidad según (Calle, 2020), pero también para lograr identificar un fallo justo antes de que ocurra. La mejor manera de hacerlo es realizando una recolección de datos que puedan ser analizados estadísticamente y con esto se evidencia un impacto positivo dentro del proceso, puesto que permite tener una visión clara para tomar mejores decisiones.

Actualmente existen variados sistemas para acometer el servicio de mantenimiento, algunos no solamente centran su atención en la tarea de corregir fallas, sino que tratan de actuar antes de la aparición de estas, tanto en los existentes como de los que están en etapa de diseño; introduciendo en estos últimos la modalidad de simplicidad, diseño robusto, análisis de mantenibilidad, diseño sin mantenimiento, entre otros.

Para elaborar una rutina de mantenimiento, independiente de su clase o regularidad, (Muñoz, 2015), sugiere tener en cuenta conceptos que son de vital importancia, tales como:

## 5.1 Fiabilidad

Se define como la probabilidad de que un bien funcione adecuadamente durante un periodo determinado, bajo condiciones operativas específicas; por ejemplo: condiciones de presión, temperatura, velocidad, tensión, vibraciones, etc.

- **Evolución de la tasa de fallas a lo largo del tiempo.**

La duración de la vida de un equipo se puede dividir en tres periodos diferentes:

- ✓ **Juventud:** la falla se produce inmediatamente o al cabo de muy poco tiempo de la puesta en marcha, como consecuencia de:
  - Errores de diseño.
  - Defectos de fabricación.
  - Ajuste difícil, es necesario revisar las condiciones reales de funcionamiento antes de la puesta a punto deseada.
- ✓ **Madurez:** es el periodo de vida útil en el que se producen fallas de carácter aleatorio. Es el periodo de mayor duración, en el que se suelen estudiar los sistemas, ya que se reemplazan antes de que alcancen el periodo de envejecimiento.
- ✓ **Envejecimiento:** corresponde al agotamiento, al cabo de cierto tiempo, de algún elemento que se consume o se deteriora constantemente durante el funcionamiento.

Estos periodos se distinguen con claridad en un gráfico en el que se representa la tasa de fallas del sistema frente al tiempo, conocido como “la curva de la bañera”, que se puede apreciar en la Imagen 2.

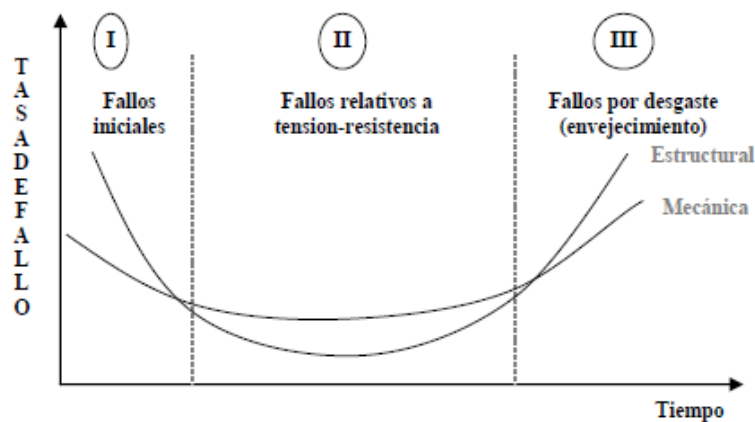


Imagen 2. Curva de la bañera, tomada de (Muñoz, 2015)

- **Tiempo medio entre fallas (MTBF)**

La fiabilidad se mide como el tiempo medio entre ciclos de mantenimiento o el tiempo medio entre dos falas consecutivas.

- **Tiempo medio hasta la avería (MTTF)**

Este parámetro se usa junto a la tasa de falla para especificar la calidad de un componente o de un sistema.

(Muñoz, 2015) indica que estos conceptos son fundamentales para realizar un plan de mantenimiento, ya que muchas industrias requieren que su flota de equipos siempre esté disponible y no generar gastos o pérdidas por paradas no programadas.

## **5.2 Medición de espesores**

(Constantino, 2003) explica que la medición de espesores de líquidos y láminas delgadas constituye una necesidad científica en continuo desarrollo y con grandes áreas de vacancia, esta hace parte del grupo de técnicas de diagnóstico que existen actualmente y que cubren rangos dinámicos disimiles, con precisiones diferentes y se aplican a muestras de muy variadas características; sin embargo, tienen problemas cuando se trata de analizar materiales dispersivos.

Para (Colín & Viliesid, 2010), los medidores de espesores por ultrasonido (MEU) en la actualidad son ampliamente utilizados en la industria, pues permiten determinar en campo el espesor de la pared de, por ejemplo, una tubería que conduce vapor. En este caso, como muchos otros, los componentes están sujetos a corrosión, abrasión y fatiga, y es imprescindible saber cuánto ha sido la pérdida de espesor de la pared para prevenir que el componente falle.

El método de ultrasonido ha ganado espacio muy importante entre las distintas técnicas de los ensayos no destructivos (END), en lo que se refiere al análisis de los diferentes equipos dentro de la industria. El método de ultrasonido utiliza haces de onda de sonido de longitud corta y alta frecuencia que se transmiten desde un transductor y son detectables por el mismo u otro adicional.

(Gómez & Gwirc, 2015) explica que la medición clásica empleando ultrasonido basa su principio en la determinación del tiempo de vuelo (ToF) entre dos reflexiones producidas en las caras anterior y posterior de la pieza bajo ensayo. Conocida la velocidad de propagación en el material, el cálculo de espesor es directo; y (Pilco & Cajamarca, 2014) agrega que el equipamiento utilizado para la aplicación de este tipo de técnicas es capaz de generar, emitir y captar haces de ondas muy bien definidas, al encontrar en su trayectoria un cambio de las

propiedades físicas del medio en el cual se propagan, es decir, discontinuidades internas, superficiales y subsuperficiales.

El artículo de (Olarte & Botero, 2011) demuestra que la detección de ultrasonido es una técnica muy útil en el mantenimiento predictivo, ya que aporta con mayor precisión en comparación de otras técnicas, el sitio exacto donde se encuentra alguna falla en el material. Al igual que (Mosquera & Sánchez, 2015) donde se hace uso del método para encontrar el desgaste en las tuberías de conducción de agua y vapor, donde evidencio que los resultados son más precisos que con otros ensayos no destructivos.

Por otra parte, (Colín & Viliesid, 2010), demuestra que la aplicación del método y el uso de los instrumentos se encuentran dentro de una incertidumbre de 0.02 mm y que la correcta calibración lo hacen un método apto para la industria en campo.

En (Rodriguez & Bienzema, 2014) se utiliza el método para identificar corrosión y picaduras o quiebres en el material para trabajo in situ y sugiere que es un excelente método para detectar y posicionar anomalías en espesores delgados, ya que presenta un excelente resultado y precisión.

En (Pilco & Cajamarca, 2014), se realiza un estudio a detalle para la prevención de fallas por el método de medición de espesores por ultrasonido basándose en la norma ASTM E-797 y la norma API 570 al sistema de vapor de un hospital, donde se evidenció el desgaste del sistema gracias al uso de este método, pudiendo prevenir fallas, aislar las secciones que eran necesario intervenir y dando a conocer los puntos críticos del sistema, pudiendo elaborarse una rutina de mantenimiento basados en la velocidad de corrosión y la medición de los espesores de dicho sistema.

