

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

Departamento Ingeniería Agrícola
Trabajo de Diploma

Determinación de los indicadores de operatividad de los tractores YTO-1604 en la Empresa Azucarera Cienfuegos.

Autores del trabajo: Annietty Rachel García Cruz.

Tutor: MSc Manuel Acevedo Darias.

Santa Clara, noviembre 2021
Copyright©UCLV

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

Department of Agricultural Engineering

DIPLOMA THESIS

Determination of the operational indicators of the tractors YTO-1604 in the Sugar Company Cienfuegos.

Author: Annietty Rachel García Cruz.

Tutor: MSc Manuel Acevedo Darias.

Santa Clara, November 2021
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

PENSAMIENTO

La enseñanza de la agricultura es aún más urgente; pero no en escuelas técnicas, sino en estaciones de cultivo; donde no se describan las partes del arado sino delante de él y manejándolo; y no se explique en fórmula sobre la pizarra la composición de los terrenos, sino en las capas mismas de las tierras; y no se entibie la atención de los alumnos con meras reglas técnicas de cultivo, rígidas como las letras de plomo con que se han impreso, lino que se les entrega con las curiosidades, deseos, sorpresas, y experiencias, que son sabroso pago y animado premio de los que se dedican por sí mismo a la agricultura.

Cre' Martí



DEDICATORIA

De todas las variedades de la virtud, la generosidad es la más estimada.

-A mi familia, en especial a mis padres, a mi hermana y a mi esposo, partes indispensables de mí.

-A mis compañeros de estudio, cómplices de mis andanzas y de tantos momentos buenos y malos.

-A mi tutor MSc Manuel Acevedo Darías, tan sabio y por su ayuda incondicional.

-A mi oponente DrC Omar González Cueto, paciente y altruista con esta alma errante que soy.

-A mi revolución, siempre triunfante, siempre de los humildes, siempre digna.

AGRADECIMIENTOS

Es por la modestia por donde suele empezar el bienestar.

-No puede transcurrir esta tesis sin agradecer a todos esos hombres y mujeres sin los cuales este momento hubiera resultado imposible.

-Agradezco a mi Universidad, ese sitio inolvidable en el que aprendí a crecer y a transformarme.

-Mi gratitud enorme llegue hasta mis profesores cuyos saberes jamás olvidare.

-Mi eterno agradecimiento llegue a mis amigos, a mi tutor, a mi oponente, en general a todos los que contribuyeron de una forma u otra con este modesto trabajo.

-Agradezco a mi familia por haberme forjado y a mi país por haberme dado el camino.

GRACIAS

RESUMEN

El objetivo general del trabajo fue determinar los indicadores de fiabilidad referidos a la operatividad de los tractores YTO 1604 que se explotan en la Empresa Azucarera Cienfuegos, a través de los datos recogidos en las distintas UEB que la componen, para determinar su capacidad de mantener un trabajo ininterrumpido en un tiempo determinado, y en las condiciones de explotación propias de la empresa. Para ello, se elaboraron las metodologías de trabajo correspondientes a la recolección de la información inicial, y caracterizar las fallas que se producen en los tractores YTO 1604 de la Empresa Azucarera Cienfuegos. La metodología para caracterizar las condiciones climatológicas de explotación del parque de tractores, para evaluar el nivel de preparación técnica de los operadores, y determinar los indicadores de operatividad de los tractores YTO 1604. Como resultados, se pudo conocer que las fallas más frecuentes de los tractores en estudio ocurren sobre todo en las crucetas y bombas hidráulicas de 70l, que estos tractores se explotan en condiciones típicas propias del país, y que sus indicadores de operatividad son generalmente bajos.

ABSTRACT

The general objective of the work was to determine the reliability indicators referring to the operation of the YTO 1604 tractors that are operated in the Cienfuegos Sugar Company, through the data collected in the different UEB that compose it, to determine their capacity to maintain a uninterrupted work in a determined time, and in the operating conditions of the company. For this, the work methodologies corresponding to the collection of the initial information were elaborated, and characterize the failures that occur in the YTO 1604 tractors of the Cienfuegos Sugar Company. The methodology to characterize the climatic conditions of exploitation of the tractor park, to evaluate the level of technical preparation of the operators, and to determine the operational indicators of the YTO 1604 tractors. As results, it was known that the most frequent failures of the Tractors under study mainly occur in hydraulic crossheads and pumps of 70l, that these tractors are operated in typical conditions typical of the country, and that their operational indicators are generally low.

INDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	6
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
1.1 Generalidades sobre la ingeniería de la fiabilidad.....	6
1.2. Definiciones básicas.....	7
1.3. Estructuras básicas.....	8
1.4. Importancia de la fiabilidad.....	10
1.5. Asignación de fiabilidad.....	11
1.6. Medidas de fiabilidad.....	11
1.7. Distribuciones de vida o de probabilidades.....	13
1.8. La fiabilidad y el entorno.....	15
1.9. Modelos de fallos mecánicos.....	16
1.10. Indicadores simples de fiabilidad.....	17
1.10.1 Indicadores de operatividad.....	19
1.10.2. Indicadores de durabilidad.....	20
1.10.3. Indicadores de conservabilidad.....	20
1.10.4. Indicadores de mantenibilidad.....	20
CAPÍTULO II	22
PROGRAMA Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
2.1 Programa general de la investigación.....	22

2.2. Metodología para caracterizar las fallas que se producen en los tractores YTO 1604.	24
2.3. Metodología para caracterizar las condiciones climatológicas de explotación del parque de tractores.....	24
2.4. Metodología para evaluar el nivel de preparación técnica de los operadores.	26
2.5. Metodología para determinar los indicadores de operatividad de los tractores YTO 1604.	28
2.5.1 Primera etapa. Procesamiento estadístico de la información inicial.	30
2.5.2. Segunda etapa. Determinación de los indicadores de operatividad.	32
CAPÍTULO III.....	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
3.1. Resultados del estudio para recolectar la información inicial, e identificar las fallas que ocurren en los tractores YTO 1604 de la Empresa Azucarera Cienfuegos.	35
3.2. Resultados del estudio para caracterizar las condiciones climatológicas de explotación del parque de tractores YTO 1604 en la Empresa Azucarera Cienfuegos.	41
3.3. Resultados del estudio para evaluar el nivel de preparación técnica de los operadores.	45
3.4. Resultados del estudio para determinar los indicadores de operatividad de los tractores YTO 1604 en la Empresa Azucarera Cienfuegos.	49
CONCLUSIONES	56

RECOMENDACIONES 57

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

Desde el triunfo de la Revolución Cubana en enero de 1959, se comenzó a considerar la mecanización de la Agricultura y sobre todo la cañera de forma integral, elaborándose los primeros Sistemas de Máquinas e iniciándose las primeras investigaciones sobre la explotación técnica, la organización de la maquinaria, la reparación, el mantenimiento, la recuperación de piezas, etc; actividades en las que entonces la URSS, con las relaciones de amistad y comercio establecidas, desempeñó un importantísimo papel.

Si bien es cierto que al triunfo de la Revolución solo existían en el país muy pocos tractores (Gómez, 2000), repartidos fundamentalmente entre la producción de arroz, la ganadería y la preparación de suelos, desarrollándose las restantes labores agrícolas de manera manual o con la ayuda de la tracción animal, como resultado de las excelentes relaciones comerciales establecidas con la antigua URSS fundamentalmente, la agricultura cubana experimentó un salto cualitativo y cuantitativo tan grande, que pronto resultó ser una agricultura de referencia en la región, con un total de 2,1 tractor y una potencia de 115 KW por cada 100 ha (Anónimo, 2002), en correspondencia con las estadísticas publicadas de la década de los años 80.

Al derrumbarse el campo socialista y como consecuencia de todos los fenómenos adversos que esto trajo para el país, a partir de la década del 90 se observó una disminución del parque de máquinas de hasta 0,85 equipos por cada 100 ha y un deterioro acelerado de la técnica, debido fundamentalmente a las siguientes cuestiones (Gómez, 2000, García, 2000):

- Insuficiente suministro de piezas básicas para su reparación;
- pobre renovación del parque de máquinas;
- limitaciones de recursos energéticos;
- éxodo de personal calificado;
- falta de funciones bien definidas con su correspondiente responsabilidad;
- insuficiente base de datos para consultar o evaluar una situación determinada;
- insuficiente calidad y rigor en los balances de máquinas.

- no en todos los territorios se trabajó con la misma seriedad en la racionalización del trabajo en los talleres.
- no se logró agrupar en pelotones toda la maquinaria.
- no se le brindó siempre la atención requerida al personal vinculado a la actividad.

Muchas de estas cuestiones, derivadas de la nueva coyuntura internacional al desaparecer la URSS, fueron avizoradas por el comandante en Jefe cuando en el informe central al V congreso del Partido Comunista de Cuba expresó (Castro, 2002):

... “Aquello iba a constituir algo verdaderamente impredecible, verdaderamente increíble en la historia de la humanidad; pero algo terriblemente duro para nuestro país y para nuestra revolución “.

Todo esto trajo como consecuencia, que para poder mantener los niveles de mecanización que requería la agricultura se necesitara:

- Alcanzar una disponibilidad técnica del parque de máquinas del 85% (Gómez, 2000, García, 2000).
- cumplir a cabalidad con las resoluciones 29/95 “Sobre el cálculo de las necesidades de uso de la maquinaria y la tracción animal” y 30/95 “Sobre la calidad de ejecución de los mantenimientos técnicos y cuidados a los equipos”;
- aumentar la recuperación y remotorización de los equipos;
- consolidar la red de talleres y el movimiento de talleres modelos;
- capacitar adecuadamente al personal técnico y administrativo, entre otras acciones.

En fecha más reciente, la máxima dirección del país adoptó otras medidas especiales como fue el caso de la reestructuración del Ministerio del Azúcar (MINAZ) y crear el grupo AZCUBA, destinadas fundamentalmente a garantizar que las unidades productoras fueran lo más autosuficientes posibles en las labores mecanizadas, a que existiera una correcta planificación técnico – económica de los equipos, de manera tal que se garantizara el uso racional de los mismos sobre la base del cálculo exacto de la cantidad de medios necesarios y garantizar la

aplicación de los índices de explotación para la maquinaria agrícola, pues la experiencia demostró, que para alcanzar un desarrollo sostenible de la agricultura en el país, no era necesario mantener en explotación un parque de máquinas tan voluminoso como el alcanzado en la década de los años 80, que por demás y de manera creciente, demandaba repuestos, atenciones técnicas, combustibles y lubricantes, lo que encarecía demasiado su explotación en relación directa con los años de explotación que poseían.

Por ello, la política a seguir fue la siguiente (Anónimo, 2002, IIMA, 2002):

- Garantizar en producción cañera un tractor por cada 200 ha;
- garantizar en producción agropecuaria: un tractor por cada 67 ha en cultivos varios, uno por cada 268 ha en forestales, un tractor por cada 322 ha en la ganadería y un tractor por cada 45 ha en el arroz;
- para la preparación de suelos se destina un tractor clase 14 KN, por cada 0,7 ha.

Sin embargo, con la maquinaria existente, cumplir con esas indicaciones era prácticamente imposible y por ello, se puede asegurar que en la actualidad la economía cubana ha iniciado un interesante e importante proceso de transformaciones económicas, identificado como: “actualización del modelo económico”, que abarca a la totalidad de los sectores más importantes de la economía nacional.

Estas transformaciones han quedado recogidas en los lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución, aprobados en el VI congreso del Partido Comunista de Cuba (PCC) en abril del 2011 y ratificadas en la recién concluida conferencia del PCC celebrada en febrero del 2015.

Se puede señalar que las transformaciones más profundas e importantes se han iniciado en un sector económicamente decisivo y estratégico para la economía cubana como es el sector agropecuario y cañero.(Nova, 2010), por tanto, el reto científico en las nuevas circunstancias y para el futuro es mejorar continuamente las líneas de máquinas y fuentes energéticas, de modo que contribuyan cada vez más al ahorro de combustible, fuerza de trabajo, y que realicen sus labores con

calidad, eficiencia y bajo costo, conservando las propiedades del suelo y el medio ambiente.

Hoy, el reto científico en el desarrollo de la mecanización en el país, se vincula especialmente con el concepto moderno de tecnología apropiada, entendiéndose «La tecnología como un fenómeno social que surge y se despliega en un complejo sistema cultural, donde hay que tomar en consideración los conocimientos, hábitos y valoraciones que cada sociedad impone por medio de rasgos singulares y universal (Arana and Valdes, 1999).

En nuestro país, se tiene claro que el concepto de mecanización de la agricultura debe formar parte de una tecnología apropiada a nuestro contexto biofísico, económico, político y social. No se pueden ignorar la tradición del campesino, las características del desarrollo de cada región, las condiciones agroedafológicas, los imperativos económicos y sociales, e incluso, el factor de género.

Para ello, se pretende mecanizar con la menor cantidad de labores y con el empleo de máquinas que simultaneen operaciones o que tengan mayor ancho de trabajo, velocidad, etc., posibilitando el consiguiente ahorro de fuerza de trabajo y otros recursos, para lo cual es necesario paulatinamente renovar el parque de máquinas y su infraestructura.

Esta es la razón por la cual, poco a poco se han ido introduciendo en nuestros campos modernos tractores como los YTO 1604, cuyas características técnicas pueden ser consultadas en el anexo 1 tablas 1, 2 y 3, acerca de los cuales no se conoce aún el comportamiento de sus indicadores de fiabilidad referidos a la operatividad en las disímiles condiciones de explotación de la maquinaria en el país.

Por ello, el **objeto de investigación** lo constituyen los tractores YTO 1604 que se explotan en las condiciones de la Empresa Azucarera Cienfuegos.

Por todo lo expuesto, se convierte en propósito esencial de esta investigación la solución del siguiente **problema científico**:

¿Cómo se comportan los indicadores de operatividad de los tractores YTO 1604 en las condiciones dadas?

La **hipótesis** está centrada en:

Si se conoce el comportamiento de los indicadores de operatividad de los tractores YTO 1604 en las condiciones de explotación de la Empresa Azucarera Cienfuegos; entonces, se podrá determinar su potencial para mantener ininterrumpidamente el estado de capacidad de trabajo durante un tiempo específico en condiciones de operación dadas.

Teniendo en cuenta el problema declarado y la hipótesis formulada se define como **objetivo general**, el siguiente:

Determinar los indicadores de fiabilidad referidos a la operatividad de los tractores YTO 1604 que se explotan en la Empresa Azucarera Cienfuegos, a partir de los datos recogidos en la misma, así como su capacidad de trabajo ininterrumpido en un tiempo determinado.

Para dar cumplimiento al objetivo propuesto, se declaran los siguientes **objetivos específicos**:

- 1- Identificar las fallas que se producen en los tractores YTO 1604.
- 2- Caracterizar las condiciones climatológicas de explotación del parque de tractores YTO 1604 en la Empresa Azucarera Cienfuegos.
- 3- Evaluar el nivel de preparación técnica de los operadores.
- 4- Definir los indicadores de fiabilidad vinculados a la operatividad de los tractores YTO 1604, según datos recogidos en las distintas UEB de la empresa.

La parte experimental de la investigación se realizó en las condiciones de las UEB que forman parte de la Empresa Agroindustrial Cienfuegos, pero sus resultados y base metodológica pueden ser aplicados en todo el territorio nacional y para cualquier zona.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

1.1 Generalidades sobre la ingeniería de la fiabilidad.

La ingeniería de la fiabilidad estudia la longevidad y el fallo de los equipos, empleando principios científicos y matemáticos, donde el objetivo fundamental estriba en que una mayor comprensión de los fallos ayudará a identificar las mejoras que puedan introducirse en el diseño o explotación de los productos para aumentar su vida útil, o por lo menos, para limitar las consecuencias adversas de los fallos.

Por tanto, se concede mucha importancia al diseño de los productos o a su rediseño, con anterioridad a la fabricación o a la venta. Sin embargo, no es menos importante reconocer la importancia que tiene la adecuada explotación de los mismos, pues aunque la mayoría de la gente reconoce que los mismos poseen vidas finitas, y que un mejor diseño de los productos implica con frecuencia vidas funcionales más largas, no se puede menospreciar el papel que desempeña la adecuada explotación para evitar fallos catastróficos como el de fatiga en el fuselaje de un avión por ejemplo, la pérdida del motor de un avión comercial, los accidentes de los reactores nucleares de Three Mile Island y Chernobil, y el accidente del transbordador espacial Challenger, que son algunos ejemplos muy conocidos de fallos catastróficos de sistemas.

