UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA.

EFECTO DE LOS PARÁMETROS OPERACIONALES DEL RECUBRIMIENTO E-83.58 RESPECTO A LA RESISTENCIA AL DESGASTE EN ZAPATAS DE ORUGA RECUPERADAS

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Autores : **Bach. Jaime Díaz Mondragón**
Bach. Nolver Edilberto Yajahuanca Huamán

Asesor : **Ing. Luis Miguel Llanos Sánchez**

JAÉN – PERÚ, OCTUBRE, 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 12 de 09 del año 2019., siendo las 18:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. JOSÉ ANDRÉS FERNÁNDEZ MERA

Secretario: Mg. MARÍA FELIX OLIVERA ALCANA

Vocal: M. Sc. FREDDI ROANA RODRIGUEZ ORDOÑEZ., para evaluar la Sustentación de:

( ) Trabajo de Investigación

(X) Tesis

( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "EFECTO DE LOS PARÁMETROS OPERACIONALES DEL RECUBRIMIENTO E-8358 RESPECTO A LA RESISTENCIA AL DESGASTE EN BARRAS DE COMBA RECUPERADAS",

presentado por Estudiante /Egresado o Bachiller JAIME DÍAZ MOHAMED Y HOLVEN EDILBERTO YAJAHUANCA HUAMÁN,

de la Carrera Profesional de INGENIERÍA MECÁNICO y ELÉCTRICA de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar ( ) Desaprobar (X) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

a)	Excelente	18, 19, 20	( )
b)	Muy bueno	16, 17	( )
c)	Bueno	14, 15	(15)
d)	Regular	13	( )
e)	Desaprobado	12 ò menos	( )

Siendo las 19:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

INDICE GENERAL

I.INTRODUCCIÓN 8

1.1. Situación problemática. 8

1.2. Antecedentes de la investigación 9

1.3. Planteamiento del problema. 10

1.4. Formulación del problema. 10

1.5. Formulación de la hipótesis. 10

1.6. Justificación 11

II.OBJETIVOS 12

2.1.Objetivo general 12

2.2.Objetivos específicos 12

III.MATERIALES Y MÉTODOS. 13

3.1. Materiales de estudio 13

3.2. Material de aporte 14

3. 3. Equipos o instrumentos. 15

3 .4. Instalaciones 15

3.5.Metodología 15

3.6.Procedimiento experimental 17

IV.RESULTADOS 21

4.1.Validación estadística de datos mediante ANOVA 24

V.DISCUSIÓN 30

VI.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 32

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 34

VIII.ANEXOS 36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.*Composición química del electro E-308-L* **14**

Tabla 2.*Propiedades mecánicas del electrodo E-308-L* **14**

Tabla 3.*Composición química del electro E-308-L* **14**

Tabla 4.*Modelo experimental unifactorial* **16**

Tabla 5.*Niveles y descripción de variables independientes* **16**

Tabla 6.*Composición química del metal base, Acero AISI 5140.* **21**

Tabla 7.*Parámetros utilizados en el proceso de soldadura SMAW.* **21**

Tabla 8.*Composición química del electrodo E-83.58.* **21**

Tabla 9.*Resultados de pieza original* **22**

Tabla 10.*Resultados de Pieza Recuperada a 120A y 21.7V* **23**

Tabla 11.*Resultados de pieza recuperada a 125A y 19.2V* **23**

Tabla 12.*Resultados de pieza recuperada a 130A y 17.8V* **24**

Tabla 13.*Resultados de pieza recuperada a 140A y 14.1V* **24**

Tabla 14.*Resultado del análisis de probetas a diferentes parámetros operacionales* **25**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. IC de 95% simultáneas de Hsu (probetas recuperadas) 26