Con lo anterior podemos decir que el método de diagnóstico de medición de espesores por ultrasonido es ampliamente aceptado y preciso para ser usado en las rutinas de mantenimiento tanto en laboratorios, talleres e institutos, lo cual provee una base sólida para la decisión del uso principal de este ensayo no destructivo para la medición del espesor de la olla de los camiones mezcladores y así realizar el seguimiento del desgaste e identificación de daños en las paredes de dicho sistema.

## 6. METODOLOGIA

Para el desarrollo de este trabajo es necesario realizar la búsqueda documental de la implementación de diferentes ensayos no destructivos en situaciones similares a las actuales en la empresa, que permitan tener un panorama de la importancia de su uso al momento de establecer rutinas de mantenimiento predictivo dentro de un proceso. Se hace énfasis en el método de la medición de espesores, por medio de ultrasonido, para incluirla en las rutinas actuales y demostrar el impacto que tiene el daño no previsto ni planeado de un equipo mezclador o tambor.

Se da inicio con la implementación de la medición de espesores utilizando como método mencionado, aplicado en una lámina de acero AR 200 de 6.35 mm rolada, recopilando los datos en un formato estandarizado creado con el fin de facilitar el diligenciamiento, la obtención y procesamiento de la información, ya que se busca presentar los resultados de manera objetiva y explícita a la empresa.

Para obtener los resultados se hará el seguimiento de 3 camiones los cuales la empresa aprobó la intervención durante la rutina de 1400 horas, ya que la propuesta es incluir la actividad a dicha rutina.

Luego de obtener los datos de la medición, se hará una gráfica para cada camión, donde se evidencie el desgaste que presenta cada olla a lo largo del año 2020 y los límites de espesor mínimo aceptable, con lo que se podrá tomar decisiones como lo es la planeación del proceso, la fecha de la parada del camión y la asignación de recursos para el cambio o recuperación de la sección afectada o de la olla completa.

Con los resultados obtenidos se propone incluir la medición dentro de las rutinas de mantenimiento preventivas de 1400 y 2800 horas que ya se realizan en la empresa, debido a que estas son las que tienen la mayor cantidad de actividades dentro de su formato, teniendo en cuenta que en estas frecuencias hay una sección y equipo asignada al tambor mezclador, aprovechando de esta forma la estadía del equipo en el taller.

En la Imagen 3 se pueden ver las actividades de mantenimiento que actualmente se le realizan al tambor mezclador en los formatos de 1400 y 2800 horas; por lo que se propone agregar la actividad de medición de espesores por ultrasonido.



INSPECCION GENERAL DEL EQUIPO - MEZCLADOR (PRUEBA FUNCIONAL)		
CONJUNTO	PARTE	ACTIVIDAD
Tambor Mezclador	Pista tambor / olla	Revisión de desgastes, deformación y fisuras en el cuerpo de la pista.
	Rodillos / Roldanas	Verificar el estado de la grasería y el libre ingreso de grasa al rodamiento de la roldana.
	Tambor / Olla	Verificar movimiento alineado de rodillos y pista tambor mezclador
	Tapa ecológica	Verificar el accionamiento de la válvula de apertura y cierre de la tapa ecológica.

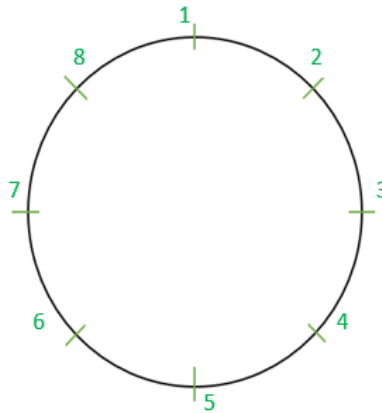
*Imagen 3. Actividades de mantenimiento relacionadas al tambor mezclador en las rutinas de 1400 y 2800, tomado de (Argos., 2021)*

Debido a que las diferentes plantas de la empresa tienen diversas demandas dependiendo del tipo de contrato y la exigencia de este, las horas de operación de los camiones es muy variable.

## 7. RESULTADOS

Para obtener los resultados, se acoto la muestra del estudio a 3 camiones mezcladores, debido a que estos fueron los que la empresa aprobó para realizar la prueba piloto, de los cuales cada tambor está dividido en 8 secciones y a su vez cada sección se divide en 8 puntos de muestra, dividiendo así la circunferencia de cada una de estas de forma uniforme, como se puede ver en la Imagen 4. La recolección de estas mediciones permitirá identificar que sección cuenta con el menor espesor y de esta forma poder prestarle especial atención.

La recolección se hará con la frecuencia de 1400 horas de operación para no afectar la producción, ya que esta coincide con una de las rutinas que se aplican a la flota a la cual pertenecen los camiones que son objeto de estudio; esto se realiza con fines prácticos para visualizar el impacto que este seguimiento posee.



*Imagen 4. Puntos de toma de espesores alrededor de cada sección circular del tambor, tomado de (Argos, 2020).*

Luego se propone un formato (Imagen 5) el cual se presentará a la empresa para facilitar la recolección de dichos datos, y para que sea incluido en las rutinas de mantenimiento, con el fin que puedan llevar a cabo el seguimiento de los espesores de forma minuciosa en el tiempo propuesto (1400 horas), el procedimiento se demora 40 minutos y tiene un costo de 60.000 mil pesos, que estarán incluidos como requisito dentro de las rutinas preventivas, ya que este se terceriza dentro de las labores de mantenimiento que ya han sido negociadas previamente.

FECHA: _____		MARCA: _____	
No. INTERNO: _____		MODELO: _____	
CIUDAD: _____		AÑO DE FABRICACION: _____	
PLANTA: _____		FECHA RECUPERACION: _____	

POSICION	ESPESOR ORIGINAL	MEDICION (mm)								ESPESOR MENOR
		1	2	3	4	5	6	7	8	
A										0,00
B										0,00
C										0,00
D										0,00
E										0,00
F										0,00
G										0,00

**DISPOSICIONES GENERALES**

- ALETEO
- CABINA
- OLLA
- TORRE TRASERA
- CABINA

**CUMPLIMIENTO SISO**

- SALVA HOMBRE
- CALCOMANIA MANOS
- CINTAS REFLECTIVAS
- ESPEJOS
- GUARDA ROLDANAS
- FUGAS HIDRAULICAS
- PUNTOS LUBRICACION

Imagen 5. Formato propuesto para la medición de espesores de la olla del camión mezclador.

A continuación, se muestran los datos recolectados en tres ocasiones distintas que coinciden con las 1400 horas de operación, con el fin de iniciar el seguimiento y evidenciar el desgaste de las ollas.