Sin embargo, existen fallos de sistemas a menor escala, como el de un electrodoméstico, el desgaste de una batería, o el fallo de una bombilla. Muchos han experimentado ejemplos potencialmente graves, como el fallo de los neumáticos de un coche, etc., donde estos ejemplos poseen algunas características comunes y a su vez, diferencias.

Las características comunes son:

1. Los fallos de los sistemas son lo suficientemente importantes como para requerir un esfuerzo de ingeniería, con el fin de intentar comprenderlos y controlarlos.
2. El diseño de los sistemas es complicado, por lo que las causas y consecuencias de los fallos no son obvias.

Para determinar las diferencias es prudente referirse a dos casos extremos, el fallo de una bombilla y el accidente de Three Mile Island.

El accidente de Three Mile Island fue causado por un fallo de un componente físico del equipo, aunque también estuvo influenciado por la respuesta humana al fallo del componente y por las políticas de decisión establecidas.

Por el contrario, el fallo de una bombilla y sus consecuencias normalmente no están relacionados con decisiones y rendimientos humanos.

Lo que es significativo, es que existen muchos productos y sistemas modernos cuyo funcionamiento operativo depende de la efectividad conjunta de algunos de los factores siguientes:

- El equipo físico;
- los operadores humanos;
- el software;
- los protocolos de gestión.

La precisión en la predicción de la fiabilidad es también crucial desde el punto de vista económico, pues la fiabilidad de un producto determina su productividad operativa, así como los gastos de reparación y mantenimiento. Puede asimismo determinar el intervalo en que se distribuyen los costes operativos, y en el que se obtienen ingresos o servicios. Por tanto, la fiabilidad es un factor central para determinar el coste del ciclo de vida de un producto.

1.2. Definiciones básicas.

A menudo se crean términos técnicos con palabras que ya tienen significados coloquiales y que no se corresponden exactamente con su uso técnico. Esto sucede con la palabra fiabilidad.

En el sentido coloquial, la palabra fiable se utiliza para calificar a las personas que cumplen con sus compromisos. También se utiliza para describir equipos u otros objetos inanimados que funcionen satisfactoriamente. El concepto es claro pero no particularmente preciso. Por el contrario, la palabra fiabilidad tiene una definición técnica precisa y no totalmente equivalente. Esta es:

Fiabilidad es la probabilidad de que un dispositivo realice adecuadamente su función prevista a lo largo del tiempo, cuando opera en el entorno para el que ha sido diseñado según (Himmenblau, 1978; Todinov, 2005; Abaurrea, 2004; Yañez, 2004; Rosa, 1996).

Debe observarse que hay cuatro atributos específicos en esta definición que son:

- Probabilidad;
- funcionamiento adecuado;
- calificación con respecto al entorno;
- tiempo.

Según la norma Gost 13377- 75 y NC 92- 10/78, es la propiedad que tiene el objeto de cumplir las funciones a él asignadas, conservando en el tiempo sus indicadores explotativos entre límites permisibles, en correspondencia con los regímenes establecidos de Mantenimiento y Reparación, conservación y transportación.

1.3. Estructuras básicas.

Se reconoce en general que existen cuatro tipos genéricos de relaciones estructurales entre un dispositivo y sus componentes. Estos son:

1. serie;
2. paralelo;
3. k-de-n;
4. todas las demás.

Un sistema serie es aquel en el que todos los componentes deben funcionar adecuadamente para que funcione el sistema.

Claramente, la analogía conceptual a la estructura serie es un circuito eléctrico de tipo serie. Sin embargo, a diferencia de un circuito serie, esto no implica específicamente que los componentes deban estar conectados físicamente en secuencia. Más bien, lo importante es que funcionen todos los componentes. Un ejemplo de sistema serie en el que los componentes no están físicamente conectados es el conjunto de patas de una mesa de tres patas. Otro es el conjunto de neumáticos de un coche, tractor, máquina combinada, etc.

El concepto de un circuito serie se utiliza generalmente para definir una representación gráfica de una estructura serie. Para tres componentes, ésta se muestra en la Figura 1.1.

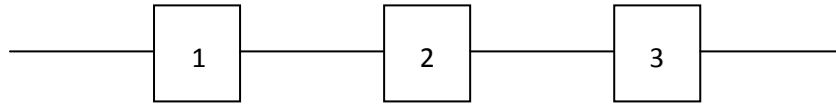


Figura 1.1. Sistema serie de tres componentes.

En general, se llaman diagramas de bloques a las representaciones de estructuras de sistemas como las de la Figura 1.1. Muchas veces son útiles a la hora de comprender las relaciones entre componentes. En la estructura serie, la necesidad de que todos los componentes funcionen para que el sistema lo haga implica que $f(\mathbf{x}) = 1$ si $x_i = 1$

Como ejemplos, considérese un sistema serie de tres componentes y los casos:

$$\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_3 = \mathbf{1} \text{ y } \mathbf{X}_2 = \mathbf{0} \Rightarrow \varphi(\mathbf{x}) = \mathbf{0}$$

$$\mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_3 = \mathbf{0} \text{ y } \mathbf{X}_1 = \mathbf{1} \Rightarrow \varphi(\mathbf{x}) = \mathbf{0}$$

$$\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_3 = \mathbf{1} \Rightarrow \varphi(\mathbf{x}) = \mathbf{1}$$

Sólo el funcionamiento de todos los componentes hace que el sistema lo haga.

El segundo tipo de estructura es la paralela. La analogía conceptual es de nuevo el circuito eléctrico correspondiente y la definición es: Un sistema paralelo es aquel en que el funcionamiento de cualquiera de los componentes implica el del sistema. De nuevo se subraya que no se implica ninguna conexión física entre los componentes, por la definición o por el diagrama de bloques.

El diagrama de bloques para un sistema paralelo de tres componentes es el mostrado en la Figura 1.2.

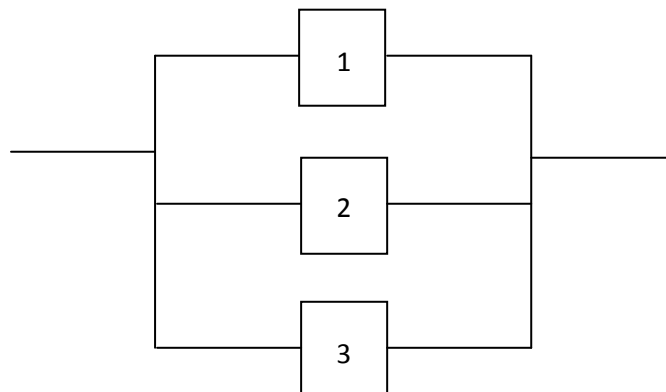


Figura 1.2. Sistema paralelo de tres componentes.

El tercer tipo de estructura es la estructura k-de-n. No existe ninguna analogía conceptual para esta estructura. La definición es: Un sistema k-de-n es uno en el que el funcionamiento de k cualesquiera de los n componentes del sistema implica el del sistema.

Serie:
$$\prod_{i=1}^n x_i \leq \prod_{i=1}^k x_i \leq \prod_{i=1}^n x_i$$
 (1.1)

El método habitual para construir el diagrama de bloques para el sistema k-de-n es mostrar un diagrama paralelo con una indicación de que el sistema es k-de-n, como se muestra en la Figura 1.3.

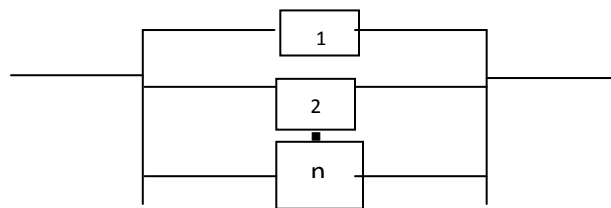


Figura 1.3. Sistema k de n.

Un ejemplo de un sistema k-de-n es el eje trasero de un gran remolque-tractor, en el que el funcionamiento de tres de las cuatro ruedas es suficiente para asegurar la movilidad.

1.4. Importancia de la fiabilidad.

A menudo, tiene sentido preguntarse, cuál es el componente que debe mejorarse primero para aumentar la fiabilidad del sistema y normalmente, la respuesta a esta pregunta es mejorar el componente que tiene el mayor efecto sobre la fiabilidad del mismo.

La idea de que cada componente tiene un efecto distinto sobre la fiabilidad del sistema se ha cuantificado en el parámetro «importancia de la fiabilidad» del componente y se han sugerido medidas de importancia de la fiabilidad. La más prevalente es: La importancia de fiabilidad del componente i-ésimo de un sistema coherente es:

$$I_R(i) = \frac{\delta}{\delta p_i} r(p) = r(\mathbf{1}_i, p) - r(\mathbf{0}_i, p) \quad (1.2)$$

Lo cual expresa que el componente para el que la fiabilidad impone el gradiente máximo sobre la función de fiabilidad de sistema es el más importante.

1.5. Asignación de fiabilidad.

Otro planteamiento para aumentar la fiabilidad del sistema es mediante la introducción de redundancias en ubicaciones de componentes escogidos. Es decir, la configuración del sistema se altera sustituyendo un solo componente con dos o más copias del mismo en paralelo.

El problema de seleccionar los componentes para los que se hace esto se conoce como el problema de asignación de fiabilidad.

Se supone que cada copia de un componente incluido en el sistema tiene un coste. El coste puede en efecto representar el precio del componente, o puede representar un aumento de peso o cualquier otra consecuencia de asignar el componente al diseño. Entonces, el problema de designar las ubicaciones y magnitudes de la redundancia de componentes se puede formular como un programa de enteros. De hecho, existen dos formas algebraicas plausibles para el modelo.

Supongamos que n_i representa el número de copias ni del coste del componente i -ésimo utilizado en paralelo en la ubicación del sistema para ese componente, entonces, se puede minimizar el coste del diseño del sistema sujeto a la condición de que se consiga un objetivo específico de fiabilidad de sistema.

1.6. Medidas de fiabilidad.

La variable aleatoria que implica la definición de fiabilidad es la duración del funcionamiento o duración de vida. Al denotar la duración de vida por T , la función de distribución sobre T es $F(t)$, en donde:

$$F(t) = \Pr\{T \leq t\} \text{ probabilidad de que la duración de vida sea menor o igual a } t \quad (1.3)$$

La función de fiabilidad es entonces:

$$F(t) = 1 - F(t) \text{ probabilidad de que la duración de vida exceda } t \quad (1.4)$$

En el intervalo transcurrido entre estos dos comportamientos, la muestra de dispositivos exhibe un riesgo relativamente bajo y aproximadamente constante. Este intervalo se denomina frecuentemente como la vida funcional del dispositivo. En este contexto pueden hacerse dos comentarios significativos:

1. Que los humanos y otros seres biológicos muestran un comportamiento de mortalidad análogo;
2. que durante mucho tiempo las políticas normales de adquisición de equipos han incluido requisitos de prueba («run-in») para intentar evitar la compra de dispositivos que fallen al principio de su vida.

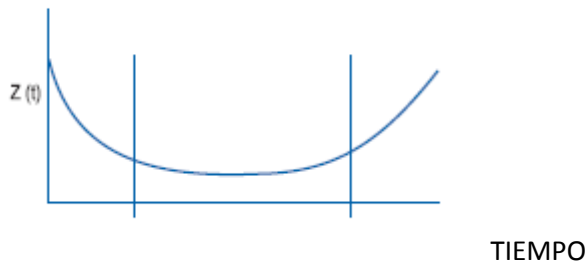


Figura 1.4. Ejemplo de curva de la bañera.

En los últimos años ha habido una polémica considerable acerca de la exactitud de la descripción proporcionada por la curva de la bañera.

En vista de las pautas de obsolescencia y de los nuevos resultados de las investigaciones, existen razones para poner en duda el concepto.

No obstante, como subraya la relación existente entre la fiabilidad de los dispositivos y la forma de la función de riesgo, la idea de la curva de la bañera proporciona un punto de partida excelente para la definición de los modelos de distribución de probabilidades.

1.7. Distribuciones de vida o de probabilidades.

En principio, se puede utilizar cualquier función de distribución para crear un modelo de duración de equipos. En la práctica, las funciones de distribución que tienen funciones de riesgo monotónicas parecen más realistas y, dentro de esta clase, existen unas pocas que son consideradas como aquellas que proporcionan los modelos más razonables de fiabilidad de dispositivos.

La función de distribución que se utiliza más a menudo para modelar la fiabilidad es la distribución exponencial. Esta es un modelo de fiabilidad de dispositivos tan popular porque:

1. Es sencilla algebraicamente y por tanto tratable.
2. Se considera representativo del intervalo de vida funcional del ciclo de vida del dispositivo.

Por otra parte, algunas personas creen que las empresas gestionan sus componentes o dispositivos envejeciéndolos a lo largo del ciclo de vida inicial antes de ponerlos en servicio. Se espera que los dispositivos estén obsoletos antes de llegar al período de desgaste, de forma que un modelo apropiado de fiabilidad de dispositivos es uno que tiene un riesgo constante. Este punto de vista es controvertido. No obstante, se utiliza mucho el modelo exponencial.

La distribución exponencial es la única distribución de probabilidad que tiene una función de riesgo constante. La expresión general de la exponencial es:

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad 0 \leq t \leq \alpha \quad (1.6)$$

En donde el parámetro λ no es negativo.

Esta es tanto una característica deseable como indeseable del modelo. El atractivo del resultado estriba en su simplicidad. Problemas con el modelo de riesgo constante giran en torno a la propiedad asociada de «ausencia de memoria» que exhibe, y el hecho asociado de que la probabilidad de supervivencia condicional es independiente de la edad.

Una interpretación de estos resultados es que un dispositivo usado tiene la misma fiabilidad que uno nuevo, y la misma fiabilidad que otro que haya sido utilizado durante un período más largo. Esto es contrario a la intuición.

Una última observación relativa al modelo exponencial es el hecho de que la distribución de vida de un sistema serie que consta de componentes independientes, cada uno de los cuales tiene una distribución de vida exponencial, es exponencial.

Obsérvese que esto implica que la función de riesgo para el sistema serie se calcula como la suma de las de los componentes.

Un modelo de distribución de vida alternativo que también se utiliza mucho es la distribución Weibull. Se puede presentar de varias maneras. La más general es:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\sigma}{\varphi-\sigma}\right)^\beta} \quad (1.7)$$

donde σ es un parámetro de vida mínima o ubicación que con frecuencia se supone cero.

La distribución de Weibull se utiliza ampliamente en el desarrollo de modelos de fiabilidad. Tiene la ventaja de la flexibilidad a la hora de crear modelos de varios tipos de comportamiento de riesgo, y también es manejable algebraicamente. Además, como con cualquier distribución con dos parámetros, puede describir bastante bien muchas situaciones reales. Existen otras dos razones por las que se utiliza tan extensamente la distribución Weibull.

Una es que cuando Weibull [4] desarrolló la forma de distribución por primera vez, lo hizo para representar el comportamiento de fallos de muestras extensibles, y la otra es que la distribución Weibull es una distribución de valores extremos. Si se considera que un dispositivo puede fallar debido a alguna de varias causas posibles, el primer mecanismo de fallo que ocurra (tiempo mínimo hasta su aparición) determina el fallo del dispositivo. Por tanto, el tiempo de fallo es el valor mínimo de un conjunto, y debe ser representado utilizando una distribución de la clase de distribuciones de valores extremos.

1.8. La fiabilidad y el entorno.

El cuarto integrante de la definición de fiabilidad es el entorno.

Para examinar las relaciones entre el entorno de funcionamiento y la fiabilidad, comenzamos con la pregunta de por qué fallan los equipos.