Figura 2. Gráfica de intervalos de 120A, 125A, 130A y 140A. 27

Figura 3. Gráfica de valores individuales de 120A, 125A, 130A y 140A 27

Figura 5. Gráficas de residuos para 120A, 125A, 130A, 140A 28

RESUMEN

El presente proyecto de investigación nuestra una alternativa de solución para la recuperación de zapatas de los tractores de orugas desgastadas por el efecto abrasivo del suelo, determinando los mejores parámetros operacionales utilizados en el proceso de recuperación. Para este fin se aborda un análisis comparativo entre la resistencia al desgaste de una zapata de tractor de orugas D7G-CAT original, con una zapata de tractor de orugas D7G-CAT recuperada mediante el proceso de soldadura(SMAW) con revestimiento duro, realizando los ensayos mediante la máquina de rueda de caucho y chorro de arena seca según la norma (ASTM G65-04), donde se evalúa la masa perdida en gramos de cada una de las probetas y los resultados se validan mediante el análisis de varianza ANOVA haciendo uso del software Minitab, concluyendo que en el proceso de recuperación de piezas utilizando el revestimiento duro con el electrodo E-83.58 es una alternativa viable y su optimización depende del tipo de parámetros operacionales(amperaje y voltaje) utilizados en el proceso de recuperación.

PALABRAS CLAVES. Zapatas, soldadura (SMAW), revestimiento duro, resistencia al desgaste.

ABSTRACT

This research project is an alternative solution for the recovery of shoes from tracked tractors worn by the abrasive effect of the soil, determining the best operational parameters used in the recovery process. For this purpose, a comparative analysis between the wear resistance of an original D7G-CAT crawler tractor shoe is approached, with a D7G-CAT crawler tractor shoe recovered by the hard-coated welding process (SMAW), performing the Tests using the rubber wheel and dry sand blasting machine according to the standard (ASTM G65-04), where the mass lost in grams of each of the specimens is evaluated and the results are validated by ANOVA variance analysis using of the Minitab software, concluding that in the process of recovering parts using the hard coating with the electrode E-83.58 it is a viable alternative and its optimization depends on the type of operational parameters (amperage and voltage) used in the recovery process.

KEYS OF WORDS. Shoes, welding (SMAW), hard coating, wear resistance.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación problemática.

La industria mundial desde la invención y durante el proceso de perfeccionamiento de toda máquina en el mundo, uno de sus problemas fundamentales ha sido el desgaste de piezas, especialmente las que están sometidas a fricción o trabajos mecánicos forzosos, ocasionando de esta manera grandes impactos en la economía del empresario o microempresario que se ve en la obligación de realizar paradas de trabajos tanto para identificar la falla y posteriormente realizar el correctivo, que en la mayoría de los casos se resume en el cambio de la o las piezas desgastadas lo cual suma pérdidas significativas en una empresa; tanto por el tiempo de parada así como por el costo de la pieza reemplazante. En consecuencia, los departamentos de mantenimiento vienen buscando nuevas alternativas de solución que permita incrementar la vida útil de las piezas de desgaste y conseguir una mayor rentabilidad en cada una de las empresas.

En los últimos años la recuperación de piezas mediante soldadura ha sido considerada una de las alternativas bastante eficiente debido al gran impacto económico con relación a la adquisición y reemplazo de una pieza nueva, sin embargo en la mayoría de los casos este tipo de trabajos se viene desarrollando de manera empírica sin considerar los parámetros operacionales para lograr la óptima integridad estructural y garantizar mejoras significativas en sus propiedades.

En el presente proyecto de investigación se desarrolla consecutivamente los procesos para evaluar la incidencia de los parámetros operacionales en cada uno de los procesos de recuperación estableciendo como mejores parámetros a los que después de someter a los ensayos de desgaste abrasivo haciendo uso de la máquina de rueda de caucho y chorro de arena seca según norma ASTM G65-04 que arrojan como resultado la menor pérdida de masa en gramos. La validación de datos se realiza estadísticamente mediante análisis de variación ANOVA haciendo uso del software Minitab, y concluyendo que la recuperación

de piezas mediante soldadura SMAW haciendo uso del revestimiento duro E-83.58, resulta ser una buena alternativa de solución y que su optimización depende de los parámetros operacionales (amperaje y voltaje) empleados en cada uno de los procesos de recuperación mediante soldadura.