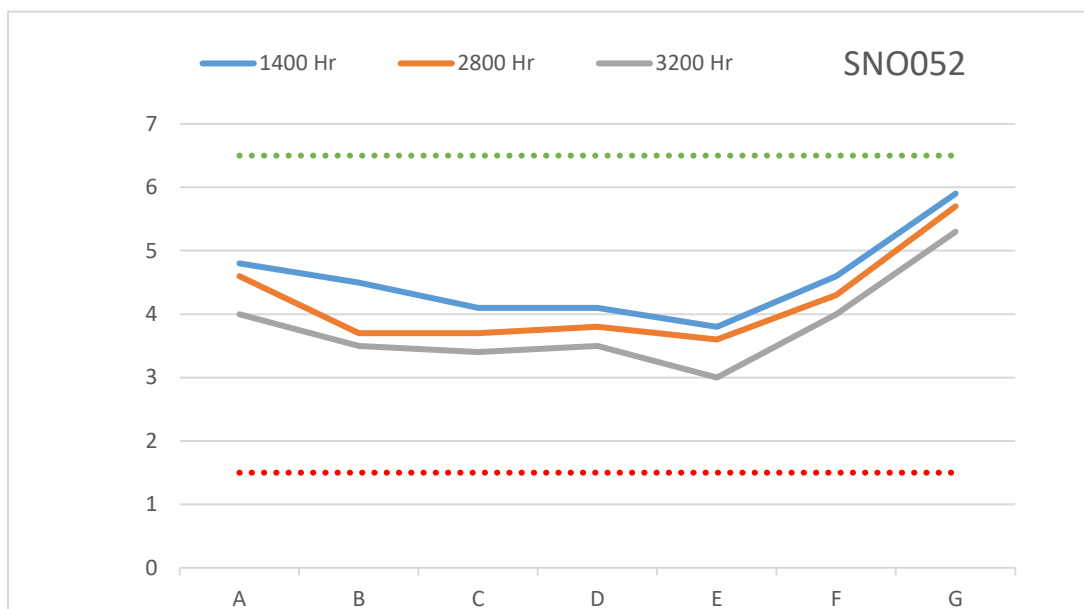
En la Tabla 1 se muestran los datos para el camión con placa SNO052, siguiendo el formato de medición propuesto, se toman las 8 medidas de los diferentes puntos de medida de cada sección, para luego seleccionar el menor valor, ya que es ahí donde tiene mayor probabilidad de sufrir rotura la lámina de la olla mezcladora.

Los datos recopilados en el ejercicio de la medición podrán verse en el Anexo 1.

Matrícula vehículo	Posición	Valor	Frecuencia	Valor	Frecuencia	Valor	Frecuencia
SNO052	A	4,8	1400 h	4,6	2800 h	4	3200 h
	B	4,5		3,7		3,5	
	C	4,1		3,7		3,4	
	D	4,1		3,8		3,5	
	E	3,8		3,6		3	
	F	4,6		4,3		4	
	G	5,9		5,7		5,3	

Tabla 1. Valores seleccionados para el seguimiento de la olla del camión mezclador SNO052.

En la Gráfica 1 se puede apreciar las tres curvas del seguimiento realizadas cada 1400 h que se realizaron tres veces en el 2020, donde se muestran las medidas para la olla del camión mezclador SNO052; además, se presentan las líneas de referencia de la medida del espesor de fábrica (Línea verde 6.5 mm) y el límite inferior aceptable de operación (Línea roja 1.5 mm).



Gráfica 1 Seguimiento espesores SNO052 en el 2020.

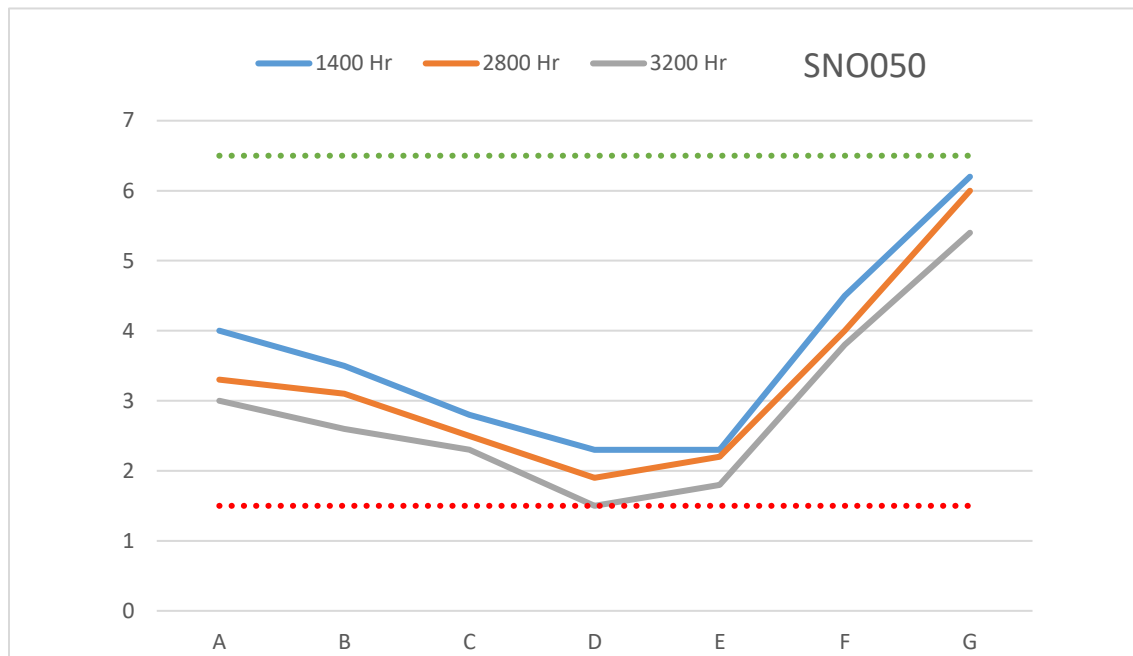
La Tabla 2 corresponde a las medidas tomadas para el camión mezclador SNO050, al igual que la tabla anterior, los datos presentados corresponden al menor espesor dentro de cada sección.

Matrícula vehículo	Posición	Valor	Frecuencia	Valor	Frecuencia	Valor	Frecuencia
SNO050	A	4	1400 h	3,3	2800 h	3	3200 h
	B	3,5		3,1		2,6	
	C	2,8		2,5		2,3	
	D	2,3		1,9		1,5	
	E	2,3		2,2		1,8	
	F	4,5		4		3,8	
	G	6,2		6		5,4	

Tabla 2 Valores seleccionados para el seguimiento de la olla del camión mezclador SNO050.

La

Gráfica 2 muestra las curvas con los datos seleccionados para el seguimiento de la olla del



camión mezclador SNO050, con las respectivas líneas de referencia.