Una respuesta razonable es que normalmente el fallo de un sistema se debe al fallo o fallos de uno o varios componentes. Esta es una razón por la que los modelos de estructura componentes-sistema son importantes. ¿Entonces por qué fallan los componentes? Una respuesta verosímil, es que la operación de un sistema implica la imposición de fuerzas (energía) sobre el sistema y sus componentes. Estas fuerzas inducen y sostienen el progreso de varios tipos de

procesos de deterioro, los cuales finalmente tienen como resultado el fallo de componentes.

Una parte sustancial del esfuerzo científico y de ingeniería que ha constituido la evolución de la disciplina de la fiabilidad se ha centrado en el estudio y en la realización de modelos de los procesos de degradación de componentes.

1.9. Modelos de fallos mecánicos.

Tradicionalmente se han desarrollado modelos de fallos desde una perspectiva mecánica o eléctrica. A menudo se considera que la fiabilidad de los equipos mecánicos depende de la integridad estructural, la cual es influenciada por las cargas aplicadas y la fuerza inherente.

Por contraste, la fiabilidad de dispositivos eléctricos se ha considerado usualmente como dependiente de la estabilidad material, a pesar de exposiciones a reacciones químicas hostiles como la oxidación.

Sólo recientemente algunos analistas han sugerido que ambos tipos de fiabilidad son el resultado de clases comunes de fenómenos. De este modo, los modelos elementales desarrollados para procesos de fallos han sido diferentes para dispositivos mecánicos y eléctricos.

Una representación inicial y todavía popular de la fiabilidad de un dispositivo mecánico es el modelo de «interferencia de tensión-fuerza. Bajo este modelo, existe una dispersión aleatoria de la tensión, la cual es resultado de las cargas aplicadas. La tensión puede ser modelada por la función de distribución $H(y)$. Análogamente, hay también una dispersión aleatoria en la fuerza inherente de los dispositivos, x , la cual puede ser modelada por $G(x)$. Entonces, la fiabilidad de los dispositivos corresponde al fenómeno de que la fuerza es mayor que la tensión.

La probabilidad de fallos es el complemento de la fiabilidad.

Un modelo popular de este tipo está basado en la suposición de que la tensión tiene una distribución normal con una media y varianza constantes, mientras que la fuerza también es normal, pero con una media decreciente y una varianza creciente.

Un modelo alternativo que se utiliza de manera más extendida es el modelo de daños acumulativos. El mismo empieza con la hipótesis de que un dispositivo está sujeto a «choques» que ocurren de modo aleatorio en el tiempo. Cada choque transmite una cuantía aleatoria de daños en el dispositivo, el cual falla cuando se excede un umbral de capacidad o de tolerancia. La realización más común de este modelo incluye la suposición de que los choques ocurren de acuerdo con un proceso de Poisson con intensidad I , y las cantidades de daños por choque se distribuyen independiente e idénticamente.

Supongamos que x representa el umbral del daño y obsérvese que si el choque i -ésimo produce un daño X_i , entonces después de que hayan ocurrido k choques, el daño total es la suma de k cantidades de daño. El daño total, por lo tanto, se distribuye de acuerdo con la convolución « k -ésima» de la distribución sobre X_i .

Hay varias extensiones del modelo de daño cumulativo que proporcionan un mayor realismo si ello es necesario. Una extensión consiste en que las funciones de daño evolucionen en el tiempo para reflejar el hecho de que los choques posteriores dañan más al dispositivo. Otras extensiones hacen que el umbral de los fallos sea una función decreciente del tiempo para representar una menor tolerancia al daño. Otras características del modelo son la correlación en el proceso de choque o la posibilidad de tipos de múltiples choques.

Éste es el caso que realmente ocupa a los efectos del estudio, razón por la cual es necesario determinar los indicadores de fiabilidad de una técnica de reciente adquisición, cuyo comportamiento en diferentes condiciones aún se desconoce.

1.10. Indicadores simples de fiabilidad.

Las ecuaciones correspondientes implícitas en las normas, permiten calcular los siguientes indicadores simples de fiabilidad. Ver tabla 2.3

Tabla 2.3. Indicadores simples de fiabilidad.

Propiedad	Índice	Denominación
Operatividad	$P(t)$	Prob. de trabajo sin fallos (Función de conFiabilidad)
	$Q(t)$	Prob. de fallo (Función de inconFiabilidad)
	$\lambda (t)$	Intensidad de fallos
	$\omega (t)$	Flujo de fallos
	\bar{t}_o	Tiempo medio hasta el fallo (MTTF)
	\bar{t}	Tiempo medio entre fallos (MTBF)
Durabilidad	\bar{t}_r	Recurso medio (vida útil media)
	$t_{r\gamma}$	Recurso Gamma (vida útil Gamma)
	\bar{t}_k	Plazo de servicio medio
	$t_{k\gamma}$	Plazo de servicio Gamma
	$\bar{t}_{k\gamma}$	Plazo de servicio medio hasta la General
Conservabilidad	\bar{t}_c	Tiempo medio de conservación
	$t_{c\gamma}$	Tiempo Gamma de conservación
Mantenibilidad	\bar{t}_θ	Tiempo medio de reparación
	$\bar{t}_{\theta'}$	Tiempo medio de restauración
	$\bar{t}_{\theta H}$	Tiempo medio improductivo debido al fallo
	$\bar{t}_{\theta e}$	Tiempo medio de espera para reparar
	$\bar{t}_{\theta b}$	Tiempo medio de búsqueda del fallo
	$P(t_B)$	Prob. de restauración en un tiempo dado

Además, permiten calcular los siguientes indicadores complejos de fiabilidad.

- **Coficiente de disponibilidad (Kd):** Probabilidad de que el artículo esté apto para el trabajo en un momento arbitrariamente escogido, excepto en los períodos de mantenimiento en los que su utilización no se prevé.

- **Coeficiente de utilización técnica (Kut):** Relación entre el valor esperado del tiempo en que el artículo mantiene su estado de capacidad de trabajo y la suma de este tiempo y el de todas las paradas debido al mantenimiento y reparación durante un período cualquiera de utilización.
- **Coeficiente de disponibilidad operativa (Kdo):** Probabilidad de que el artículo, encontrándose en régimen de espera, resulte apto para el trabajo en un momento arbitrario y que, comenzando desde ese instante, trabaje sin fallo durante un intervalo dado de tiempo.

1.10.1 Indicadores de operatividad.

La operatividad, es la propiedad del artículo de mantener ininterrumpidamente el estado de capacidad de trabajo durante un tiempo específico en condiciones de operación dadas.

Durante el proceso de diseño y fabricación de los artículos, se conforman las cualidades que habrán de determinar su operatividad, tales como: resistencia a la rotura por fatiga, corrosión o desgaste, estabilidad de las propiedades físico - químicas de los materiales, etcétera. Estas cualidades se verifican en el proceso de explotación, influyendo factores externos.

En dependencia de las diferentes causas por las que se altera la capacidad de trabajo, la operatividad de los artículos se valora desde el punto de vista de la fiabilidad elemental y de la fiabilidad funcional a través de los siguientes indicadores:

- ✓ Probabilidad de trabajo sin fallos;
- ✓ probabilidad de fallos;
- ✓ intensidad de fallos;
- ✓ frecuencia de fallos;
- ✓ parámetro de frecuencia de fallos;
- ✓ elaboración hasta el fallo T.

1.10.2. Indicadores de durabilidad.

La durabilidad, es la propiedad del artículo de mantener el estado de capacidad de trabajo hasta llegar al estado límite en condiciones de operación dadas.

El aumento de la cantidad de fallos de un artículo hace que, a partir de cierto momento, ya no sea posible por razones técnicas o económicas seguirlo explotando, lo cual depende de sus cualidades de durabilidad que son:

- ✓ Recurso medio (vida útil media).
- ✓ Recurso Gamma (vida útil Gamma).
- ✓ Plazo de servicio medio.
- ✓ Plazo de servicio Gamma.
- ✓ Plazo de servicio medio hasta la General.

1.10.3. Indicadores de conservabilidad.

Es la propiedad del artículo de conservar ininterrumpidamente su condición de buen estado y su estado de capacidad de trabajo durante y después del almacenamiento y transportación en condiciones dadas.

La conservabilidad está condicionada por los plazos más convenientes de almacenaje y conservación de los artículos y las distancias de transportación permisibles; depende también de la calidad de su producción y la intensidad de los procesos de envejecimiento debido a factores externos. Puede entenderse por conservación el almacenamiento prolongado de los artículos técnicamente en buen estado e incluye los indicadores:

- ✓ Tiempo medio de conservación;
- ✓ tiempo Gamma de conservación.

1.10.4. Indicadores de mantenibilidad.

Propiedad del artículo que consiste en la facilidad que el mismo brinda para prevenir y detectar las causas que originan sus fallos y deterioros, así como la

eliminación de sus consecuencias mediante la realización del mantenimiento, reparaciones y restauraciones.

En dependencia de la mayor o menor facilidad con que se detectan los fallos, menor o mayor será el tiempo necesario para eliminarlos y por tanto, el tiempo improductivo del artículo.

En los estudios de fiabilidad también es importante tener en consideración la posibilidad o no de reparar el artículo.

Este indicador incluye:

- ✓ Tiempo medio de reparación;
- ✓ tiempo medio de restauración;
- ✓ tiempo medio improductivo debido al fallo;
- ✓ tiempo medio de espera para reparar;
- ✓ tiempo medio de búsqueda del fallo;
- ✓ probabilidad de restauración en un tiempo dado

CAPÍTULO II

PROGRAMA Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1 Programa general de la investigación.

El programa de la investigación prevé la determinación de indicadores de fiabilidad vinculados a la operatividad en los tractores YTO 1604 en la Empresa Azucarera Cienfuegos, teniendo en cuenta el desconocimiento que sobre el comportamiento de los mismos existe en la entidad.

El período de la investigación se enmarca en los meses de enero a diciembre de 2018.

En la tabla 2.1 se exponen las etapas principales de la investigación experimental, los objetos estudiados y los problemas que se analizan en cada caso.

Tabla 2.1 Programa y objetos de la investigación experimental.

ETAPAS PRINCIPALES DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETOS ESTUDIADOS	ASPECTOS A ANALIZAR
1. Caracterización de las fallas generales y más frecuentes que se detectan en los tractores YTO 1606 de la Empresa Azucarera Cienfuegos.	Tractores YTO 1604 de la Empresa Azucarera Cienfuegos	Parque de equipos de la marca YTO 1604 total a nivel de empresa y de ellos por UEB, cantidad que se encuentran activos, inactivos, % que representan los inactivos del total y las causas de la inactividad de los mismos al momento del control.
2- Caracterización de la zona de trabajo del Tractor YTO 1604	Condiciones climatológicas. Tractor YTO 1604	Comportamiento de las condiciones climatológicas de temperatura ambiente, humedad relativa y precipitaciones, sobre los indicadores investigados.
3- Evaluación del nivel de preparación de los operadores.	Tractores YTO 1604	Preparación técnica de los operadores.
4- Determinación de los indicadores de operatividad de los tractores YTO 1604.	Tractores YTO 1604.	En correspondencia con la NC NC 92- 10/78 y Gost 13377- 75. Probabilidad de trabajo sin fallos, Probabilidad de fallo, intensidad de fallos, flujo de fallos, Tiempo medio hasta el fallo y tiempo medio entre fallos.

2.2. Metodología para caracterizar las fallas que se producen en los tractores YTO 1604.

Para recolectar la información inicial, se visitaron las distintas UEB que componen la Empresa Azucarera Cienfuegos, estas son: Ciudad Caracas, Antonio Sánchez, 14 de junio, Elpidio Gómez y 5 de septiembre.

Allí, directamente con el técnico de maquinaria, se solicitaron los datos relacionados específicamente con el parque de tractores YTO 1604 que posee cada UEB.

Los datos solicitados fueron:

✓ Cantidad de tractores de la marca dada que poseen en su parque de máquinas y de ellos:

- Cuántos se encuentran activos en el momento del control;
- Cuántos se encuentran inactivos;
- Porcentaje que representan los inactivos con respecto al parque total de la UEB;
- Causas de su inactividad.

Estos datos se recopilaron y posteriormente fueron conciliados con la información entregada por las UEB antes mencionadas a la dirección provincial de AZCUBA, constituyendo la base para caracterizar las fallas que en mayor medida ocurren en los tractores de la marca YTO 1604 objeto de estudio, pertenecientes a la Empresa Azucarera Cienfuegos.

2.3. Metodología para caracterizar las condiciones climatológicas de explotación del parque de tractores.

Las condiciones climatológicas de la zona donde se explota la maquinaria, ejercen una influencia significativa sobre el comportamiento de sus indicadores de fiabilidad de acuerdo con: Acevedo, (2001); Akonov, (1980); Anilovich, (1973); Brilin, (1980); Filimonov, (1986) y Ermolov, (1976).

Para caracterizarla, se tomaron como objeto de estudio las condiciones climatológicas del lugar donde se realiza la investigación experimental y se utilizó la bibliografía siguiente: Anónimo (1970); Anónimo (2016).

Los pasos a seguir son los siguientes:

En la estación meteorológica ubicada en el lugar donde se realiza la investigación o en sus proximidades, se recogen los datos correspondientes a los valores máximos, medios y mínimos de los parámetros: temperatura ambiente, humedad relativa y precipitaciones. Finalmente se promedian.

Los resultados se registraron en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Tabla de recogida de datos de temperatura ambiente, humedad relativa y precipitaciones en la zona objeto de estudio.

Año	Días	Temperatura ambiente			Humedad relativa			Precipitaciones
		Máx	Med	Min	Máx	Med	Min	
2018	1							
	2							
	3							
	.							
	28							

Los valores promedio diarios se clasificaron en: máximos, medio y mínimos, de la siguiente manera:

Sobre un eje de coordenadas (Días Vs. Valor del parámetro), se traza la línea que corresponde al valor promedio histórico para los dos últimos años del parámetro que se analiza. Luego se sitúan los puntos que corresponden al valor promedio diario para el parámetro dado.

Si el punto obtenido se ubica por encima de la media histórica, se considera que su valor es máximo, si coincide con la media histórica se considera que su valor es

medio y si se ubica por debajo, se considera que su valor es mínimo. Ver figura 2.1.

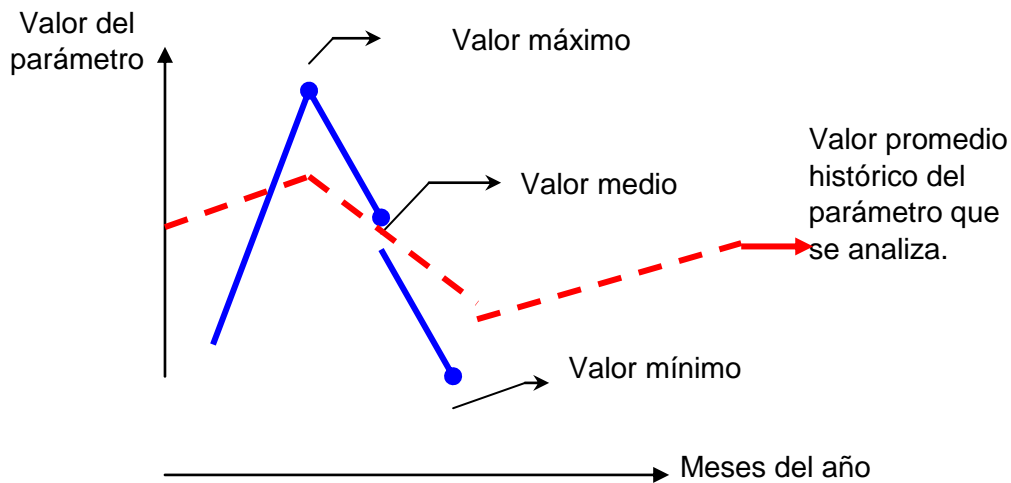


Figura 2.1 Comparación de los parámetros temperatura ambiente, humedad relativa y precipitaciones en sus valores máximos, medios y mínimos contra la media histórica.

Basándose en la información obtenida, se hacen conclusiones con respecto a la incidencia que puedan tener las condiciones climatológicas de explotación sobre los indicadores de fiabilidad investigados.

2.4. Metodología para evaluar el nivel de preparación técnica de los operadores.

La preparación y nivel técnico del personal encargado de explotar la maquinaria agrícola, son factores que ejercen singular influencia sobre la durabilidad y comportamiento de los indicadores de fiabilidad de la misma de acuerdo con: Ermolov, (1974); Kostevky, (1975); Kraguelsky, (1972) y Kriashkov, (1979).