1.2. Antecedentes de la investigación

Luddey y Trujillos (2007), desarrollaron el artículo científico Recuperación de piezas de desgaste con recubrimientos protectores, en la universidad de Pereira con el objetivo de determinar las ventajas de los revestimientos en la recuperación de piezas desgastadas; concluyendo que estos alargan la vida útil de las piezas, reducen costos de mantenimiento, pérdidas de tiempo y ahorro de energía debido a la mayor eficiencia en servicio de las piezas recuperadas.

Además que la aplicación de recubrimientos duros mediante soldadura son una buena opción para recuperar piezas desgastadas haciendo una selección de tipo de revestimiento según el tipo de desgaste que se presente.

Granizo (2010), desarrolla en trabajo de investigación La tribología sus aplicaciones en la industria donde concluye que el fenómeno del desgate y sistemas tribológicos depende de las propiedades metalúrgicas y composición química de los materiales y la metodología del proceso para realizar el análisis, que sirven para determinar el incremento de la vida útil de las piezas en las máquinas.

Ferreira, Pereira, Maranho y da Silva (2015), realizaron la investigación Resistencia al desgaste de materiales de las orugas recuperadas de tractores después del proceso de recuperación, en la Universidad Tecnológica Federal de Paraná con la finalidad de proponer la recuperación de las orugas de un tractor bulldozer desgastadas mediante soldadura, abordando un análisis comparativo entre la resistencia al desgaste de una oruga original y dos orugas recuperadas; en el primer proceso de recuperación emplearon la aplicación de un postizo en la zonas desgastadas y en el segundo emplearon la recuperación mediante un revestimiento duro en las zonas desgastadas, ambas probetas fueron sometidas a ensayos de desgate tipo rueda de caucho y chorro de arena seca(ASTM G 65-04), obteniendo como mejor alternativa el segundo proceso(recuperación mediante revestimiento duro en zonas

desgastadas) debido a que en comparación con la oruga original y el segundo proceso no presenta deformación plástica ni presencia de microsurcos como se evidencia en el segundo proceso (recuperación utilizando un postizo en las zonas desgastada) y la oruga original.
En dicho análisis se empleó el revestimiento mediante el electrodo E-83.58 mediante el proceso de soldadura SMAW.

López (1984), en su trabajo de investigación Recuperación y protección de piezas con soldadura desarrollado en la universidad nacional de ingeniería con el objetivo de determinar el desarrollo de la soldadura de recuperación de piezas en el Perú, concluyendo que la mayor concentración de éstas se encuentra en la ciudad de Lima, debido a la centralización de las industrias y talleres y en los cuales no existe una tecnificación en soldadura debido a la falta de técnicos especializados para realizar el correcto trabajo de recuperación y la poca importancia que se le da a la soldadura en el Perú.

1.3. Planteamiento del problema.

En los últimos años la recuperación de piezas mediante soldadura ha sido considerada una de las alternativas bastante eficiente debido al gran impacto económico con relación a la adquisición y reemplazo de una pieza nueva, sin embargo en la mayoría de los casos este tipo de trabajos se viene desarrollando de manera empírica sin considerar los parámetros operacionales para lograr la óptima integridad estructural y garantizar mejoras significativas en sus propiedades.

1.4. Formulación del problema.

¿Cuáles son los mejores parámetros operacionales para lograr una mayor resistencia al desgaste en zapatas de oruga recuperadas del tractor D7G-CAT utilizando revestimiento E-83.58 mediante proceso SMAW?

1.5. Formulación de la hipótesis.

La resistencia al desgaste en zapatas de oruga recuperadas del tractor D7G-CAT utilizando revestimiento E-83.58 mediante proceso SMAW depende de los parámetros operacionales (voltaje y amperaje) utilizados en el proceso de recuperación.