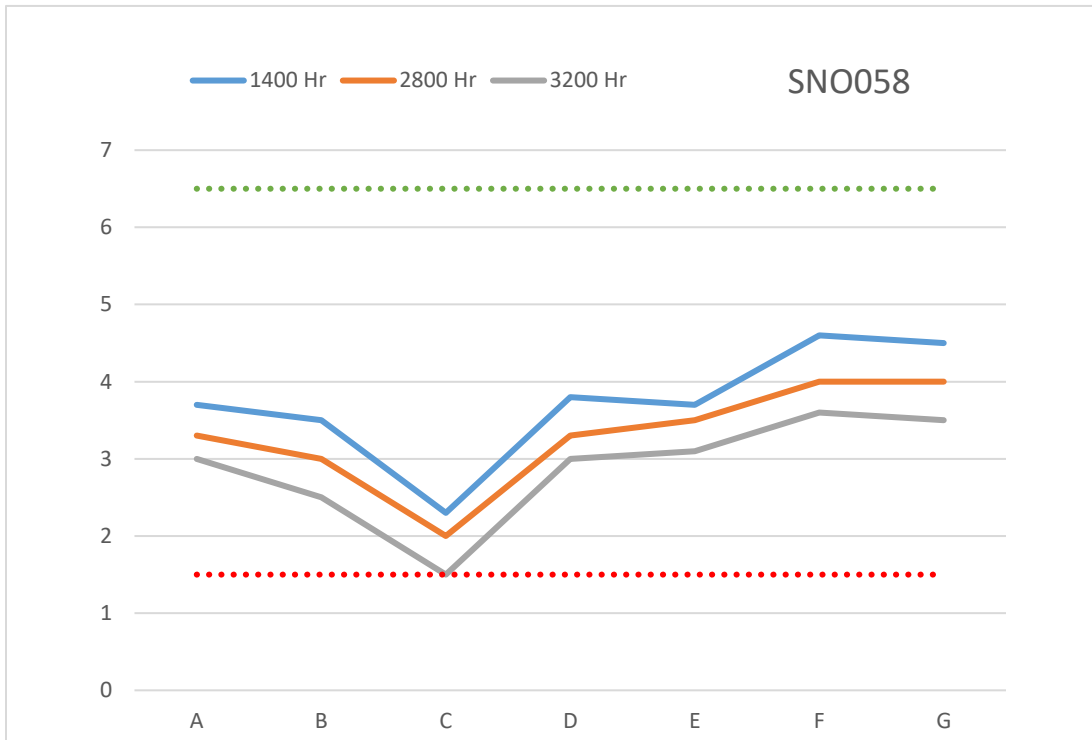
Gráfica 2 Seguimiento de espesores SNO050 en el 2020

En la Tabla 3 se evidencian los datos seleccionados para el seguimiento de la olla del camión mezclador SNO058.

Matrícula vehículo	Posición	Valor	Frecuencia	Valor	Frecuencia	Valor	Frecuencia
SNO058	A	3,7	1400 h	3,3	2800 h	3	3200 h
	B	3,5		3		2,5	
	C	2,3		2		1,5	
	D	3,8		3,3		3	
	E	3,7		3,5		3,1	
	F	4,6		4		3,6	
	G	4,5		4		3,5	

Tabla 3 Valores seleccionados para el seguimiento de la olla del camión mezclador SNO058.

En la Gráfica 3 se puede apreciar el seguimiento para el camión mezclador SNO058, de la misma forma que las anteriores.



Gráfica 3 Seguimiento espesores SNO058 en el 2020

## 8. RELACIÓN DE COSTOS

Para realizar un panorama de los costos que representa esta propuesta se traen dos escenarios, uno desde el ejercicio planeado y el otro desde lo correctivo o avería.

En la Tabla 4 se aprecian en COP los costos de la parada no programada en caso de avería.

- **Escenario de avería.**

<b>COSTOS CON PROCESO NO PLANEADO (VEHICULO 21 DÍAS DETENIDO)</b>	
<b>ITEM</b>	<b>COSTO COP</b>
Desarme de olla	\$ 2.250.000
Rolado de lamina	\$ 4.500.000
Soldadura	\$ 3.000.000
Transporte	\$ 1.800.000
Pintura y ensamble	\$ 4.500.000
Costo total de lamina	\$ 24.845.404
Costo operación	\$ 2.065.000
Costo soat	\$ 70.000
Costo póliza	\$ 5.600.000
Costo de concreto no transportado	\$ 346.500.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 395.130.404</b>

Tabla 4 Costos del proceso de parada no planeada.

La Tabla 5 muestra los costos de una parada programada.

- **Escenario de parada programada**

<b>COSTOS CON PROCESO PLANEADO (VEHICULO 7 DÍAS DETENIDO)</b>	
<b>ITEM</b>	<b>COSTO COP</b>
Desarme de olla	\$ 2.250.000
Rolado de lamina	\$ 4.500.000
Soldadura	\$ 3.000.000
Transporte	\$ 1.800.000
Pintura y ensamble	\$ 4.500.000
Costo total de lamina	\$ 24.845.404
Costo operación	\$ 2.065.000
Costo soat	\$ 23.333
Costo póliza	\$ 1.866.667
Costo de concreto no transportado	\$ 115.500.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 160.350.404</b>

Tabla 5 Costos del proceso de parada planeada.

Claramente, las tablas anteriores nos muestran al detalle los costos que implica programar y atender por emergencia un equipo, esto además de afectar el presupuesto, afecta a la producción y al seguimiento del mantenimiento, debido a que si se presenta la emergencia es necesario priorizar las actividades que se están realizando, teniendo que asignar recursos a esta nueva actividad, dejando rezagadas o a un lado otras, lo cual atrasa el plan de mantenimiento que se está llevando a cabo.

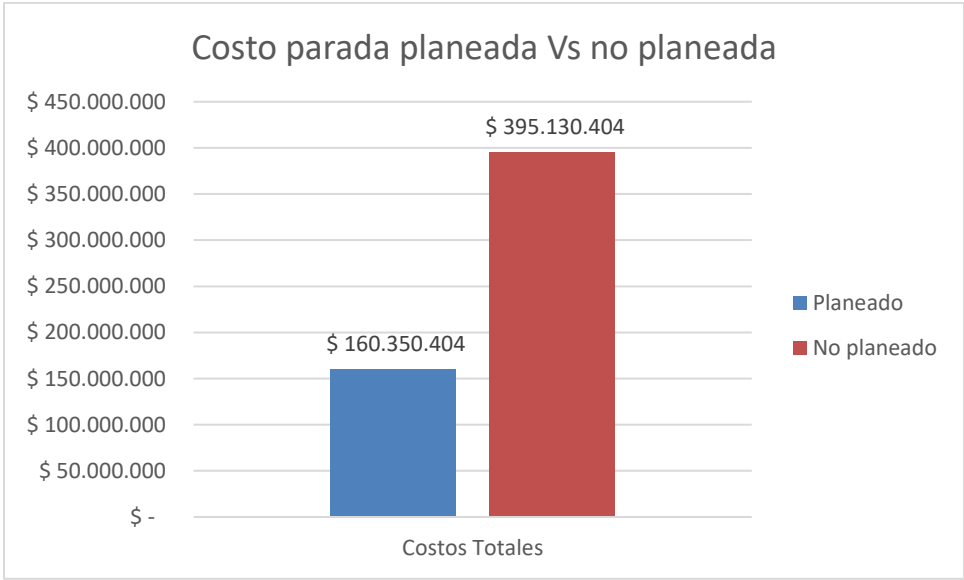
- **Diferencias**

La Tabla 6 muestra en COP la diferencia entre la parada planeada y la no planeada, además de exponer el costo que tendría el no realizar el seguimiento de los espesores, ya que por la robusta flota que maneja la empresa y la demanda que esta tiene, hay presupuestado 8 cambios de tambor al año, lo cual sería un incremento considerable en los costos.