La metodología en cuestión, está destinada a determinar el nivel de preparación técnica de los operadores de los tractores YTO 1604 utilizados en la Empresa Azucarera Cienfuegos, así como los factores socio-económicos que los afectan, debido a que estos inciden directamente en el mantenimiento del buen estado técnico del equipo y sus partes componentes.

En calidad de material base para elaborar la metodología se utilizó la bibliografía siguiente: Lloyd, (1962); Anónimos (2002; 2004); Gost (1979); Grau (1979); Ibarra (2001); Rojo (1987).

Como método de investigación se aplicó la encuesta, (anexo 2), a los operadores de los tractores YTO 1604.

Durante la elaboración de la encuesta, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos metodológicos.

1. El número de preguntas a realizar debe ser mínimo de acuerdo al ítem que se investiga, o a los objetivos de la investigación;
2. Las preguntas deben ser claras y comprensibles para los que deben responder y no deben referirse a dos aspectos o relaciones lógicas, siempre que sea posible. En caso contrario, se debe especificar en la encuesta;
3. Las preguntas no deben inducir la respuesta;
4. Las preguntas no deben apoyarse en instituciones, en ideas respaldadas socialmente, o en evidencias comprobadas;
5. En las preguntas con varias alternativas de respuesta, cuidar el orden de presentación;
6. El lenguaje utilizado debe ser adaptado a las características del encuestado;
7. Las primeras preguntas deben ser claras y simples para el que responde;
8. Es obligatorio agradecer al encuestado su colaboración y explicar los propósitos de la misma;
9. No se deben emplear cuestionarios que consuman más de 20 minutos en responder.

Para elaborar la encuesta, se recomienda seguir los siguientes pasos:

- El listado de las preguntas y la definición conceptual de las mismas, se elabora por un grupo de especialistas donde estén presentes los de psicología del trabajo, conformando un grupo de expertos, (cinco personas).
- Por el grupo de expertos se confecciona un cuestionario en el cual, tienen reflejo no solamente los factores que influyen en la preparación técnica de los conductores, sino los factores sociales que ejercen marcada influencia sobre la calidad del trabajo realizado;
- Las respuestas obtenidas se codifican para su posterior procesamiento. La codificación consiste en asignar valores a las posibles respuestas; ejemplo: Si (1), a veces (2), no (3), etc. y estos resultados se tabulan dando lugar a la matriz de trabajo;

- La confiabilidad de la encuesta se determina con ayuda del estadígrafo especial de Cronbach, por la siguiente ecuación:

$$\alpha = \frac{n * p}{(1 + (n - 1)p)}; \quad (2.1)$$

donde:

n – número de ítem en el instrumento de medición (encuesta);

P – valor promedio de las correlaciones no triviales en la encuesta.

La encuesta se considera confiable cuando el estadígrafo de Cronbach alcanza valores superiores al 90 %;

- La validez de contenido de la encuesta queda definida por el grupo de especialistas, al abordarse en la misma las interrogantes que reflejan un dominio específico del contenido de lo que se quiere estudiar: (experiencia, situación laboral y dominio de las obligaciones como conductor);
- La validez de criterio queda demostrada, al ser aplicada la encuesta al personal encargado de la conducción de los camiones objeto de estudio; y la validez de constructo se define, por la relación existente entre ésta y la hipótesis en la actualidad, sobre la fiabilidad de la técnica sus conductores ejercen una influencia significativa;
- Se aplica una prueba piloto a un grupo de conductores, para comprobar la confiabilidad y validez de la encuesta;
- Se realizan las correcciones correspondientes a la misma considerando los resultados obtenidos en la prueba piloto;
- Se realiza el procesamiento matemático de los resultados obtenidos con la aplicación del paquete estadístico SPSS (Statistical Packet for Social Science), u otro destinado a idéntico fin.

2.5. Metodología para determinar los indicadores de operatividad de los tractores YTO 1604.

Se utilizó la norma cubana **NC 92-10 /78** “Fiabilidad”, y la norma **Gost 13377- 75** “**Fiabilidad de la Técnica Agrícola**”, según las cuales, antes de someter a prueba una máquina y determinar la cantidad de estas que requieren ser

muestreadas, es necesario conocer con qué objetivos se quieren determinar los indicadores de fiabilidad y en dependencia de esto, definir los valores de la probabilidad confiable α_0 y del error relativo δ con que se va a trabajar. En la mayoría de los casos el valor de α_0 se toma entre 0.80- 0.95, y δ entre 10 y 20 %. La cantidad de máquinas a evaluar se determina en función de la ley de distribución previamente seleccionada.

Cuando se emplea la ley de distribución de Normal $N = \frac{V^2 * (t_{\alpha}^0)^2}{\delta^2}$ y para facilitar

los cálculos, en tablas se encuentran los valores de δ/v para diferentes valores de N, en función de los tres valores más utilizados de α_0 que son: 0.80; 0.90 y 0.95.

De este modo, para determinar la cantidad de elementos a muestrear, o la cantidad de veces que se requiere repetir la información N, es necesario primeramente definir el valor de δ y para un valor conocido del coeficiente de variación V, calcular la magnitud δ/v . Después de lo cual y de acuerdo a los datos que se brindan en la tabla determinar el valor buscado de repetición de la información.

Cuando se emplea la ley de distribución de Weibull- Gnedenco, la cantidad de máquinas a muestrear o de veces que se requiere repetir la información se determina como:

$$(\delta + 1)^b = \frac{2N}{X^2(1 - \alpha, 2N)} \quad (2.2)$$

El volumen o repetición de la información debe ser óptimo, es decir; no debe ser tan grande $N \leq 50$ que cause elevados gastos en la realización de las pruebas, ni tan bajo $N \geq 15$ que el error resultante de los resultados obtenidos sea significativo.

Es necesario tener en cuenta, que aplicado a las condiciones agrícolas lo más usado es tomar ($V= 0.3- 0.5$) para una repetición de la información equivalente a $N \approx 15$ y un error relativo de $\delta \approx 20\%$, para $N = 50$ el error es de 10%. La reducción del volumen de la información hace que el error crezca y por ejemplo, para $N = 5$ el error alcanza el valor del 50%.

La información se procesó en dos etapas:

2.5.1 Primera etapa. Procesamiento estadístico de la información inicial.

De acuerdo con (Ermolov, 1974; Kostevky, 1975; Kraguelsky, 1972 y Kriashkov, 1979), existen diferentes métodos para procesar información destinada a estudios de fiabilidad, ejemplo, el método de las máximas similitudes que es trabajoso, difícil y requiere obligatoriamente del empleo de potentes técnicas de cómputo según los propios autores anteriormente citados.

Por ello, utilizar métodos similares para las condiciones agrícolas y empresas agropecuarias no solo dificulta el proceso, sino que no es necesario debido fundamentalmente a que en este caso la exactitud de los resultados supera la exactitud y confiabilidad de los datos iniciales.

Por ello, frecuentemente se recomienda el uso del siguiente método que es sencillo y confiable, además de permitir determinar la distribución de la densidad de sucesos que se investigan sin grandes complicaciones y necesidad del uso de máquinas computadoras potentes.

El esquema general del procesamiento matemático de la información por este método incluyó los siguientes pasos:

- 1) Construcción de la fila estadística de información inicial.
- 2) Ordenamiento ascendente de la información a procesar.
- 3) Determinación de la cantidad de intervalos en que se debe dividir la información inicial según la ecuación 2.3 como:

$$n = \sqrt{N}$$

(2.3)

donde:

n- Cantidad de intervalos

N- Cantidad de información inicial.

- 4) Determinación de la magnitud de cada uno de los intervalos de acuerdo con la ecuación 2.4 como:

$$A = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{n}$$

(2.4)

donde:

A- Magnitud de cada intervalo;

t_{\max} – valor máximo de la fila estadística de información inicial;

t_{\min} – valor mínimo de la fila estadística de información inicial;

n- cantidad de intervalos

5) Determinación de la frecuencia con que aparece el indicador investigado en cada uno de los intervalos.

6) Determinación de la probabilidad operativa según ecuación 2.5 como:

$$P_i = \frac{m}{N}$$

(2.5)

donde:

P_i – Probabilidad operativa;

m- frecuencia

N- cantidad de información inicial.

7) Determinación de la suma de probabilidades experimentales. $\sum P_i$

8) Determinación del valor medio \bar{t} del indicador de fiabilidad de acuerdo a la ecuación 2.6 como:

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^n t_{ic} * P_i$$

(2.6)

donde:

\bar{t} – Valor medio del indicador de fiabilidad;

t_{ic} – mitad de cada intervalo;

P_i – probabilidad operativa de cada intervalo.

- 9) Construcción de los histogramas, polígonos y curva de probabilidades acumuladas del indicadores de fiabilidad.

2.5.2. Segunda etapa. Determinación de los indicadores de operatividad.

Los indicadores simples de fiabilidad vinculados a la operatividad, se determinaron en la segunda etapa considerando los datos que brinda el anexo 3, tomados solo para el último período de tiempo analizado como elaboración total del siguiente modo:

✦ Probabilidad de trabajo sin fallos:

Es la probabilidad de que, entre los límites de una determinada elaboración, no aparezcan fallas en el objeto.

Se determina por la ecuación (2.7) como:

$$\hat{P}(t) = \frac{No - n(t)}{No} = 1 - \frac{n(t)}{No}$$

(2.7)

donde:

$\hat{P}(t)$ - Evaluación estadística de la probabilidad de trabajo sin fallos.

No- Número de objetos al inicio de la investigación.

$n(t)$ - Número de objetos que fallan al terminar la elaboración (t).

✦ Probabilidad de fallos:

Es la probabilidad de que, en determinadas condiciones de explotación, en determinado intervalo de tiempo o en los límites de una determinada elaboración, aparezca al menos un fallo.

Se determina por la ecuación (2.8) como:

$$\hat{Q}(t) = 1 - \frac{No - n(t)}{No} = \frac{n(t)}{No}$$

(2.8)

donde:

No- Número de objetos al inicio de las pruebas.

$n(t)$ - Número de objetos que fallan después de un determinado tiempo o elaboración.

≠ Intensidad de fallos:

Densidad convencional de probabilidad de que aparezca el fallo en el objeto no recuperado, determinada para el momento dado de tiempo bajo la condición de que hasta éste no hayan ocurrido fallos.

Se determina por las ecuaciones (2.9) como:

$$\lambda(t) = \frac{1}{T_{cp}} \quad \text{ó} \quad \lambda(t) = \frac{n(\Delta t)}{N_{cp}(\Delta t)} \quad ; \quad N_{cp} = \frac{(N_i + N_{i+1})}{2} \quad (2.9)$$

donde:

$n(\Delta t)$ - Número de objetos que fallan en el intervalo de tiempo de $t - \frac{\Delta t}{2}$ hasta $t + \frac{\Delta t}{2}$.

N_i - Número de objetos aptos al comenzar el intervalo Δt

N_{i+1} - Número de objetos aptos al finalizar el intervalo Δt

≠ Frecuencia de fallos:

Para los objetos recuperables, en los cuales es probable el surgimiento de reiterados fallos, la elaboración al fallo es una magnitud casual. En este caso, el elemento que falla se sustituye por uno apto y se recupera la capacidad de trabajo del objeto, es decir, se observa una frecuencia de fallos y de recuperación.

La frecuencia de fallos se caracteriza por dos magnitudes:

- Número medio de fallos $M_{cp}(t)$;
- por el parámetro de fallos $W(t)$.

Si se prueban o explotan (n) objetos recuperables, y en ese tiempo se fija el número de fallos y la elaboración a la cual estos aparecen, $M_1(t), M_2(t), \dots, M_i(t)$, entonces el número total de fallos se calcula por la ecuación (2.10) como:

$$M_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N M_i(t) \quad (2.10)$$

El número medio de fallos hasta la elaboración (t) que caracteriza aproximadamente la frecuencia de fallos se determina por la ecuación (2.11) como:

$$\hat{M}_{cp}(t) = \frac{\sum_{i=1}^N Mi(t)}{N}$$

(2.11)

donde:

N- Número de objetos recuperables después de las pruebas o explotación en las condiciones dadas de observación.

Mi (t)- Número de fallos de cada uno de estos objetos hasta la elaboración (t).

✦ **Elaboración hasta el fallo T:**

Representa el valor medio de elaboración de los objetos recuperables entre fallas, e indica qué elaboración como promedio, corresponde a cada fallo (en horas, moto horas, Km recorridos, etc.)

La elaboración al fallo T, (Tiempo medio de trabajo sin fallos), es una magnitud inversa al parámetro de frecuencia de fallos $W(t)$ para una elaboración de (t_1) hasta (t_2) , determinada por las formulas estáticas o teóricas (2.12):

$$T = \frac{t_2 - t_1}{M(t_2) - H(t_1)} \quad T \approx \frac{t_2 - t_1}{Mcp(t_2) - Mcp(t_1)} \quad (2.12)$$

Si en las siguientes condiciones de pruebas de (N) objetos aparecen (M) fallas, entonces la elaboración al fallo se calcula por la ecuación (2.13) como:

$$\hat{T} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^N t_i$$

(2.13)

donde:

t_i- Elaboración del objeto dado entre fallos después de la sobreelaboración

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados del estudio para recolectar la información inicial, e identificar las fallas que ocurren en los tractores YTO 1604 de la Empresa Azucarera Cienfuegos.

En correspondencia con lo planteado en la metodología 2.2, el resultado de las visitas efectuadas a las UEB que conforman la Empresa Azucarera Cienfuegos, y la conciliación de los mismos con la información que entrega la Dirección Provincial de AZCUBA a niveles superiores, permitió conformar el Anexo 3 del trabajo según el cual, se registraron informes emitidos 17 veces, es decir, en 17 días diferentes comenzando el 8 de enero y terminando el 18 de septiembre de 2018, a razón de un informe quincenal aproximadamente.

El análisis de la información contenida en el anexo al que se hace referencia permitió conocer lo siguiente:

De los 33 tractores de la marca YTO 1604 con que cuenta la empresa, como promedio trabajaron 28 para un 85.6% de disponibilidad técnica.

A juicio de ésta investigadora, y en correspondencia con los resultados obtenidos por Daquinta, (1999) y Acevedo, (2015; 2016 y 2017) aunque en estudios realizados a otros equipos pertenecientes a las nuevas tecnologías, éste coeficiente que se puede catalogar como bueno, debió ser superior si se tiene en cuenta que se trata de equipos relativamente nuevos.

Por la misma razón, el análisis de la información permitió conocer que permanentemente se encuentran inactivos 5 tractores promedio por diferentes causas, entre las que se pueden citar, por orden de incidencia y distribuidas de mayor a menor según las informaciones dadas por las UEB a la Empresa Azucarera Cienfuegos, las siguientes:

- Por problemas con las crucetas de los cardanes;

- Por problemas con el compresor del aire acondicionado;
- Por problemas en las bombas hidráulicas de 70l;
- Por problemas en los alternadores de corriente;
- Por problemas con el diferencial del puente delantero;
- Por problemas con las válvulas compensadoras de presión del sistema hidráulico y plato opresor del embrague;
- Por problemas con el reductor del puente delantero, rodamiento 37219, condensador del sistema eléctrico y caja de controles hidráulicos;
- Por problemas con el reductor del puente trasero, gomas, tapa de manga, motor, chasis, bomba hidráulica del embrague, tren delantero y caja de cambio de velocidades.

De donde se deduce, que las piezas menos duraderas de estos tractores son las crucetas de las transmisiones cardánicas, los compresores de los aires acondicionados y las bombas hidráulicas de 70l.

La información contenida en el anexo permitió conocer, además, que los días de informaciones emitidas más críticos por tractores inactivos a nivel de empresa fueron:

- ✓ 21 de enero con 6;
- ✓ 7 de febrero con 7;
- ✓ 28 de febrero con 6;
- ✓ 6 de marzo con 6;
- ✓ 20 de marzo con 6;
- ✓ 22 de abril con 7;
- ✓ 18 de septiembre con 6.