1.6. Justificación

Siendo conscientes del problema frecuente del desgaste abrasivo de las zapatas de un tractor de orugas y la preocupación de alargar la vida útil de las mismas mediante la recuperación por soldadura que en su mayoría se vienen desarrollando de manera empírica y sin ningún valor que garantice la confiabilidad del trabajo, el presente estudio se centra en determinar los mejores parámetros operacionales(voltaje y amperaje) que son valores claves para obtener una mejora en la integridad estructural y potenciar sus propiedades mecánicas de las zapatas recuperadas logrando incrementar la operatividad de la máquina reduciendo costos y aumentando la productividad en las empresas.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Determinar los mejores parámetros operacionales para lograr una mayor resistencia al desgaste en zapatas de oruga recuperadas del tractor D7G-CAT utilizando revestimiento E-83.58 mediante proceso SMAW.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar el metal base de las zapatas del tractor de orugas D7G-CAT.
- Establecer los parámetros operacionales de soldadura utilizados en el proceso de recuperación de piezas en zapatas del tractor de orugas D7G-CAT recuperadas.
- Preparar las probetas en el proceso de recuperación de piezas de acuerdo a la norma ASTM G65-04.
- Determinar la resistencia al desgaste de las zapatas del tractor oruga nuevas.
- Determinar la resistencia al desgaste de las zapatas del tractor oruga recuperadas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1.Materiales de estudio

3.1.1. Piezas de desgaste (zapatas) del tractor oruga D7G-CAT

Tienen como función soportar el peso de la maquina así como realizar el desplazamiento de la misma para realizar trabajos de movimiento de tierras en las diferentes actividades entre las cuales resalta la construcción vial y la extracción de minerales.

Para fines de investigación las zapatas se obtuvieron en donación por parte de la Municipalidad provincial de Hualgayoc-Bambamarca tras ser extraídas de una de las cadenas de un tractor de orugas D7G-CAT en mantenimiento.

3.1.2. Material de aporte de soldadura

Es aquel material que se utiliza para la realización de un cordón de soldadura de buena calidad y donde distinguimos, por un lado, el núcleo del electrodo y el revestimiento, y por otro lado, la varilla de aporte y los fundentes, estos los usaremos en función del tipo de soldadura que vayamos a realizar.

3.1.2.1. Material de relleno (dúctil)

Es un electrodo E-308-L que nos permite garantizar la buena unión entre el material base y el revestimiento duro. En la tabla 1 y tabla 2, se detalla su composición química y propiedades mecánicas de dicho material.

Tabla 1.

Composición química del electro E-308-L

%C	%Mn	%si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Mo
0.02	0.63	0.76	0.025	0.008	18.7	10	0.18

Fuente: Catálogo de soldadura indura.

Tabla 2.

Propiedades mecánicas del electrodo E-308-L

Características típicas del electrodo E-308L	
Resistencia a la Tracción	560 Mpa
Agrietamiento en 50 mm	41%

Fuente: Catálogo de soldadura indura.

3.1.2.2. Material de revestimiento. Es un electrodo E-83.58 de revestimiento duro que por su composición química ofrece considerable resistencia al desgaste.

Tabla 3.

Composición química del electro E-308-L

%C	**%Mn**	**%si**	**%Cr**	**%Mo**
0.60	0.70	0.60	18,7	0.50

Fuente: (Ferreyra et al., 2015).

3.2. Material de aporte

- Cal
- Materiales para fotografía
- Material de impresión
- Lijas de agua Nº 80,100,200,400,600,800,1000,1200 para desbaste y pulido
- Trapo industrial

3. 3. Equipos o instrumentos.