Diferencia parada planeada y no planeado en COP	\$ 234.780.000
Numero de camiones con cambio de olla en un año	8
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.878.240.000</b>

Tabla 6 Diferencia en los costos de parada planeada Vs no planeada.

En la Gráfica 4 podemos observar la diferencia en costos COP entre planear una parada para realizar el cambio de un tambor mezclador y una avería en campo, demostrando cual sería el resultado del no realizar esta práctica en las rutinas de mantenimiento.



Gráfica 4 Diferencia entre los costos de la parada planeada y no planeada.

Esta diferencia en costos es crucial para la empresa, ya que de esto depende la solvencia del negocio, el evitar sobrecostos es la clave de tener un buen equipo y plan de mantenimiento.



### 8.1 Aspectos relevantes

Como aspectos para tener en cuenta para la exposición de los resultados cabe resaltar:

- El costo de la adquisición de las láminas es inestable, debido a su variación por disponibilidad de material y según la bolsa, puesto que en algunas ocasiones son recursos importados.
- El proceso de fabricación y montaje de la olla fue tomado de un proponente evaluado en conjunto con el departamento de compras, por ende, es el más favorable en cuanto a costos y garantía de procesos.

## 9. PRESUPUESTO

Debido a que la propuesta de seguimiento de las mediciones de los espesores necesita personal capacitado y especializado en la tarea, se adquiere el servicio por una contratista dentro de la empresa la cual presta dicho servicio.

La contratista especifica que el servicio tiene un valor de \$60.000 COP y que el procedimiento toma 40 minutos hombre y 1 hora máquina; el formato de medición se puede llenar a mano o de forma digital para su posterior gestión documental.

Los softwares necesarios para el tratamiento de los datos será Microsoft Excel, el cual se encuentra dentro de los programas ofimáticos que la empresa posee, lo cual no tiene un valor agregado.

A continuación, en la Tabla 7, se podrán apreciar los costos que llevo realizar el plan piloto de seguimiento y recolección de datos para la demostración de la efectividad del formato.

<b>Descripción</b>	<b>Costo COP</b>
Medición de espesores por ultrasonido	\$60.000
Camión mezclador en Stan by (1 hora)	\$2.062.000
Total	\$2.122.000

*Tabla 7 Costos de la realización de la medición de espesores de la olla de 1 camión mezclador.*

Para llevar a cabo el plan piloto de la recolección de datos se especificó que se realizarían 3 mediciones en el año 2020 para una muestra de 3 camiones mezcladores, lo cual tendría un costo total de \$19.098.000 COP.

Estos costos no son tenidos en cuenta ni afectan el presupuesto del plan piloto debido a que se aprovechan los tiempos y el personal que previamente ha sido asignado a las rutinas de 1400 h; la empresa ha dado el visto bueno para poder intervenir y hacer uso de estos recursos.

## 10. CONCLUSIONES.

- El formato de medición que se utiliza dentro de la organización fue modificado con respecto a la recomendación del fabricante (Imagen 8), tomando dos puntos adicionales de medida (Imagen 5), esto fue definido como medida interna por parte del departamento de ingeniería con el fin de obtener más datos que permitan un panorama más amplio del estado del equipo mezclador.
- Se puede apreciar en las gráficas mostradas en los resultados la importancia del seguimiento de los espesores, debido a que se puede ver explícitamente el desgaste de las diferentes zonas de la olla en un camión mezclador.
- Los costos que se reflejan en la parada programada y la no programada varían en una disminución importante, gracias a la información recolectada y su seguimiento, se observa (Grafica 4), que con una correcta planeación de una intervención de este tipo los costos representarían un 40,6 % con respecto a un paro no planeado para la misma actividad.
- Gracias a la ilustración del desgaste de las secciones de los equipos mezcladores, se pudo evidenciar que las secciones C, D y E tienen un desgaste un poco más acelerado debido a que son las que se encuentran en constante contacto con el material; esto se sustenta en el mismo diseño del equipo (Imagen 8) (Imagen 1) y en su modo de operación que es el giro constante.
- El proyecto propone reducir los tiempos de no productividad de los equipos al incorporar esta medición como método predictivo en las nuevas rutinas de mantenimiento preventivo realizadas con una periodicidad basada en las horas de operación, buscando impactar positivamente en la disponibilidad de una flota a partir de una correcta inspección y previa planeación de paradas mayores como lo es un cambio de tambor mezclador u olla. Bajo parámetros de compañía el indicador de disponibilidad debe sobrepasar el 90%.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Argos. (2020). Formato para registro variables de espesores de tambores camiones mezcladores.
- Argos. (2021). Documentos internos.
- Calle, J. (2020). *BSG Institute*.
- Colín, C., & Viliesid, M. (2010). Consideraciones en la estimación de incertidumbre en la calibración y medición con medidores de espesores por ultrasonido.
- Constantino, S. (2003). Interferometría de banda ancha para la medición de espesores.
- Dounce Villanueva, E. (2020). *Hablemos de mantenimiento productivo total, Predictiva 21*. Obtenido de Predictiva 21: <https://predictiva21.com/hablemos-mantenimiento-productivo-total/>
- Dounce Villanueva, E. (2020). *Las revoluciones industriales en el mundo, Predictiva 21*. Obtenido de Predictiva 21: <https://predictiva21.com/revoluciones-industriales-mundo-i-parte/>
- García, S. (2012). Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento.
- Gisela, G., Rebeca, V., & Javier, R. (2009). TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO EN MANTENIMIENTO DE LOS SERVICIOS DE HEMODIÁLISIS. La Habana, Cuba.
- Gómez, J. C., & Gwirc, S. (2015). Medición de espesores delgados con ultrasonido.
- Hernández, P., Carro, M., Montes, J., García, L., & Fernández, S. (2008). Optimización del mantenimiento preventivo, utilizando las técnicas de diagnóstico integral. Resultados finales y evaluación económica. La Habana, Cuba.
- Mosquera, P., & Sánchez, M. (2015). Detección de fallas superficiales e internas en tuberías de alta presión para motores estacionarios por el método de ultrasonido.
- Muñoz, M. B. (2015). Mantenimiento Industrial.
- Olarte, W., & Botero, M. (2011). La detección de ultrasonido: una técnica empleada en el mantenimiento predictivo.
- Pilco, R. J., & Cajamarca, E. P. (2014). Análisis, evaluación y prevención de fallas potenciales mediante medición de espesores por ultrasonido en base a la norma ASTM E-797 y bajo la aplicación de la norma API 570, en la caldera y sistema de vapor del hospital del IESS en la ciudad de Riobamba. Riobamba, Ecuador.

Rodriguez, C., & Bienzema, M. V. (2014). Detección de la corrosión por picadura en aceros inoxidables empleando ultrasonido.

Sanchez, A. (2017). TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO. METODOLOGIA DE APLICACIÓN EN LAS ORGANIZACIONES.

## 12. ANEXOS

### 12.1 Anexo 1, Recolección de datos por Casa Inglesa

La recolección de datos se realizó siguiendo el formato propuesto en esta monografía, el personal a cargo es un tercero con razón social Casa Inglesa; este hace uso del equipo especializado por ultrasonido y cuenta con personal capacitado para la tarea.