En resumen, del anexo se deduce que en los 33 tractores de la marca YTO 1604 con que cuenta la Empresa Azucarera Cienfuegos se produjeron un total de 165 fallas de diferente naturaleza, a razón de 5 fallas por equipo promedio sin detallar sus causas y consecuencias.

Éste indicador demostró no ser elevado en relación con la cantidad de días analizados como se muestra en la tabla 3.1, sin embargo, preocupa que en ocasiones una misma falla se arrastre en el tiempo por no tener solución de inmediato.

Por ejemplo, nótese en el anexo 3 que en la UEB 14 de junio, una falla en la cruceta de la transmisión cardánica de un tractor que se detectó en el parte del 8 de enero, dejó de aparecer en los informes emitidos el 10 de abril, razón por la cual, y de acuerdo a los datos que se brindan en la tabla 3.1 considerando los turnos de trabajo de 10 h todos los días de la semana, representa que ese equipo dejó de trabajar un total de 680 h.

En la UEB Elpidio Gómez, una falla en la misma cruceta se detectó en el parte del 22 de abril y dejó de aparecer en el parte del 22 de mayo. Significa que ese equipo dejó de trabajar un total de 500 h.

Similar situación, ocurrió con las fallas de esa misma pieza en la UEB Ciudad Caracas, aquí, una falla detectada en el parte del 20 de marzo desapareció del informe en el parte emitido el 11 de junio, por lo que el equipo dejó de trabajar alrededor de 910 h y otra detectada en el parte del 21 de junio referida al diferencial del puente delantero, dejó de aparecer en los informes emitidos el 6 de septiembre para un total de 870 h inactivas del equipo.

En la UEB 5 de septiembre la situación fue similar, pero curiosamente referida solo a las bombas hidráulicas de 70l. Nótese en el anexo correspondiente cómo la falla detectada en el parte emitido el día 21 de enero sobre éste agregado, deja de aparecer en los informes emitidos en el parte del 10 de abril para un total de 680 h de trabajo perdidas por el equipo, y en otro agregado similar detectado el 22 de abril, dejó de aparecer en el parte emitido el 11 de junio, para un total de 700 h de inactividad del equipo.

Finalmente, en la UEB 14 de junio, una falla del alternador de uno de los tractores en estudio, detectada en el parte del día 22 de abril, desapareció de la información

brindada el 22 de mayo, es decir, que ese tractor estuvo inactivo por ese concepto un total de 190 horas.

Haciendo un análisis más minucioso de la información contenida en el anexo 3, en la tabla 3.1 se demuestra que existen fallas complicadas que obviamente demandan trabajos complejos de reparación o la adquisición de repuestos que pueden demorar en ser adquiridos como es el caso de las fallas en las bombas hidráulicas de 70l y las fallas de los diferenciales de los puentes delanteros o traseros de estos equipo, lo que no se concibe es que por concepto de una falla en una cruceta de la transmisión, un equipo deje de estar operativo tantas horas como las analizadas anteriormente.

Tabla 3.1 Cantidad de fallas y período de tiempo de trabajo improductivo que representan.

Período	Días laborables	Horas de trabajo que representan	Cantidad de fallas total
8 ene - 21 ene	13	130	9
21 ene – 7 feb	17	170	13
7 feb - 28 feb	21	210	13
28 feb – 6 mar	6	60	12
6 mar - 20 mar	14	140	12
20 mar – 10 abr	13	130	9
10 abr – 22 abr	12	120	10
22 abr – 8 may	16	160	12
8 may - 22 may	14	140	10

22 may -11 jun	20	200	8
11 jun - 21 jun	10	100	7
21 jun – 3 jul	12	120	9
3 jul - 17 jul	14	140	7
17 jul – 8 ago	22	220	6
8 ago - 31 ago	23	230	9
31 ago – 6 sep	6	60	9
6 sep - 18 sep	12	120	10
Total	245	2450	165

A modo de resumen, en la tabla 3.2 se señala de manera general y de forma consolidada, la cantidad y causas de las fallas ocurridas en estos equipos por UEB.

En éste caso, se discriminan las fallas iguales que se repiten en el tiempo, es decir, que una misma falla que se repita se considera solo una vez hasta que desaparezca.

Tabla 3.2 Cantidad y causas de fallas en los tractores YTO 1604 de la Empresa Azucarera Cienfuegos.

UEB	Cantidad de fallas	Causas de las fallas
		3 por cruceta del cardán
14 de junio	19	2 por alternador de corriente
		2 por bomba hidráulica de 70l

		1 por compresor del aire acondicionado
		3 por compresor del aire acondicionado
		1 por bomba hidráulica de 70l
		2 por alternador de corriente
		1 por copling de la bomba hidráulica de 70l
		2 por compresor del aire acondicionado
		1 por motor
		1 por chasis partido
		1 por caja de controles hidráulicos
		1 por válvula reguladora de presión hidráulica
		1 por tren delantero
Elpidio Gómez	13	1 por plato opresor del embrague
		6 por cruceta del cardán
		1 por reductor trasero
		1 por gomas
		1 por rodamiento 32219
		3 por cruceta del cardán
		2 por reductor delantero
Ciudad Caracas	8	1 por diferencial del puente delantero
		1 por reparación imprevista
		1 por caja de cambio de velocidades
5 de septiembre	6	4 por bomba hidráulica de 70l

		1 por plato opresor del embrague
		1 por cruceta del cardán
		1 por bomba hidráulica de 70l
		1 por válvula compensadora de presión hidráulica
Antonio Sánchez	6	2 por condensador
		1 compresor del aire acondicionado
		1 por caja de controles hidráulicos

3.2. Resultados del estudio para caracterizar las condiciones climatológicas de explotación del parque de tractores YTO 1604 en la Empresa Azucarera Cienfuegos.

En correspondencia con lo planteado en la metodología 2.3, los resultados del estudio para caracterizar las condiciones climatológicas de explotación del parque de tractores YTO 1604 en la Empresa Azucarera Cienfuegos, permitieron conocer lo siguiente:

En sentido general, en la provincia predomina un clima tropical estacionalmente húmedo, con influencia marítima y rasgos de semicontinentalidad. Las condiciones geográficas que modifican de forma significativa el clima del territorio son la existencia de la costa y el relieve de la porción sudeste del mismo.

En la Figura 3.1 se representa el comportamiento de las temperaturas medias mensuales y media histórica en la zona objeto de estudio, para el período de tiempo comprendido entre los meses de enero a diciembre de 2018.

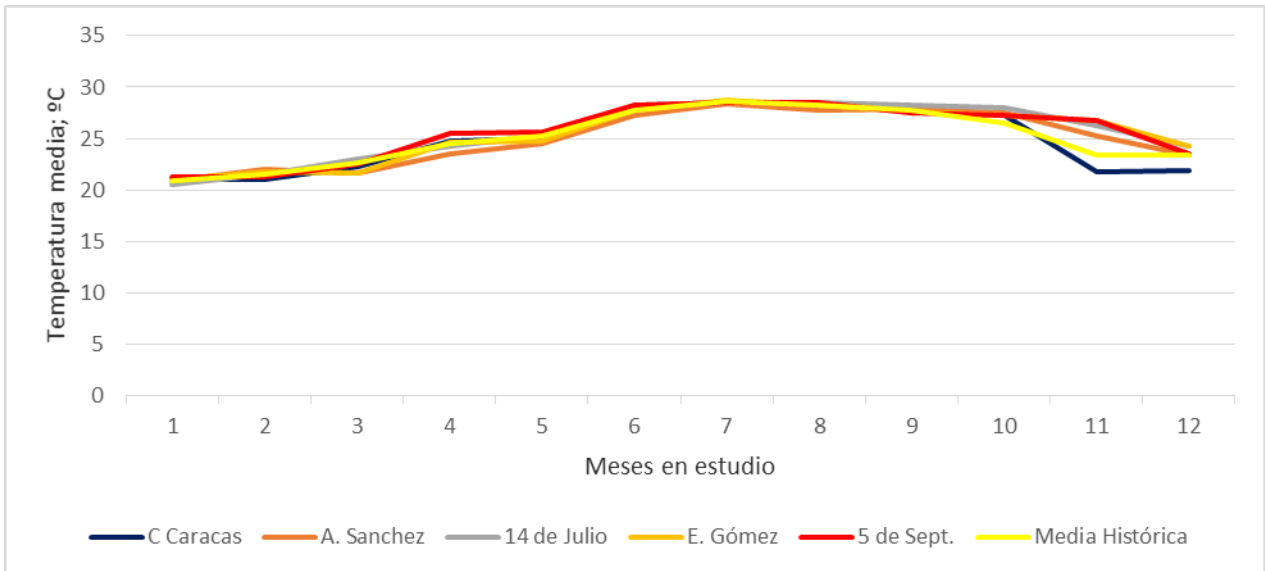


Figura 3.1 Comportamiento de las temperaturas medias mensuales y media histórica en la zona objeto de estudio. Año 2018

De la misma se infiere que en la zona en estudio existió una correspondencia casi total entre los valores de temperatura mensual con respecto a la media histórica.

Las temperaturas más frías se pusieron de manifiesto en los meses de enero – febrero con valores promedio de 20.9 °C, a partir de los cuáles se observó un incremento paulatino de las mismas hasta el mes de Julio, fecha en la que se alcanzó el mayor valor de 28.6 °C en correspondencia con el comportamiento de la media histórica.

A partir del mes de octubre se observó un descenso paulatino de las mismas en correspondencia además con el comportamiento de la media histórica, hasta que en el mes de noviembre cayeron bruscamente hasta alrededor de los 22°C, temperatura que se mantiene con igual tendencia en el mes de diciembre.

En general, la figura mostró una correspondencia casi total entre la media histórica de temperatura ambiente y los valores registrados en los meses de estudio, salvo el caso de lo ocurrido en las UEB 5 de septiembre y Elpidio Gómez, donde a partir del mes de octubre se observó una ligera tendencia a subir, en contraste con la tendencia de la media histórica, sin llegar a ser significativa la misma.

En la Figura 3.2 se representa el comportamiento de las precipitaciones con respecto a la media histórica en la zona de estudio para el año 2018.

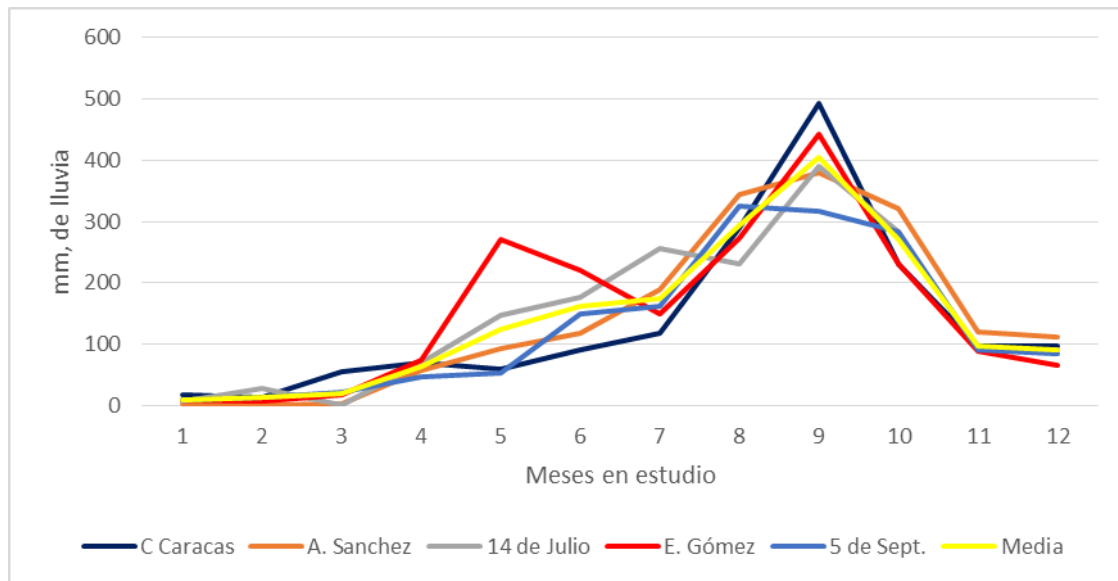


Figura 3.2 Comportamiento de las precipitaciones medias mensuales y media histórica en la zona objeto de estudio. Año 2018

La figura muestra que las precipitaciones poseen una mayor variabilidad espacial y temporal en la zona en estudio, marcada por dos períodos bien diferenciados: el poco lluvioso (noviembre-marzo) y el lluvioso (mayo-octubre), período en el cual caen aproximadamente el 80 % de las precipitaciones anuales.

Como se observa, no existe contradicción alguna entre el comportamiento de la media histórica para éste parámetro y los valores obtenidos para el tiempo analizado, pues sus tendencias siempre son iguales, sin embargo, se destaca un incremento sustancial de la cantidad de lluvia caída específicamente en la UEB Elpidio Gómez en el mes de mayo, y el caso de la UEB Ciudad Caracas donde en el mes de septiembre cayeron alrededor de 100 mm más de lluvia que la media histórica.

La Figura 3.3 muestra el comportamiento de la humedad relativa promedio histórico, contra la obtenida en los meses en estudio para las UEB de la Empresa Azucarera Cienfuegos.

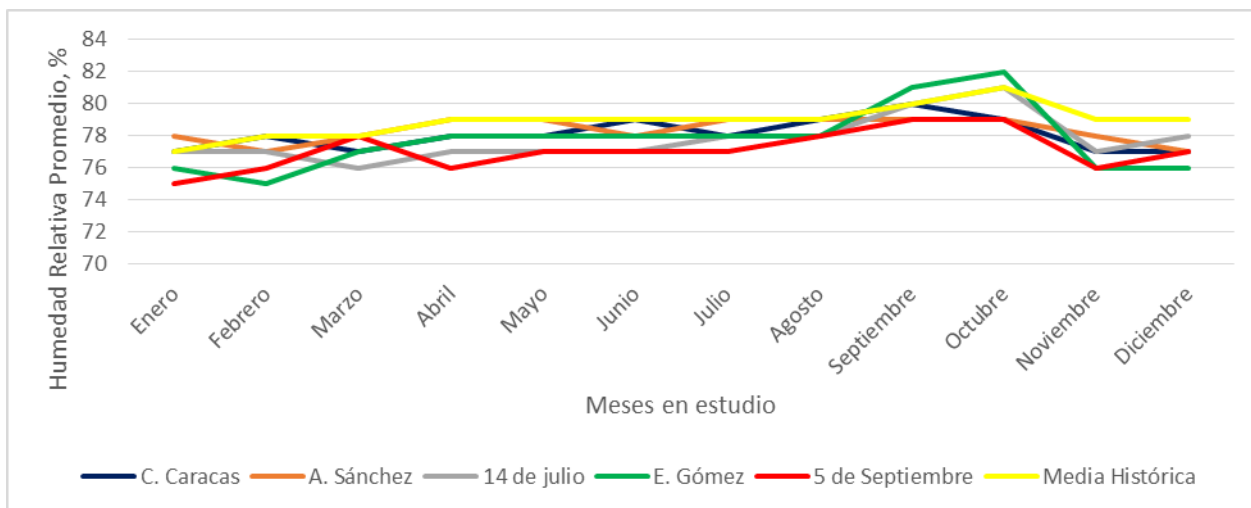


Figura 3.3 Comportamiento de la humedad relativa promedio mensual y media histórica en la zona objeto de estudio. Año 2018

La figura muestra que la humedad relativa promedio presenta una marcha anual que se corresponde con la distribución estacional de las precipitaciones; los mayores valores tienen lugar en los meses de septiembre y octubre, últimos meses del período lluvioso y los mínimos se presentan en los meses de enero y febrero finalizando el período poco lluvioso del año.

En general, los valores medios de la humedad relativa en la zona de estudio son altos, siendo el valor medio anual del 78%, algo mayor que en las zonas costeras de la provincia.

Los mínimos diarios de la humedad relativa tienen lugar al mediodía mientras que los valores más elevados se registran al final de la madrugada, los que en la mayoría de los casos se acercan al punto de saturación (100%).

En la zona en cuestión los vientos predominantemente son del Nordeste, aunque en los meses de junio hasta agosto predominan de región Este con velocidades medias que no exceden los 10 km/h.