- Equipo para ensayo de desgaste abrasivo
- Equipo para oxicorte
- Equipo de soldadura SMAW
- Rectificadora CNC
- Balanza digital
- Esmeril
- Cámara fotográfica
- Cronómetro
- Pinza amperimétrica
- Laptop
- Memoria USB

3 .4. Instalaciones

Laboratorio de Materiales de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L. Ubicado en Cal. Mz D Lt24 As As Virgen de Mza. Mz Lote. Lt24, urbanización Virgen del Carmen, San Martin de Porres Lima - Perú.

3.5. Metodología

3.5.1. Modelo Experimental.

Se busca estudiar el efecto que tienen los tratamientos en un solo factor que quieren compararse. La respuesta observada a cada uno de estos tratamientos es una variable aleatoria la cual se utilizó el diseño unifactorial (**Montgomery, 2004)**, con un tamaño de cinco tratamientos y seis réplicas, en un total de 30 pruebas.

Tabla 4.
Modelo experimental unifactorial

Tratamientos	**Réplicas**					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
a_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	a_{16}
a_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	a_{25}	a_{26}
a_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}	a_{35}	a_{36}
a_4	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}	a_{45}	a_{46}
a_5	a_{51}	a_{52}	a_{53}	a_{54}	a_{55}	a_{56}

$$N = a * r$$

$a = 5$ Tratamientos.

$r = 6$ $\boldsymbol{Replícas}$.

$N = 5 * 6 = 30$ Pruebas experimentales.

3.5.1.1.Selección de Variables:

a) Variables independientes. (Amperaje y voltaje). Con sus 5 tratamientos respectivamente de acuerdo a las especificaciones técnicas del diámetro del electrodo con recubrimiento.

Tabla 5.

Niveles y descripción de variables independientes

Tratamientos	**Descripción**
$\boldsymbol{a_1}$	120 A
	21.7 V
$\boldsymbol{a_2}$	125 A
	19.2
$\boldsymbol{a_3}$	130 A
	17.8 V
$\boldsymbol{a_4}$	140 A
	14.1 V
$\boldsymbol{a_5}$	Original

Fuente: elaboración propia.

b) Variable dependiente.

- Resistencia al desgaste abrasivo.

3.6. Procedimiento experimental

3.6.1. Zapata de tractor de orugas D7G- CAT (metal base) Para las dimensiones se tomó en cuenta básicamente, el número de probetas que se necesitaran para las pruebas correspondientes.

1. Se tomó como muestras 2 zapatas desgastadas del tractor de orugas D7G-CAT.
2. Se determinó la zona más regular posible, del componente, para su extracción, midiéndolo.
3. Se marcó con tiza de color las dimensiones de las probetas a extraer de las zapatas desgastadas del tractor de orugas D7G- CAT.
4. Se obtuvo las probetas mediante proceso de oxicorte. Luego de la cual fueron sumergidas en el depósito de cal para asegurar enfriamiento lento.
5. Se limpió la superficie de las probetas, para su respectivo maquinado (esto siempre y cuando se compruebe que las probetas están totalmente frías).
6. Se hizo el rectificado de las probetas para rebajar la rugosidad de la zona cortada.

3.6.2. Proceso de Soldadura.

1. Se realizó la respectiva limpieza superficial (eliminar óxido, grasa y polvo) de las probetas antes de todo depósito de recubrimiento duro.
2. Se soldaron soportes metálicos (planchas) para prevenir futuras deformaciones de las probetas debido al proceso de soldeo.
3. Se depositó el primer cordón aplicando capas intermedias (relleno), en seis pases longitudinales con electrodo E-308-L, diámetro de 3,25mm, su composición química se muestra en la tabla1.
4. La capa de relleno fue aplicada mediante el proceso SMAW, para garantizar la buena unión entre en elemento base y el revestimiento duro.
5. Se enfriaron lentamente las probetas soldadas en el depósito de cal, hasta la temperatura ambiente.
6. Se hizo remoción y limpieza de las probetas utilizando una lijadora rotativa.
7. Se depositó el segundo cordón de soldadura para revestimiento de las probetas

utilizando el electrodo E-83.58, diámetro de 3.25mm, su composición química se muestra en la tabla 3, llegando a tener un espesor de 18 mm aproximadamente.