La Tabla 8 muestra los datos suministrados por Casa Inglesa en el ejercicio de la medición de espesores para los camiones objeto de estudio en las frecuencias de intervención (1400 Hr, 2800 Hr y 3200 hr).

**Tabla de recolección de datos**

Matrícula vehículo	Posición	Valor	mínimo	Posición	Valor	mínimo	Posición	Valor	mínimo
SNO052	A	6	4,8	A	6,1	4,6	A	4,7	4
SNO052	A	6,1		A	5,4		A	4	
SNO052	A	4,9		A	4,8		A	4,4	
SNO052	A	5,8		A	4,6		A	4,4	
SNO052	A	4,8		A	6		A	5,7	
SNO052	A	6,5		A	4,9		A	5	
SNO052	A	5,6		A	5,1		A	4,9	
SNO052	A	5,7		A	4,8		A	4,7	
SNO052	B	4,5	4,5	B	4,8	3,7	B	4	3,5
SNO052	B	4,7		B	4		B	4	
SNO052	B	4,8		B	4,5		B	3,7	
SNO052	B	4,6		B	3,8		B	3,5	
SNO052	B	4,7		B	4,7		B	4	
SNO052	B	5,2		B	3,8		B	3,6	
SNO052	B	5,4		B	3,7		B	3,8	
SNO052	B	5,1		B	4,6		B	4	
SNO052	C	4,1	4,1	C	4,7	3,7	C	4	3,4
SNO052	C	5,2		C	4,6		C	3,9	
SNO052	C	4,5		C	5		C	4,5	
SNO052	C	4,4		C	3,7		C	3,4	
SNO052	C	4,3		C	4,7		C	4,7	
SNO052	C	4,7		C	4		C	4	
SNO052	C	4,5		C	5,1		C	4,5	

SNO052	C	4,5		C	5,3		C	4,7	
SNO052	D	5,2	4,1	D	4	3,8	D	4,7	3,5
SNO052	D	4,3		D	5,6		D	3,8	
SNO052	D	5,5		D	4		D	3,9	
SNO052	D	5,3		D	3,8		D	4	
SNO052	D	4,1		D	4,9		D	4,9	
SNO052	D	4,2		D	4,8		D	3,5	
SNO052	D	4,3		D	5,3		D	4,8	
SNO052	D	4,3		D	5		D	4,9	
SNO052	E	5,4	3,8	E	4	3,6	E	3,7	3
SNO052	E	5,6		E	3,7		E	3	
SNO052	E	4		E	3,9		E	3,5	
SNO052	E	3,8		E	3,7		E	3,6	
SNO052	E	4,9		E	3,6		E	3,8	
SNO052	E	4,8		E	4		E	4	
SNO052	E	5,3		E	5,3		E	4,3	
SNO052	E	5		E	4,4		E	3,3	
SNO052	F	5,8	4,6	F	5,2	4,3	F	4,7	4
SNO052	F	5,2		F	5,7		F	4,9	
SNO052	F	5,7		F	4,3		F	4	
SNO052	F	4,6		F	4,9		F	4,3	
SNO052	F	4,8		F	6,1		F	4,7	
SNO052	F	4,9		F	5		F	5,7	
SNO052	F	5,1		F	4,6		F	6	
SNO052	F	4,8		F	4,7		F	5,2	
SNO052	G	6,5	5,9	G	5,8	5,7	G	5,6	5,3
SNO052	G	6,4		G	6		G	5,3	
SNO052	G	5,9		G	5,7		G	5,5	
SNO052	G	6,7		G	5,8		G	5,4	
SNO052	G	6		G	6,1		G	5,5	
SNO052	G	6,1		G	6		G	5,4	
SNO052	G	6,1		G	5,7		G	5,6	
SNO052	G	5,9		G	6,2		G	5,7	
SNO050	A	4,4	4	A	4,4	3,3	A	3,7	3
SNO050	A	4		A	4,6		A	3,4	
SNO050	A	4,3		A	3,4		A	3,4	
SNO050	A	4		A	3,3		A	3,7	
SNO050	A	4,8		A	3,5		A	4,8	
SNO050	A	4,4		A	3,3		A	4	
SNO050	A	4,6		A	4		A	4	
SNO050	A	4,3		A	4,4		A	3	
SNO050	B	3,8	3,5	B	3,8	3,1	B	3	2,6

SNO050	B	4		B	3,6		B	2,8	
SNO050	B	3,8		B	5,4		B	2,9	
SNO050	B	4,3		B	3,2		B	3	
SNO050	B	3,5		B	3,4		B	3	
SNO050	B	4,3		B	3,1		B	2,8	
SNO050	B	4,7		B	3,1		B	2,6	
SNO050	B	3,9		B	3,7		B	2,7	
SNO050	C	2,8	2,8	C	2,5	2,5	C	2,5	2,3
SNO050	C	3,3		C	2,6		C	2,7	
SNO050	C	3,3		C	2,7		C	2,5	
SNO050	C	3,5		C	3		C	2,3	
SNO050	C	4,2		C	2,8		C	2,5	
SNO050	C	4,3		C	2,7		C	2,4	
SNO050	C	3,3		C	2,5		C	2,3	
SNO050	C	3,4		C	2,6		C	2,4	
SNO050	D	2,4	2,3	D	2,5	1,9	D	2,1	1,5
SNO050	D	2,8		D	2,7		D	3,8	
SNO050	D	2,6		D	2		D	1,5	
SNO050	D	2,3		D	1,9		D	1,5	
SNO050	D	3		D	2,5		D	3,7	
SNO050	D	2,7		D	2,4		D	3,5	
SNO050	D	2,3		D	2		D	3,6	
SNO050	D	2,5		D	2,4		D	3,7	
SNO050	E	2,3	2,3	E	2,5	2,2	E	2,2	1,8
SNO050	E	3		E	3		E	3	
SNO050	E	2,6		E	2,5		E	2,1	
SNO050	E	2,3		E	2,7		E	2,5	
SNO050	E	3		E	2,9		E	2,5	
SNO050	E	2,5		E	2,2		E	1,8	
SNO050	E	2,8		E	2,3		E	2,8	
SNO050	E	2,7		E	3		E	2,9	
SNO050	F	5,4	4,5	F	4,1	4	F	3,8	3,8
SNO050	F	6		F	4		F	4	
SNO050	F	5,5		F	4,3		F	3,8	
SNO050	F	4,8		F	4		F	3,8	
SNO050	F	4,7		F	4,3		F	3,8	
SNO050	F	5,5		F	4,2		F	4	
SNO050	F	4,5		F	4,4		F	4	
SNO050	F	5,8		F	4		F	3,9	
SNO050	G	6,5	6,2	G	6	6	G	5,7	5,4
SNO050	G	6,3		G	6,1		G	5,5	
SNO050	G	6,4		G	6		G	5,5	
SNO050	G	6,6		G	6,2		G	5,5	