En cuanto a la rapidez media del viento, se puede decir que los máximos valores ocurren durante el día, generalmente en las primeras horas de la tarde; y los

mínimos se observan en las horas de la noche y la madrugada, predominando las calmas. (Lecha, *et. al.*, 1994).

Los valores medios mensuales raramente superan los 10 km/h y cuando esto sucede es en los meses del período poco lluvioso, generalmente asociados al efecto de los anticiclones continentales migratorios que siguen a los sistemas frontales.

Por su parte, los mínimos valores medios de la velocidad del viento se reportan en los meses del período lluvioso del año, con un mínimo absoluto en el mes de septiembre.

A modo de resumen, se puede asegurar que las condiciones climatológicas de la zona en estudio son las propias de la isla como país tropical, y que no se detectan comportamientos anómalos entre las medias históricas y los valores promedio mensuales de los parámetros investigados, por ello, las mismas no ejercerán influencias significativas sobre los parámetros de operatividad investigados.

3.3. Resultados del estudio para evaluar el nivel de preparación técnica de los operadores.

En correspondencia con lo planteado en la metodología 2.4, los resultados del estudio para evaluar el nivel de preparación técnica de los operadores de tractores YTO 1604 en las UEB que componen la Empresa Azucarera Cienfuegos, se representan en las siguientes figuras.

En la Figura 3.4 se representan los resultados obtenidos al aplicar la encuesta a los operadores de YTO 1604 por UEB y promedio a nivel de empresa, en cuanto a datos generales y laborales

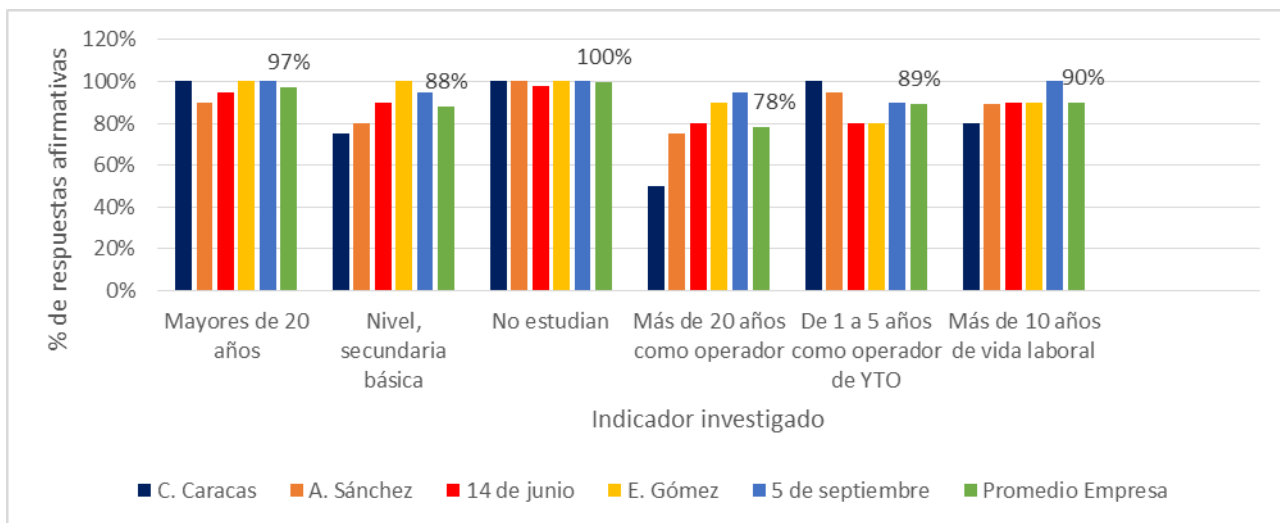


Figura 3.4 Resultados obtenidos al aplicar la encuesta a los operadores de YTO por UEB y promedio a nivel de empresa, referidos a sus datos generales y laborales.

De la figura se infiere que, como promedio a nivel de empresa, el 97% de los operadores encuestados son mayores de 20 años y el 88% poseen nivel de secundaria básica aprobada, sin embargo, en el 100% de los casos en la actualidad no estudian.

El 78% posee más de 20 años como operador, el 89% posee de 1 a 5 años de trabajo como operador de tractores YTO 1606, y el 90% posee más de 10 años de vida laboral.

En general, de la figura se deduce, además, que es en la UEB Antonio Sánchez donde alrededor de un 10% de los operadores no posee más de 20 años de edad, y donde de conjunto con los operadores de la UEB Ciudad Caracas el nivel escolar es bajo.

Precisamente es en estas dos UEB es donde se concentra la mayor cantidad de operadores con menos de 20 años de experiencia, no siendo así para el caso de los operadores de YTO específicamente, pues como se observa en la figura, es en las UEB 14 de junio y Elpidio Gómez donde se concentra la mayor cantidad de

operadores de YTO con menos de cinco años de experiencia en la conducción de esos equipos.

En la Figura 3.5 se representan los resultados obtenidos al aplicar la encuesta a los operadores de YTO 1604 por UEB y promedio a nivel de empresa, en cuanto a satisfacción laboral.

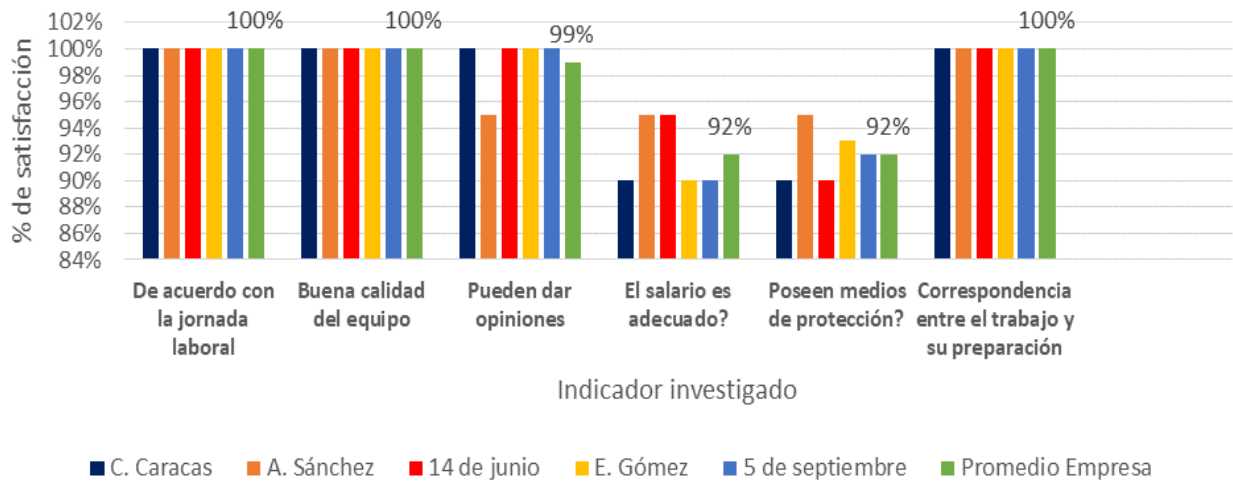


Figura 3.5 Resultados obtenidos al aplicar la encuesta a los operadores de YTO por UEB y promedio a nivel de empresa, referidos a su satisfacción laboral.

De la figura se infiere que, el 100% de los operadores de YTO 1604 en todas las UEB que conforman la Empresa Azucarera Cienfuegos están de acuerdo con la jornada laboral, consideran que los equipos que manejan son de buena calidad y que el trabajo que realizan está plenamente en correspondencia con la preparación que poseen.

En el 99% de los casos consideran que pueden dar opiniones cuando por cuestiones de trabajo se les consulta y obviamente, eso denota camaradería y buenas relaciones de trabajo con sus superiores.

Sin embargo, solo el 92% de los encuestados manifiesta que el salario que reciben es adecuado y que poseen los medios de protección necesarios de acuerdo a las actividades que realizan.

Los operadores de las UEB C. Caracas, Elpidio Gómez y 5 de septiembre, son los que en mayor medida están en desacuerdo con el salario que reciben por considerarlo bajo.

En la Figura 3.6 se representan una continuación de los resultados obtenidos al aplicar la encuesta a los operadores de YTO 1604 por UEB y promedio a nivel de empresa, en cuanto a satisfacción laboral.

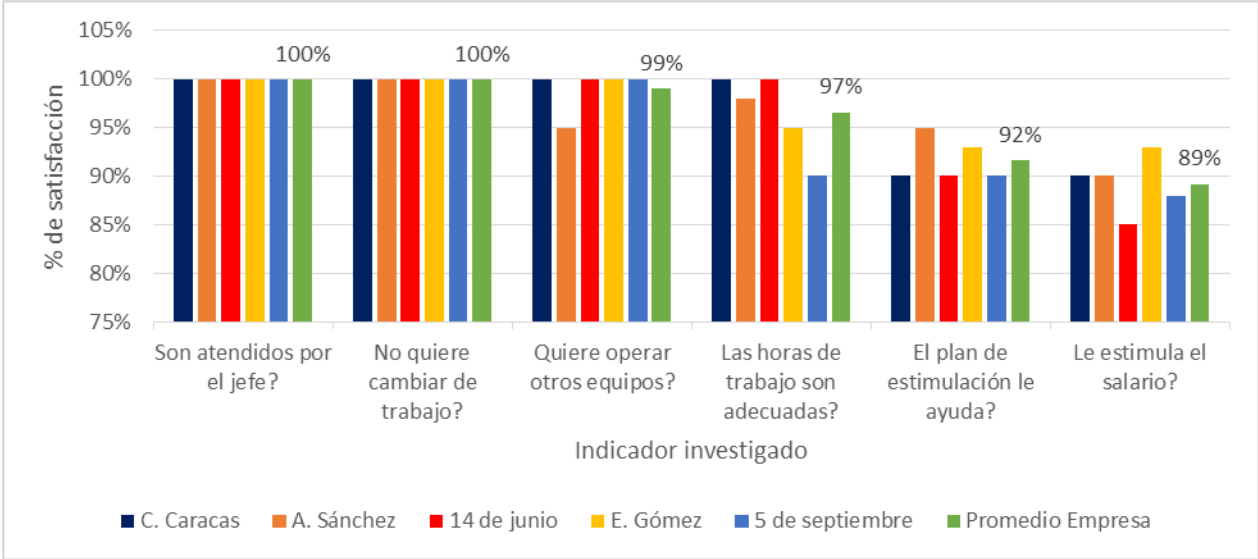


Figura 3.6 Resultados obtenidos al aplicar la encuesta a los operadores de YTO por UEB y promedio a nivel de empresa, referidos a su satisfacción laboral.

De la figura se observa, que el 100% de los operadores considera que son debidamente atendidos por el jefe, lo que denota un cordial ambiente de trabajo, razón quizás por la que en el 100% de los casos considera que no quieren cambiar de trabajo.

El 99% no manifiesta interés por operar otros equipos y el 97% considera que las horas de trabajo son adecuadas.

Sin embargo, solo el 92% manifiesta sentirse satisfecho con el plan de estimulación y el 89% considera sentirse estimulado con el salario que reciben.

Estos factores deben tenerse permanente en cuenta, pues pueden ser causales inmediatas o posteriores de trabajos mal ejecutados sobre todo en lo que respecta a las labores de atención a la caña y en especial a los retoños.

Aunque no es un resultado propio de éste estudio y de la técnica de encuesta aplicada, en las visitas efectuadas se pudo conocer además que la entrada tardía de algunos insumos entre los que se pueden citar los fertilizantes, herbicidas y combustibles, afectan también en ocasiones la calidad del trabajo ejecutado.

3.4. Resultados del estudio para determinar los indicadores de operatividad de los tractores YTO 1604 en la Empresa Azucarera Cienfuegos.

Es necesario aclarar previamente, que los resultados siguientes se procesaron para todo el parque de equipos con que cuenta la Empresa y por tanto, no fue necesario determinar la cantidad de máquinas a muestrear como se explicó a inicios de la metodología 2.5.

En correspondencia con lo planteado en la primera etapa de la propia metodología, los resultados del estudio para determinar la distribución de la densidad de fallas investigadas permitieron elaborar la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Fila estadística de información para el estudio de operatividad de los tractores YTO 1604 en la Empresa Azucarera Cienfuegos.

Período de tiempo analizado	Cantidad de fallas detectadas	Días de trabajo representan	de Horas que trabajo representan	de Horas que trabajo ordenadas de manera ascendente
8/1 – 21/1	9	13	130	60
21/1 – 7/2	13	17	170	60
7/2 – 28/2	13	21	210	100

28/2 – 6/3	12	6	60	120
6/3 – 20/3	12	14	140	120
20/3 – 10/4	9	13	130	120
10/4 – 22/4	10	12	120	130
22/4 – 8/5	12	16	160	130
8/5 – 22/5	10	14	140	140
22/5- 11/6	8	20	200	140
11/6 – 21/6	7	10	100	140
21/6 – 3/7	9	12	120	160
3/7 – 17/7	7	14	140	170
17/7 – 8/8	6	22	220	200
8/8 – 31/8	9	23	230	210
31/8 – 6/9	9	6	60	220
6/9- 18/9	10	12	120	230
Total	165	245	2450	

La misma se elaboró a partir de los datos recogidos en el anexo 3 del trabajo, considerando las fallas como causas de inoperatividad de los equipos en estudio sin importar las veces que una misma falla se repita en el tiempo.

De la misma se deduce que en total existieron 165 fallas en 245 días analizados, los que considerando jornadas laborales de 10h como se explicó anteriormente, representaron 2450 h de trabajo.

El procesamiento de la información contenida en la tabla, de acuerdo a lo explicado en la primera parte de la metodología 2.5 permitió calcular:

La cantidad de intervalos en que quedó dividida la información inicial como:

$$n = \sqrt{N} \Rightarrow n = \sqrt{17} \approx 4$$

La magnitud de cada uno de los intervalos:

$$A = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{n} \Rightarrow A = \frac{230 - 60}{4} \approx 43$$

La frecuencia con que aparece el indicador investigado (fallas) en cada uno de los intervalos se determinó contando en cada uno de ellos la cantidad de fallas que ocurrieron.

La probabilidad operativa se determinó, como se explicó en la metodología 2.5 como:

$$P_i = \frac{m}{N}$$

$$P_1 = \frac{m_1}{N} = \frac{35}{165} = 0.21$$

$$P_2 = \frac{m_2}{N} = \frac{80}{165} = 0.48$$

$$P_3 = \frac{m_3}{N} = \frac{16}{165} = 0.1$$

$$P_4 = \frac{m_4}{N} = \frac{34}{165} = 0.21$$

La suma de las probabilidades experimentales. $\sum P_i$ se determinó como:

$$\sum_{i=1}^N P_i = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

De donde:

$$\sum_{i=1}^N P_i = 0.21 + 0.48 + 0.1 + 0.21 = 1$$

El valor medio \bar{t} del indicador de fiabilidad se determinó como:

$$\bar{t} = \sum_1^n t_{ic} * P_i$$

donde:

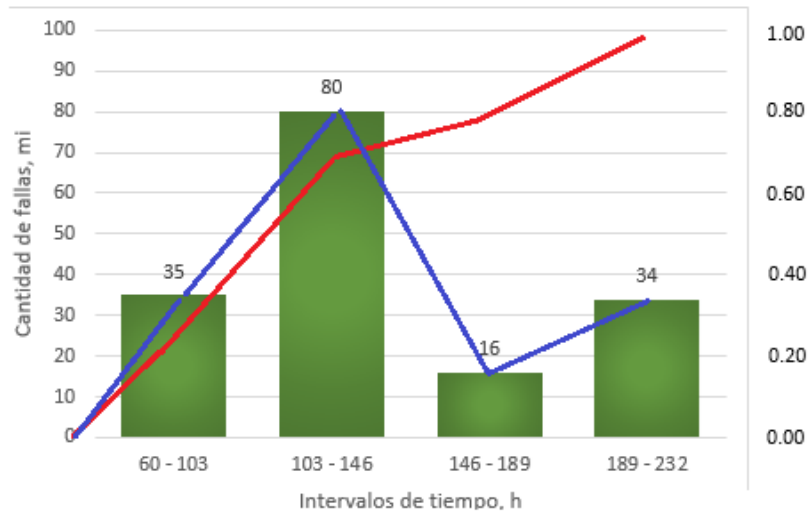
t_{ic} – Valor medio del intervalo dado.