3.6.3. Obtención de Probetas.

1. Se maquinaron las probetas mediante fresado para obtener las dimensiones según norma ASTM G-65, considerando tolerancias para el rectificado final y la rugosidad normalizada para ensayo de resistencia la desgaste abrasivo.
2. Se obtuvieron 30 probetas de las zapatas extraídas de la cadena del tractor de oruga D7G-CAT en total (24 para los recubrimientos en estudio y 6 para el material base).
3. Una vez obtenidas las 30 probetas, se procedió a darles las medidas finales: 76,2 x 25,4 x 12,7 mm, según norma ASTM G-65.
4. Se llevó a la rectificadora para darle la rugosidad a cada una de las 30 Probetas, en la cara donde estará en contacto en la rueda de caucho. La superficie de la probeta deberá ser plana con una rugosidad de 0.125 mm como máximo.
5. Probetas listas para respectivos ensayos.

3.6.4. Preparación de la arena (Granulometría según norma ASTM-G65)

1. Se tamizó la arena a mallas 50 y 70 mm.
2. Se lavó la arena, por varias veces.
3. Se retiró el exceso de agua con la ayuda de un sifón, repitiendo el proceso varias veces hasta que la arena asentada quedó sin impurezas.
4. Eliminado las impurezas, se procedió al secado con la ayuda de un soplete, de flama para extraer la humedad, por evaporación.
5. Se retiró los granos excesivamente grandes de arena y las impurezas del almacenamiento (pelusas, astillas, etc.), se pasó por un tamiz de 0.71 mm.

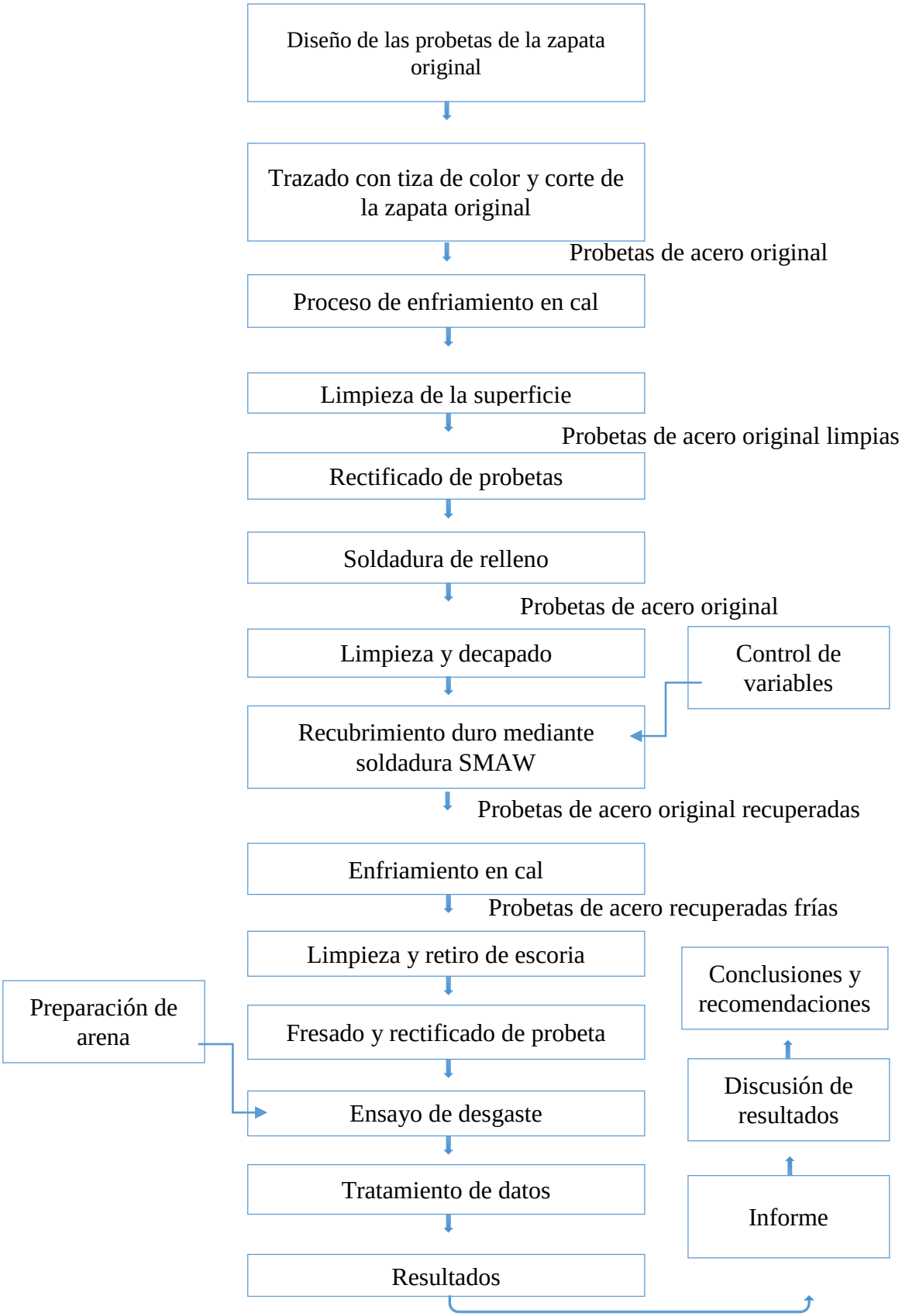
3.6.5. Procedimiento de Ensayo.