SNO050	G	6,5		G	6		G	6	
SNO050	G	6,3		G	6,1		G	5,4	
SNO050	G	6,2		G	6		G	5,7	
SNO050	G	6,2		G	6,3		G	5,4	
SNO058	A	4	3,7	A	3,8	3,3	A	3,6	3
SNO058	A	4,1		A	3,5		A	3,1	
SNO058	A	3,8		A	3,4		A	4,6	
SNO058	A	3,7		A	3,4		A	3,7	
SNO058	A	3,9		A	4		A	3	
SNO058	A	4		A	3,4		A	3	
SNO058	A	4,1		A	3,6		A	5,2	
SNO058	A	4		A	3,3		A	4,3	
SNO058	B	4	3,5	B	3	3	B	3	2,5
SNO058	B	3,6		B	3,6		B	3,3	
SNO058	B	3,9		B	4		B	3,4	
SNO058	B	3,6		B	3,7		B	3,4	
SNO058	B	3,7		B	3,9		B	3,5	
SNO058	B	3,5		B	3		B	2,5	
SNO058	B	3,6		B	3		B	3	
SNO058	B	3,5		B	4,1		B	2,9	
SNO058	C	2,7	2,3	C	2,8	2	C	2	1,5
SNO058	C	2,5		C	2,6		C	1,8	
SNO058	C	5,2		C	2,4		C	2,3	
SNO058	C	2,7		C	2,3		C	2,2	
SNO058	C	3,5		C	2		C	2	
SNO058	C	3,8		C	2,6		C	2,3	
SNO058	C	2,3		C	2,9		C	1,7	
SNO058	C	3		C	2,6		C	1,5	
SNO058	D	3,8	3,8	D	3,3	3,3	D	3	3
SNO058	D	3,8		D	3,5		D	3,1	
SNO058	D	6,1		D	3,4		D	3,4	
SNO058	D	4,3		D	4		D	3,3	
SNO058	D	4,1		D	4,3		D	3,5	
SNO058	D	4,1		D	4,1		D	3,3	
SNO058	D	4,5		D	3,7		D	3,2	
SNO058	D	4,2		D	4		D	4,4	
SNO058	E	3,9	3,7	E	3,8	3,5	E	4	3,1
SNO058	E	4,1		E	4		E	3,5	
SNO058	E	4,5		E	3,5		E	3,7	
SNO058	E	6,1		E	3,8		E	3,3	
SNO058	E	4,4		E	3,5		E	3,5	
SNO058	E	5,7		E	4		E	3,1	
SNO058	E	3,7		E	4,1		E	3,2	

SNO058	E	3,8		E	3,5		E	3,6	
SNO058	F	4,8	4,6	F	4	4	F	4,1	3,6
SNO058	F	5,2		F	4,1		F	4,7	
SNO058	F	5,1		F	5		F	3,6	
SNO058	F	6		F	5,1		F	3,7	
SNO058	F	5,8		F	4,5		F	3,6	
SNO058	F	5,1		F	5		F	3,9	
SNO058	F	4,9		F	4,7		F	3,8	
SNO058	F	4,6		F	5,6		F	4,1	
SNO058	G	5,5	4,5	G	4,8	4	G	3,7	3,5
SNO058	G	4,9		G	4,6		G	4	
SNO058	G	5		G	4,5		G	3,7	
SNO058	G	5,1		G	4		G	3,9	
SNO058	G	4,5		G	4,8		G	3,5	
SNO058	G	5		G	4		G	3,6	
SNO058	G	4,7		G	4,4		G	3,8	
SNO058	G	5,6		G	4,3		G	3,6	

Tabla 8 Tabla de recolección de datos suministrada por Casa Inglesa

Los datos presentados en la Tabla 8 fueron consolidados y resumidos en las tablas 1, 2 y 3 y con base a estos valores fueron ilustrados en las graficas 1, 2 y 3.

De igual forma se presenta a continuación en la Imagen 6, el documento donde se especifica la descripción y alcance del servicio contratado por la empresa a Casa Inglesa.

<b>CIUDAD Y FECHA:</b> BOGOTÁ, noviembre 10 de 2021	<b>COD:</b> EQUA-BSR-111-2021
<b>SEÑORES:</b> Cementos Argos Attn. Ing. Julian Torres	<b>NIT:</b> 890.100.251

**CASA INGLESA;** con más de 125 años de experiencia en el mercado y como representantes en Colombia de Kenworth, Perkins, McNeilus, Con-e-co, Pierce, Oshkosh, Kawasaki, Rhino y Dulevo se complace en presentar la oferta comercial de sus productos, repuestos y/o servicios, para que conozcan las características y ventajas de los mismos, con la finalidad de satisfacer sus necesidades.

**DESCRIPCION**

Nos permitimos poner a sus consideración nuestra oferta para el servicio de :

- Medición de espesor del tambor
- Revisión de los demás sistemas y componentes estructurales del mixer de concreto



**OBJETIVO**

Hallar el espesor del tambor mediante su medición con el equipo especializado por ultrasonido.

Determinar el estado de desgaste del espesor en los tambores y pedidas de presión de los mezcladores (mixer) de concreto, con el fin de establecer su vida útil restante y poder programar o planificar una futura reposición o reparación.

Establecer los componentes estructurales overlados que requieren reparación o cambio como pedestales, canales, tolvas, Etc.

Realizar pruebas de funcionamiento a los demás sistemas del mixer como el sistema neumático y eléctrico.

**ALCANCE**

**Medición de espesores**

Se tomaran medidas y lecturas a las mixer del perímetro del tambor encada una de sus secciones.





Bogotá: Carrera 136A No. 11 - 80 Piso: (57 1) 422 7700 Fax: (57 1) 422 7700  
 Medellín: Calle 65 Sur No. 45 - 66 Municipio de Sabana 1ra: (57 4) 488 4987 Fax: (57 4) 378 1302  
 Barranquilla: Vía 45 No. 51 - 200 Terc: (57 8) 385 1625 Fax: (57 8) 349 8028  
 Bucaramanga: Carrera 29A No. 29 - 80 Centro Sur: (57 7) 466 7864 Fax: (57 7) 602 2360  
 Bogotá: Avenida República  
 Línea Gratuita 0 800 00 9111 [www.casalinglesa.com](http://www.casalinglesa.com)  
[www.casalinglesa.com](http://www.casalinglesa.com)

Imagen 6. Descripción y alcance del servicio medición de espesores por ultrasonido de Casa Inglesa, tomado de (Argos., 2021)

## 12.2 Anexo 2, Ficha técnica de la mezcladora de concreto de 8m3

El proveedor de los camiones mezcladores que hacen parte de la flota de la empresa corresponde a McNeilus; este en su ficha técnica (Imagen 7), especifica que el espesor original del tambor mezclador en sus diferentes secciones corresponde a 6.35 mm o ¼”, elaborado con acero AR200 de alta resistencia a la abrasión con dureza de 200 a 230 Brinell.