Por tanto:

$$\bar{t} = t_{i1} * P_1 + t_{i2} * P_2 + t_{i3} * P_3 + t_{i4} * P_4$$

$$\bar{t} = 82 * 0.21 + 125 * 0.48 + 168 * 0.1 + 211 * 0.21 = 138$$

Construcción de los histogramas, polígonos y curva de probabilidades acumuladas del indicador de fiabilidad. Figura 3.7.



Intervalo	60 - 103	103 - 146	146 - 189	189 - 232
Frecuencia	35	80	16	34
Probabilidad Operativa P_i	0.21	0.48	0.1	0.21
Suma de probabilidades Operativas. $\sum P_i$	0.21	0.69	0.79	1.00

Figura 3.7. Distribución de la densidad de frecuencia de fallas en los tractores YTO 1604 de la Empresa Azucarera Cienfuegos. 2018

De la misma se deduce, que la mayor cantidad de fallas se produjeron en el intervalo de tiempo comprendido entre 103 - 146 horas de trabajo con un total de 80, seguido de las que ocurren en los intervalos de 60 a 103 y 189 – 232 horas de trabajo con 35 y 34 fallas respectivamente.

La menor cantidad de fallas se produjeron en el intervalo de 146 a 189 horas de trabajo.

El valor del indicador medio de fiabilidad indicó, que ocurrieron como promedio 138 fallas en los 33 equipos estudiados durante las 2450 h de estudio.

En correspondencia con lo planteado en la propia metodología, en la segunda etapa se determinaron los indicadores de operatividad de los tractores YTO 1604 en la Empresa, considerando como tiempo total de elaboración las 2450 h de trabajo que se pueden observar en la tabla 3.3, y el último intervalo de tiempo analizado como momento final del estudio.

Los resultados obtenidos en correspondencia con las ecuaciones que se describieron en la metodología 2.5 fueron los siguientes:

✓ **Probabilidad de trabajo sin fallos:**

$$\hat{P}(t) = \frac{No - n(t)}{No} \Rightarrow \frac{33 - 6}{33} = 0.81$$

Significa que, entre los límites de la elaboración analizada, es decir, las 2450 h de trabajo reflejadas en la tabla 3.3, no aparecen fallas en el 81 % de los tractores investigados.

En otras palabras, las fallas se concentran solo en alrededor del 19% del parque de equipos YTO 1604 con que cuenta la empresa, siendo prioridad las fallas que se producen en las crucetas de las transmisiones cardánicas y bombas de 70l como quedó demostrado al caracterizar las mismas fallas en los tractores en estudio. Punto 3.1 del trabajo.

✓ **Probabilidad de fallos:**

$$\hat{Q}(t) = 1 - \frac{No - n(t)}{No} = \frac{n(t)}{No} = \frac{6}{33} = 0.18$$

Significa que, en los límites de la elaboración de 2450 h de trabajo, desde el inicio hasta el fin de la investigación, la probabilidad de que aparezca al menos un fallo es del 18% para las condiciones de explotación dadas.

Un indicador evidentemente bajo que corrobora la concentración de las fallas solo en determinados equipos del parque de tractores analizado.

✓ **Intensidad de fallos:**

$$\lambda(t) = \frac{n(\Delta t)}{N_{cp}(\Delta t)} = \frac{6}{30} = 0.2$$

$$N_{cp} = \frac{(N_i + N_{i+1})}{2} = \frac{33 + 28}{2} = 30$$

Densidad convencional de probabilidad de que aparezca el fallo en el objeto no recuperado, determinada para el momento dado de tiempo bajo la condición de que hasta éste no hayan ocurrido fallas.

✦ **Frecuencia de fallos:**

$$\hat{M}_{cp}(t) = \frac{\sum_{i=1}^N M_i(t)}{N} = \frac{165}{6} \approx 28$$

El resultado demuestra, que para los objetos recuperables, en los cuales es probable el surgimiento de reiterados fallos, la elaboración al fallo es una magnitud casual. En este caso, el elemento que falla se sustituye por uno apto y se recupera la capacidad de trabajo del objeto, es decir, se observa una frecuencia de fallos y de recuperación que en éste caso indica 28 fallas promedio hasta la elaboración de 2450 h tomadas como referencia.

✦ **Elaboración hasta el fallo T:**

$$t_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \Rightarrow \frac{2450}{165} = 14.8$$

Representa que cada 15 h de trabajo aproximadamente, se produce una falla en alguno de los tractores objeto de estudio, sin importar en éste caso su severidad.

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio permitieron arribar a las siguientes conclusiones:

1. Las fallas que con mayor frecuencia se producen en los tractores YTO 1604 pertenecientes a la Empresa Azucarera Cienfuegos están relacionadas con las crucetas de sus transmisiones cardánicas y bombas hidráulicas de 70l, pues los problemas detectados en los compresores de los aires acondicionados no influyen sobre la operatividad de los mismos.
2. Las condiciones climatológicas de explotación del parque de tractores YTO 1604 en la Empresa Azucarera Cienfuegos es la típica del país en cualquiera de sus zonas, sin diferencias significativas entre sus valores medios diarios e históricos y, por tanto, no ejercen influencia alguna en los indicadores de operatividad de los mismos.
3. El nivel de preparación alcanzado por los operadores en sentido general es adecuado de acuerdo a las funciones que realizan, pues la mayoría posee una vasta experiencia y un nivel de secundaria básica aprobado.
4. Los indicadores de fiabilidad vinculados a la operatividad de los equipos en estudio demostraron, que las fallas se concentran en alrededor del 19% del parque de la empresa, sin embargo, en estos equipos ocurren con una elevada frecuencia y son la causa por la cual se reduce de manera sustancial la elaboración de los mismos hasta la falla a nivel de empresa.

RECOMENDACIONES

1. Continuar profundizando en el estudio relacionado con las fallas que se presentan en el parque de tractores YTO 1604 en la Empresa Azucarera Cienfuegos, con énfasis en las particularidades de la falla que ocurren en las crucetas y bombas hidráulicas de 70l y buscar soluciones apropiadas al fenómeno.
2. Poner en conocimiento de los directivos de AZCUBA en la provincia Cienfuegos los resultados de la presente investigación, de manera que se logre su apoyo en estudios posteriores.

BIBLIOGRAFÍA

ABAURREA, J. Fiabilidad, teoría y práctica. 2004.

ACEVEDO, M. Factores que afectan la durabilidad de los elementos de precisión del sistema de alimentación Diesel en Cuba. Memorias en CD de la 1ra Conferencia sobre Desarrollo Agropecuario y Sostenibilidad.

AGROCENTRO. 6 – 9 de Noviembre del 2001. ISBN 959 – 250 – 002 – 9.

ACEVEDO, M. Evaluación de los indicadores de fiabilidad del tractor XTZ-T150K-09, en las condiciones de producción de la Empresa Agropecuaria Yabú. 2015

ACEVEDO, M. Investigación de los indicadores de fiabilidad de la cosechadora cañera CASE 8000 en el CAI Heriberto Duquesne. 2016

ACEVEDO, M. Investigación de los indicadores de fiabilidad de la asperjadora JACTO COLUMBIA CROSS en la empresa agropecuaria Yabú.. 2017

ANÓNIMO. Encuesta sobre fluctuación laboral potencial en la provincia de Villa Clara, Grupo de población y desarrollo de la UCLV. 2002.

ANÓNIMO. Encuesta sobre satisfacción laboral SATISTEC – 1, Facultad de ciencia sociales de la UCLV. 2004.

ANÓNIMO. Encuesta sobre satisfacción laboral SATISTEC – 2, Facultad de ciencias sociales de la UCLV. 2004.

ANÓNIMO. Atlas nacional de Cuba, ACC Habana. 1970.

ANÓNIMO. Guía climática de la región de Cienfuegos. Academia de Ciencias de Cuba, Instituto de meteorología, sección climática, años 1966 – 2016. 2016

AKONOV, B. Fiabilidad del sistema de alimentación del motor de carburador en condiciones de clima cálido, Moscú URSS, NAMI, 1980. en ruso.

ANILOVICH, B. y col, Fiabilidad explotativa de las máquinas agrícolas, Editorial Uroshay, Minsk URSS, MIICP, 1973. en ruso.

BASOVKI, I. , Fiabilidad teoría y práctica, Editorial MIR, Moscú URSS, 1965.
en Ruso.

BRILIN, N. , Efectos de la temperatura y humedad del aire de admisión sobre la potencia y economía del motor de carburador, Moscú URSS, MADI, 1980.

DAQUINTA, A., Fiabilidad de las cosechadoras cañeras CASE 8800 en las condiciones de producción del CAI Venezuela. Ciego de Ávila. 1999.

ERMOLOV, C. , Aumento de la fiabilidad en la técnica agrícola, Editorial Kolos, Moscú URSS, 1979. en ruso.

ERMOLOV, C., Fundamentos de fiabilidad en la técnica agrícola, Editorial Kolos, Moscú URSS, 1974, en ruso.

FILIMONOV, A. , Metodica de investigación para determinar la influencia que ejercen las condiciones atmosféricas y la temperatura del combustible, sobre los indicadores económicos y de potencia del Diesel sin turbo, Editorial MIR, Moscú URSS, 1986. en ruso.

GRAU, R. y COL. Metodología de la investigación, Corporación universitaria de Ibagué, Coruniversitaria, Ibagué, 1999.

GOST 23554 – 1- 79 Método de expertos para la evaluación de la producción industrial, Organización y realización de la evaluación experta de la calidad de la producción.

GOST 13377- 75 Fiabilidad de la Técnica Agrícola. 1975

HIMMENBLAU, 1978; Fiabilidad, principales términos y definiciones.

IBARRA, F. y COL, Metodología de la investigación Social, Editorial Félix Varela, La Habana, 2001.

KOSTEVKY, B. , Fiabilidad y durabilidad de las máquinas, Editorial técnica, Kiev URSS, 1975, en ruso.

KRAGUELSKY, I. , Fiabilidad y durabilidad de las máquinas, experiencias, estudios teóricos, Moscú URSS, 1972, en ruso.

KRIASHKOV, L. , Fundamentos de fiabilidad en la técnica agrícola, Editorial Kolos, Moscú URSS, 1979. en ruso.

LECHA, L. , Las condiciones de calor sofocante en Cuba, ACC Cuba, Habana, 1994.

NC 92- 10/78 Fiabilidad. 1978

ROJO, M. Metodología de la investigación, Editorial ENPES, Habana, 1987.

ROSA, 1996 Fiabilidad operativa

TODINOV, 2005; Fiabilidad de la técnica

YAÑEZ, 2004; Fiabilidad

ANEXOS

ANEXO I

Tabla 1. Características técnicas del tractor YTO 1604.

Modelo	YTO-1604
Tipo	Cuatro ruedas
Potencia del eje de salida de fuerza (kW)	106±5.3
Tracción nominal (kN)	37
Dimensión (mm)	5390
L (incluyendo contrapeso delantero y suspensión)	2696
W (la distancia entre ruedas hasta el borde exterior del semi-eje antes de la entrega)	
H (hasta el techo de la cabina)	3450
Distancia entre ejes (mm)	2848
Distancia entre ruedas (mm)	
Delantera (distancia entre ruedas de fábrica)	1680-2176(1880)
Trasera (distancia entre ruedas de fábrica)	1620-2200(1800)
Distancia al suelo (inferior de la cáscara de la palanca de codo) (mm)	459
Contrapeso delantero (kg)	720
Contrapeso trasero (kg)	
Min.peso utilizado (kg) (con cabina, soporte de contrapeso)	7115

Distribución de pesos		(kg)		
Delantera			2955	
Trasera			4165	
Radio de giro		(m)		
Frenado lateral			5.0±0.2	
Sin frenado lateral			6.2±0.2	
Número de marchas			Estándar	Con el dispositivo retrógrado
			12F+4R	16F+16R
Velocidad	Baja	I	3.94	3.94/2.81
teórica		II	12.75	12.75/9.1
(km/h)		III	30.69	30.39/21.71

Tabla 2 Especificaciones técnicas principales del sistema de transmisión del tractor de la serie YTO-1604

Modelo		YTO-1604		
Embrague		Tipo seco, solo disco, funcionamiento independiente, efecto simple; el embrague principal es operado por el pedal aerodinámico. El embrague secundario es de tipo húmedo, discos múltiples y operados hidráulicamente eléctricos.		
Caja de transmisión		Tipo 4x(3+1) combinado; 12 marchas adelante, 4 marchas atrás; cambio de marchas del buje de engranar de cambio principal y cambio secundario; opcional el sincronizador; opcional 16 + 16;		
Transmisión central		Par de engranajes cónicos espirales		
Diferencial		Abierto, 4 engranajes cónicos rectos de planeta		
Bloqueo del diferencial		Húmedo, discos múltiples, controlado hidráulicamente eléctrica		
Modelo		YTO-1604		

Transmisión final	Tipo de engranaje planetario de simple nivel
Eje de tracción delantera	Central colocado integrado
Transmisión delantera	Par de engranajes cónicos espirales
Diferencial delantero	Cerrado, 4 engranajes cónicos rectos de planeta
Transmisión delantera	Tipo de engranaje planetario de simple nivel
Caja de transferencia	Engranaje recto con mecanismo de separación y combinación, opcional la instalación de varia pieza de embragues

Tabla 3. Mantenimiento de toda la máquina y el motor (para el diésel de motor de la serie YTO-1604).

No.	Parte por lubricar	Operación	Puntos	Tiempo(h)	Observación
1	Filtro de aire de la cabina	Mantener y limpiar	2	Cada turno de trabajo	Limpiar cuando sea necesario
2	Cárter de aceite del motor	Comprobar el nivel del líquido	1	Cada turno de trabajo	
3	Filtro de aire seco	Comprobar	1	Cada turno de trabajo	Limpiar cuando sea necesario
4	Tanque hidráulico de dirección	Comprobar el nivel del líquido	1	Cada turno de trabajo	
5	Radiador (tanque de agua)	Comprobar el nivel del líquido	1	Cada turno de trabajo	
6	Eje de la bomba de agua del motor	Rellenar grasa	1	Cada turno de trabajo	
7	Tanque de aceite del freno de conducción	Comprobar el nivel del líquido	1	Cada turno de trabajo	

8	Medidor de presión de aceite del embrague del eje de salida de potencia	Comprobar la presión de aceite	1	Cada turno de trabajo	
9	Sistema del control de embrague principal	Comprobar y ajuste	1	Cada turno de trabajo	
10	Depósito de almacenaje líquido	Comprobar el nivel del líquido	1	Cada turno de trabajo	Cuando sea necesario
11	Taza del eje de conexión entre elevador y cilindro de elevación	Rellenar grasa	2	Cada 50 horas	Sólo para el enterrado forzado
12	Taza articulado inferior del cilindro de aceite de elevación	Rellenar grasa	2	Cada 50 horas	Sólo para el enterrado forzado
13	Cinta del ventilador	Comprobar la tensión	1	Cada 50 horas	
14	Pasador principal del eje delantero	Rellenar grasa	4	Cada 50 horas	
15	Eje oscilante de tracción delantera accionado por cuatro ruedas	Rellenar grasa	2	Cada 50 horas	
16	Rodamiento de semi-eje	Rellenar grasa	2	Cada 50 horas	
17	Transmisión final del eje de tracción delantera	Comprobar el nivel del líquido	2	Cada 200 horas	
18	Filtro de gasoil	Reemplace el cartucho	1	Cada 200 horas	
19	Filtro de aceite tipo rotativo	Reemplace el filtro	1	Cada 200 horas	
20	Filtro de presión baja de aceite de elevador	Limpiar o reemplazar el cartucho	1	Cada 50 horas	

21	Cáster de aceite del motor	Reemplazar el aceite	1	Cada 250 horas	
22	Filtro de presión alta de aceite de elevador	Reemplace el cartucho	1	Cada 250 horas	
23	Sistema de transmisión y elevador	Comprobar el nivel del aceite	1	Cada 500 horas	Cuando sea necesario
24	Freno de aparcamiento	Ajustar el recorrido libre	1	Cada 500 horas	
25	Transmisión central del eje de tracción delantera	Comprobar el nivel del aceite	1	Cada 500 horas	Cuando sea necesario
26	Taza del pasador principal de fraccionamiento de cuatro ruedas	Rellenar grasa	2	Cada 500 horas	
27	Transmisión final del eje de tracción delantera	Comprobar el nivel del líquido	2	Cada 500 horas	Cuando sea necesario
28	Filtro del tanque de aceite hidráulico de dirección	Mantener y limpiar	1	Cada 500 horas	
29	Filtro de aire de cabina	Reemplace el cartucho	1	Cada 1000 horas	
30	Tanque de combustible	Mantener y limpiar	1	Cada 1000 horas	
31	Válvula de entrada y salida del motor	Ajustar la brecha de válvulas	12	Cada 1000 horas	
32	Inyector	Ajustar la brecha de válvulas	6	Cada 1000 horas	
33	Tanque de aceite hidráulico de dirección	Reemplace aceite lubricante	1	Cada 1500 horas	Después de 500horas por primera vez
34	Sistema de transmisión /elevador/ transmisión final	Reemplace aceite lubricante	1	Cada 1500 horas	Después de 500horas

	del eje delantero				por primera vez
35	Sistema de refrigeración del motor(con calefacción en la cabina)	Mantener y limpiar	1	Cada 1500 horas	Sin No.38
36	Sistema de refrigeración del motor con el uso del líquido anticongelante	Reemplace el líquido anticongelante	1	Cada 1500 horas	Sin No.37
37	Transmisión final del eje de tracción delantera	Reemplace aceite lubricante	2	Cada 1500 horas	Después de 500horas por primera vez
38	Transmisión central del eje de tracción delantera	Reemplace aceite lubricante	1	Cada 1500 horas	Después de 500horas por primera vez
39	Cabina de engranajes de ajuste de distancias del cubo de ruedas traseras	Rellenar grasa	2	Reparación capital	

ANEXO II

Modelo de encuesta aplicada a los operadores de los tractores YTO 1604 en las UEB que conforman la Empresa Azucarera Cienfuegos.