Procedimiento de Ensayo para la determinación de la Resistencia a la Abrasión de Bajo esfuerzo por el método de Arena Seca y Rueda de Caucho.

1. Se secó el abrasivo (arena) aproximadamente 100° C durante una hora antes del ensayo.

2. Se procedió a lijar la probeta eliminándose toda partícula extraña.
3. Se pesó la probeta con una precisión de 0.001gramos.
4. Se aseguró la probeta al extremo de la palanca por medio de sus mordazas.
5. Se colocaron las pesas necesarias para el procedimiento. (Ver anexo 02).
6. Se encendió el dispositivo.
7. Se abrió el flujo másico de arena obteniéndose un flujo uniforme del abrasivo, durante un minuto y se anotó en la hoja de datos (ver anexo 02).
8. Se midió las revoluciones del motor directamente a través del eje motriz, y se anotó en la hoja de datos (ver anexo 02).
9. Se dejó evolucionar el ensayo.
10. Se apagó el dispositivo.
11. Se midió el flujo másico de arena, antes de cerrarlo y se promedió junto con la al inicio de comenzar el ensayo, anotando en tabla de datos (ver anexo 02).
12. Se desmonto la probeta.
13. Se verifico la uniformidad de la huella (ver anexo 02)
14. Se tuvo en cuenta que no se podía comenzar otra prueba hasta que el recubrimiento de caucho adquiera nuevamente la temperatura ambiente.
15. Se pesó la probeta con una precisión de 0.001 gramos y posterior análisis.

3.6.5. Diagrama del procedimiento experimental



IV. RESULTADOS

- El material base de las zapatas del tractor de orugas está fabricada en acero AISI 5140, laminada y templada (Ferreyra et al., 2015). Y su composición química se muestra en la tabla 6.

Tabla 6.
Composición química del metal base, Acero AISI 5140.

%C	%Mn	%Cr	%Mo	%si	%P Max	%S Max
0.38-0.43	0.70-0.90	0.70-0.90	0.13	0.20-0.35	0.040	0.040

Fuente: Tabla de aceros SAE y AISI.