### MEZCLADORA DE CONCRETO DE 8M3



**TAMBOR MEZCLADOR**

- De cuatro secciones
- fabricado en acero AR 200 de 6.35mm (1/4") espesor de alta resistencia a la abrasión con dureza de 200 a 230 Brinell, esfuerzo último a la tensión de 103.000 Lbs/in<sup>2</sup> y esfuerzo último a la cedencia de 86.000 Lbs/in<sup>2</sup>
- Fondo de la olla de 6.35mm (1/4") reforzado con una placa de 6.35mm (1/4") de 1219mm (48") de diámetro en el soporte del reductor en acero AR200.
- Soldada manualmente por dentro y con soldadura automática de arco sumergido por fuera.
- Aspas troqueladas de 508mm (20") de peralte fabricadas en acero de alta resistencia AR200, de 6.35mm (1/4") de espesor, con varilla de refuerzo para dar mayor vida.
- Boca de la olla de 1067mm (42") de diámetro con tolva de alimentación embisagrada de apertura fácil, con placas de desgaste de 4.8mm (3/16") en acero de alta resistencia a la abrasión AR200.
- Pista de rodamiento sólida de una sola pieza, sin costura, forjada y rolada en caliente y torneada después de soldarse a la olla, fabricada en acero SAE 1045.
- Canal colector en acero AR200 con placa de desgaste, atornillado para facilitar su reemplazo o recubrimiento posterior.
- Rodillos de acero forjado ASTM 8620 grado herramienta endurecidos por inducción, con baleros Timken de doble sello.
- Registro de emergencia atornillado cuadrado



**El alto desempeño se une con el bajo mantenimiento del Mezclador McNeilus Global SF.**

- Tambor diseñado según normas estrictas y construido en acero AR200 resistente a la abrasión para una larga vida
- Desempeño excelente en la carga, el mezclado y la descarga por la geometría comprobada de las aspas, hechas de refuerzo de acero de 3/8 de pulgada en los labros de las alitas y dentro del fondo
- Diseño de la cubaza hecho de una pieza para mayor fuerza y menor área de abrasión
- El diseño del tambor del mezclador está construido para un desempeño superior tanto con plantas clasificadas en seco y en húmedo

**Sub marco para trabajo pesado construido con travesaños de refuerzo para más fuerza y mejor estabilidad**

- El sistema catálogo de opciones le permite personalizar completamente su mezclador para ajustarse a las necesidades de su aplicación
- Los tambores de tamaño angosto (7'0") están construidos para caber en contenedores de transporte estándar
- El pincho trazo mejora el movimiento de la canaleta con movimientos de rotación ahuecado para asegurar una larga vida y facilidad de movimiento cuando se coloca en la posición de vaciado

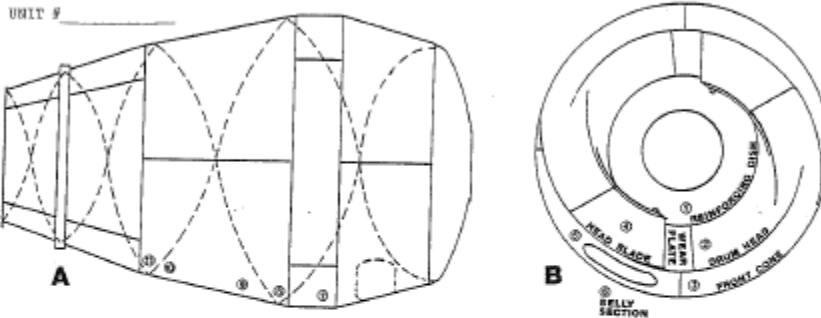
TAMBOR MEZCLADOR		CONTROLES	
Capacidad	3-12 m <sup>3</sup>	Tipo de control del tambor	Cable
Abertura de descarga	1607 mm (62 pulg.)		
Transmisión del tambor	2F P-7300	GUARDAFANGOS	
Gresor de la cubaza	6.35 mm (1/4 pulg.)	Material de la puerla	Poly negro (solo según el chasis)
Gresor de la puerla	4.76 mm (3/16 pulg.)	Lubricación	Plástico blanco (opcional)
Gresor de las alitas	4.76 mm (3/16 pulg.)	PINTURA	
Altura de fluctuación	Ahorilladas	El compresor y los componentes se limpian y granulada de acero antes de la imprimación con imprimador epóxico.	
Fuerza	Una, atornillada	Terminado opcional Un color Blanco; Caja de terminación Takon	
		Autocolor ST 1000, un polímero de alto sólido, de alto rendimiento.	
CANALETA PRINCIPAL Y EXTENSIONES		OPCIONES POPULARES	
Longitud	1219 mm (5 pies)	• Control electrónico, SE y SP	• Luces LED
Material de la canaleta	Acero	• Lubricación del rodillo en un solo punto	• Barra de 3 luces en la tolva de carga
Elevador	Manual	• Tanque de agua de aluminio	• Luces para vaciado nocturno
Bloqueo	Manual	• Sistema Smart Smart Vision	• Tanque de agua de poly
Extensión 1	1219.2 mm (48 pies)	• Mangonera superior de lavado	• Alrededor de agua
Extensión 2	1219.2 mm (48 pies)	• Medidor de movimiento	• Transmisión de tambor 2F
SISTEMA DE AGUA		• Canaletas ligeras	• Protectores de rodillos
Tanque elevado	Acero, 473 litros (125 galones)	• Canaletas plegables	• Guardafangos
Válvulas de agua	Válvulas de bobina estándar	• Anticorrosión total sobre la canaleta	• Componente superior de la canaleta
Prensado	50, presión neumática	• Bloqueo de aire de la canaleta	• Escalon de parachoques
HIDRÁULICA		• Anclaje de cable de la canaleta	• Impulsor de cubaza (forjado no forjado)
Bomba	Serie Serie 54		
Motor	Serie Serie 54 (10-12kW) Serie Serie 46 (7-9kW)		
Depósito	Acero		
Montaje del depósito	Contacto del pedestal		

**CONTRATOS DE GARANTÍA Y SERVICIO McNEILUS**  
 Llame a su representante McNeilus para los detalles de la garantía y las opciones de servicio.  
 Para más información, vea a [www.mcneilus.com/panorama](http://www.mcneilus.com/panorama)

Imagen 7. Ficha técnica camiones mezcladores McNeilus 8m3, tomado de (Argos., 2021)

Al igual que la ficha técnica, el fabricante facilita recomendaciones y especificaciones para realizar el seguimiento de dichos espesores, puntos importantes dentro del tambor y la estructura de apoyo sobre el camión, que podemos apreciar en la Imagen 8.

**USE OF THE ULTRASONIC THICKNESS GAUGE**



1) _____	7) _____
2) _____	8) _____
3) _____	9) _____
4) _____	10) _____
5) _____	11) _____
6) _____	

When checking a Mixer Drum with the Thickness Tester, the following procedures should be followed.

- A) Checking from outside.**  
Rotate drum so hatch is at 7 O'Clock and check as indicated on **drawing A**.
- B) When checking inside rotate drum to 7 O'Clock - Remove hatch and check as indicated in drawing B.**

*In your checking some background information is always advisable, such as:*

<b>Mixer Serial No.</b>	<b>Engine Hours</b>	When drum thickness is 1/8" (.125) it becomes questionable. At 5/64" (.078) & 1/16" (.063) drum should be replaced.
<b>Truck Miles</b>	<b>Yards Mixed</b>	

Imagen 8 Recomendaciones técnicas del proveedor, tomado de (Argos., 2021)