Encuesta

INSTRUCCIONES.

A continuación, encontrará una serie de planteamientos relacionados con su profesión, necesitamos de ud una valoración sincera de los mismos para poder evaluar su situación laboral.

Es importante además que responda todas las preguntas, si no entiende alguna, puede pedir que se le aclare.

No es necesario que escriba su nombre, pues las respuestas son anónimas y por ello las mismas no le afectarán en el plano personal o laboral.

Contamos con su ayuda. Gracias.

Organismo: _____

Municipio: _____

Empresa: _____

Datos generales y escolares

Edad	Nivel escolar	¿En la actualidad estudia?
<input type="checkbox"/> 20 – 24	<input type="checkbox"/> Menos de 6to grado	<input type="checkbox"/> Sexto grado?
<input type="checkbox"/> 25 – 29	<input type="checkbox"/> Sexto grado	<input type="checkbox"/> Séptimo <input type="checkbox"/> Octavo
<input type="checkbox"/> 30 – 34	<input type="checkbox"/> Séptimo <input type="checkbox"/> Octavo	<input type="checkbox"/> Noveno <input type="checkbox"/> preuniversitario
<input type="checkbox"/> 35 – 39	<input type="checkbox"/> Noveno <input type="checkbox"/> Décimo	<input type="checkbox"/> Décimo <input type="checkbox"/> Onceno
<input type="checkbox"/> 40 – 44	<input type="checkbox"/> preuniversitario	<input type="checkbox"/> Duodécimo
<input type="checkbox"/> 45 – 49	<input type="checkbox"/> Onceno	<input type="checkbox"/> Técnico medio
<input type="checkbox"/> 50 – 54	<input type="checkbox"/> Duodécimo	<input type="checkbox"/> Obrero calificado
<input type="checkbox"/> 55 – 59	<input type="checkbox"/> Grado 13	<input type="checkbox"/> Universitario
<input type="checkbox"/> 60 - 64	<input type="checkbox"/> Técnico medio	<input type="checkbox"/> Otras
<input type="checkbox"/> 65 o más	<input type="checkbox"/> Obrero calificado	<input type="checkbox"/> No estudia
	<input type="checkbox"/> Universitario	

Datos laborales.

Tiempo de trabajo como chofer.	Tiempo de trabajo como operador de YTO 1604	Tiempo de trabajo en su vida laboral
<input type="checkbox"/> menos de un año	<input type="checkbox"/> menos de un año	<input type="checkbox"/> menos de un año
<input type="checkbox"/> de 1 a 5	<input type="checkbox"/> de 1 a 5	<input type="checkbox"/> de 1 a 5
<input type="checkbox"/> de 5 a 10	<input type="checkbox"/> de 5 a 10	<input type="checkbox"/> de 5 a 10
<input type="checkbox"/> de 10 a 15	<input type="checkbox"/> de 10 a 15	<input type="checkbox"/> de 10 a 15
<input type="checkbox"/> de 15 a 20	<input type="checkbox"/> de 15 a 20	<input type="checkbox"/> de 15 a 20
<input type="checkbox"/> de 20 a 25	<input type="checkbox"/> de 20 a 25	<input type="checkbox"/> de 20 a 25
<input type="checkbox"/> de 25 a 30	<input type="checkbox"/> de 25 a 30	<input type="checkbox"/> de 25 a 30
<input type="checkbox"/> más de 30	<input type="checkbox"/> más de 30	<input type="checkbox"/> más de 30

6. ¿La distribución de la jornada de trabajo (horario de trabajo, descanso, almuerzo, etc.) la considera: adecuada Si___ No___, no sé: Si___ No___, inadecuada: Si ___ No___?

7. ¿Considera que el equipo que utiliza tiene calidad: buena_____ regular_____ mala_____?

8. ¿Los trabajadores pueden dar sus opiniones libremente cuando se van a tomar decisiones importantes en el trabajo: siempre _____ algunas veces_____ nunca_____?

9. ¿Considera que de acuerdo al esfuerzo y aporte que realiza, el salario que recibe es: adecuado _____ no sé_____ menos de lo que debía recibir_____?

10. ¿Poseen los trabajadores los suficientes medios de protección para evitar accidentes u otros daños al desempeñar su labor si _____ no sé_____ no_____?

11. ¿Considera que la cantidad de trabajo que realiza se corresponde: con su capacidad ___ es inferior a su capacidad ___ es superior a su capacidad ___?

12. ¿Su jefe inmediato superior los atiende cuando presentan alguna dificultad: siempre _____ algunas veces _____ nunca_____?

13. Según su opinión, cómo se puede elevar la eficiencia en el trabajo: Mejorar el abastecimiento de combustibles y piezas_____ fortalecer la disciplina laboral_____ elevar nuestra calificación_____ asegurar en las áreas cuadros técnicos calificados_____

14. ¿Desearía UD cambiar de trabajo: no_____ me es indiferente_____ si_____?

15. ¿Desearía UD dejar de trabajar como conductor de estos equipos y hacerlo en otros en la misma labor que aquí realiza: no _____ me es indiferente_____ si_____?

16. La cantidad de horas que debes trabajar diariamente la consideras:

Correcta?_____ menos de lo posible?_____ excesiva?_____.

17. El plan de estimulación material que existe contribuye a solucionar sus necesidades y la de su familia?: si _____ no sé _____ no_____.

18. Qué es lo que más le satisface en el trabajo?: el salario_____ es interesante_____ no es aburrido_____.

19. Qué es lo que no le satisface del trabajo?: malas condiciones de trabajo (polvo, sol, calor sofocante, frío, etc) _____ falta de combustible y piezas de repuesto_____ es agotador _____.

20. Cuáles son las causas principales de errores en el trabajo?: poca experiencia_____ mal estado técnico del equipo_____ desconocimiento del equipo_____.

21. Domina UD las reglas de arranque y manejo del equipo?: si_____ no _____.

22. Realiza siempre el mantenimiento técnico diario?: si_____ no_____ a veces_____.

23. Ha recibido cursos de capacitación específicos para aprender a cuidar el equipo?: Si _____ no_____

24. Opina que la calidad con se realizan los mantenimientos y la reparación de los tractores YTO 1604 es: _____ Buena, _____Regular, _____ Mala.

ANEXO III

Tabla 1. Situación del parque de equipos YTO 1604 en la Empresa Azucarera Cienfuegos. Período: enero 2018- septiembre 2018.

Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla
8/1/18	Ciudad Caracas	9	9	-		
	Antonio Sánchez	5	5	-		
	14 de junio	6	5	1	16	1 por cruceta del cardán
	Elpidio Gómez	5	3	2	40	1 por compresor del aire acondicionado 1 por bomba hidráulico de 70l
	5 de septiembre	8	8	-		
	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	30	3	9	
Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla

21/1/18	Ciudad Caracas	9	8	1	11	1 por cruceta del cardán
	Antonio Sánchez	5	5			
	14 de junio	6	4	2	33	1 por cruceta del cardán 1 por alternador
	Elpidio Gómez	5	3	2	40	1 por compresor de aire acondicionado y bomba hidráulica de 70l 1 por cruceta del cardán
	5 de septiembre	8	7	1	12.5	1 por bomba hidráulica de 70l
	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	27	6	18	
Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla
7/2/18	Ciudad Caracas	9	8	1	11	1 por cruceta del cardán
	Antonio Sánchez	5	5			
	14 de junio	6	4	2	33	1 por cruceta del cardán 1 por alternador

	Elpidio Gómez	5	3	2	40	1 por compresor de aire acondicionado 1 por cruceta del cardán
	5 de septiembre	8	6	2	25	2 por bomba hidráulica de 70l
	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	26	7	21	

Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla
28/2/18	Ciudad Caracas	9	8	1	11	1 por cruceta del cardán
	Antonio Sánchez	5	5			
	14 de junio	6	4	2	33	1 por cruceta del cardán 1 por alternador
	Elpidio Gómez	5	3	2	40	1 por compresor de aire acondicionado

						1 por cruceta del cardán
	5 de septiembre	8	7	1	12.5	1 por bomba hidráulica de 70l
	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	27	6	18	
Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla
6/3/18	Ciudad Caracas	9	7	2	22	2 por reductor de la transmisión delantera
	Antonio Sánchez	5	5			
	14 de junio	6	4	2	33	1 por cruceta del cardán 1 por alternador y bomba hidráulica de 70l
	Elpidio Gómez	5	4	1	20	1 por compresor de aire acondicionado
	5 de septiembre	8	7	1	12.5	1 por bomba hidráulica de 70l
	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	27	6	18	
Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla
20/3/18	Ciudad Caracas	9	8	1	12.5	1 por cruceta del cardán
	Antonio Sánchez	5	4	1	20	1 por bomba hidráulica de 70l

	14 de junio	6	4	2	33	2 por cruceta del cardán
	Elpidio Gómez	5	4	1	20	1 por cruceta del cardán
	5 de septiembre	8	7	1	12.5	1 por bomba hidráulica de 70l
	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	27	6	18	
Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla
10/4/18	Ciudad Caracas	9	8	1	12.5	1 por cruceta del cardán
	Antonio Sánchez	5	5			
	14 de junio	6	6			
	Elpidio Gómez	5	3	2	40	1 por compresor de aire acondicionado 1 por reductor trasero. Rodamiento 32219
	5 de septiembre	8	8			
	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	30	3	9	

Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla
--------------	------------	---------------	----------------	------------------	----------	--------------

22/4/18	Ciudad Caracas	9	8	1	12.5	1 por cruceta del cardán
	Antonio Sánchez	5	5			
	14 de junio	6	4	2	33	1 por alternador 1 por copling de la bomba hidráulica
	Elpidio Gómez	5	2	3	60	1 por goma trasera 1 por ventilador del aire acondicionado 1 por cardán del tren delantero y goma trasera
	5 de septiembre	8	7	1	12.5	1 por bomba hidráulica de 70l
	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	26	7	21	
Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla
8/5/18	Ciudad Caracas	9	8	1	12.5	1 por cruceta del cardán
	Antonio Sánchez	5	5			
	14 de junio	6	5	1	16.6	1 por compresor del aire acondicionado y alternador
	Elpidio Gómez	5	3	2	40	1 por compresor del aire acondicionado

						1 por cruceta del cardán, rodamiento 32219 y tapa de manga
	5 de septiembre	8	7	1	12.5	1 por bomba hidráulica de 70l
	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	28	5	15	
Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla
22/5/18	Ciudad Caracas	9	8	1	11	1 por cruceta del cardán
	Antonio Sánchez	5	4	1	20	1 por válvula de compensación de presión hidráulica
	14 de junio	6	4	2	33	1 por motor 1 por chasis partido
	Elpidio Gómez	5	5			
	5 de septiembre	8	7	1	12.5	1 por bomba hidráulica de 70l
	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	28	5	9	

Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla
11/6/18	Ciudad Caracas	9	9			
	Antonio Sánchez	5	5			
	14 de junio	6	5	1	16.6	1 por compresor del aire acondicionado Y bomba hidráulica de 70l
	Elpidio Gómez	5	4	1	20	1 por cruceta del cardán del puente delantero
	5 de septiembre	8	7	1	12.5	1 por plato opresor y rodamiento del clochet
	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	30	3	9	
Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla
21/6/18	Ciudad Caracas	9	7	2	22	1 por diferencial del puente delantero 1 por cruceta del cardán del puente delantero
	Antonio Sánchez	5	5			

	14 de junio	6	6			
	Elpidio Gómez	5	4	1	20	1 por cruceta del cardán y motor del aire acondicionado
	5 de septiembre	8	7	1	12.5	1 por cruceta del cardán
	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	29	4	12.1	
Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla
3/7/18	Ciudad Caracas	9	7	2	22	1 por diferencial del puente delantero 1 por cruceta del cardán del puente delantero
	Antonio Sánchez	5	5			
	14 de junio	6	4	2	33	1 por alternador y bomba hidráulica del clochet 1 compresor del aire acondicionado
	Elpidio Gómez	5	4	1	20	1 por cruceta del cardán y motor del aire acondicionado
	5 de septiembre	8	8			

	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	28	5	15	
--	---------------------------	----	----	---	----	--

Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla
17/7/18	Ciudad Caracas	9	7	2		1 por diferencial del puente delantero 1 por cruceta del cardán
	Antonio Sánchez	5	5			
	14 de junio	6	6			
	Elpidio Gómez	5	5			
	5 de septiembre	8	8			
	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	31	2	6	
Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla
8/8/18	Ciudad Caracas	9	8	1	11	1 por diferencial del puente delantero
	Antonio Sánchez	5	5			
	14 de junio	6	4	2	33	1 por cruceta del cardán

						1 por alternador
	Elpidio Gómez	5	4	1	20	1 por cruceta del cardán
	5 de septiembre	8	8			
	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	29	4	12.1	
Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla
31/8/18	Ciudad Caracas	9	8	1	11	1 por diferencial de la tracción delantera
	Antonio Sánchez	5	3	2	40	1 por condensador 1 por compresor del aire acondicionado
	14 de junio	6	4	2	33	1 por caja de control hidráulica 1 por válvula de ajuste de presión
	Elpidio Gómez	5	5			
	5 de septiembre	8	8			
	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	28	5	15	
Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla

6/9/18	Ciudad Caracas	9	8	1	11	1 por reparación imprevista
	Antonio Sánchez	5	5			
	14 de junio	6	4	2	33	1 por tren delantero 1 por plato opresor del embrague
	Elpidio Gómez	5	4	1	20	1 por cruceta del cardán
	5 de septiembre	8	8			
	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	29	4	12.1	
Fecha	UEB	Parque	Activos	Inactivos	%	Falla
18/9/18	Ciudad Caracas	9	8	1	11	1 por problemas en los discos de la caja de cambio de velocidades
	Antonio Sánchez	5	3	2	40	1 por condensador y compresor del aire acondicionado 1 por caja de control hidráulico y válvula de ajuste de presión
	14 de junio	6	4	2	33	1 por plato opresor del clochet 1 por compresor del aire acondicionado

	Elpidio Gómez	5	4	1	20	1 por cruceta del cardán
	5 de septiembre	8	8			
	Emp. Azucarera Cienfuegos	33	27	6	18	