- Los parámetros operacionales, se obtuvieron según las opciones de regulación en las máquinas de soldar HOBART TRC-300 y SOLANDINAS TRC-230 tomando en cuenta el rango establecido por el catalogo del fabricante para el electrodo E-83.58, sus parámetros utilizados y su composición química se muestra en la tabla 7y 8.

Tabla 7.
Parámetros utilizados en el proceso de soldadura SMAW.

Código del electrodo	**Diámetro**	**Corriente**	**Tensión**	**Velocidad**	**Aporte calorífico**
E-83.58	3.2x355 mm	110-140A	19-21V	137	0.83-0.92

Fuente: catalogo ESAB

Tabla 8.
Composición química del electrodo E-83.58.

%C	**%Mn**	**%si**	**%Cr**	**%Mo**
0.60	0.70	0.60	18,7	0.50

Fuente: (Ferreyra et al., 2015).

- Se obtuvieron veinticuatro probetas con revestimiento de recuperación mediante soldadura y seis probetas del material base , las que tras realizar el trabajo de rectificado y lijado cumplen con las medidas finales: 76,2 x 25,4 x 12,7 mm, según

norma ASTMG-65.

- Los resultados de la resistencia al desgaste de las zapatas del tractor oruga nuevas. Luego de realizar ensayo de desgaste abrasivo se muestran en la tabla 9.

Tabla 9.

Resultados de pieza original

Nivel de amperaje y voltaje aplicado	**Réplicas**	**Peso antes de someter al ensayo (g)**	**Peso después de realizar el ensayo (g)**	**Masa perdida por probeta (g)**	**Promedio de la masa perdida (g)**
ORIGINAL	**1**	201.7057	199.9022	1.8035	1.7776
	2	201.7054	199.9028	1.8026	
	3	202.8562	201.0653	1.7909	
	4	202.8554	201.0941	1.7613	
	5	201.9014	200.0971	1.8043	
	6	201.7045	200.0014	1.7031	

Muestras obtenidas sin aplicar ningún proceso de recuperación.

- Los resultados obtenidos tras someter las probetas recuperadas mediante soldadura SMAW utilizando el electrodo de revestimiento E-83.58 al ensayo de desgate abrasivo en la máquina de rueda de caucho y chorro de arena seca según norma ASTM G65-04 se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 10.

Resultados de Pieza Recuperada a 120A y 21.7V

Nivel de amperaje y voltaje aplicado	Réplicas	Peso antes de someter al ensayo (g)	Peso después de realizar el ensayo (g)	Masa perdida por probeta (g)	Promedio de la masa perdida (g)
A 120A y 21.7 V	1	164.1295	162.7488	1.3807	1.3243
	2	156.679	155.397	1.282	
	3	167.7345	166.3765	1.358	
	4	154.1927	152.8641	1.3286	
	5	182.2453	180.9371	1.3082	
	6	151.5147	150.2264	1.2883	

A la falta de un marcador de voltaje en las máquinas de soldar utilizadas, éste se obtuvo de la diferencia del voltaje que llega al taller de soldadura (223) y el del alimentador de la máquina de soldar tomado en el momento que se realiza el proceso.

Tabla 11.

Resultados de pieza recuperada a 125A y 19.2V

Nivel de amperaje y voltaje aplicado	Réplicas	Peso antes de someter al ensayo (g)	Peso después de realizar el ensayo (g)	Masa perdida por probeta (g)	Promedio de la masa perdida (g)
A 125A y 19.2V	1	175.0555	174.289	0.7665	0.7583
	2	175.1801	174.4619	0.7182	
	3	176.2671	175.5247	0.7424	
	4	179.703	178.9031	0.7999	
	5	173.5452	172.7563	0.7889	
	6	157.2315	156.4978	0.7337	

A la falta de un marcador de voltaje en las máquinas de soldar utilizadas, éste se obtuvo de la diferencia del voltaje que llega al taller de soldadura (223) y el del alimentador de la máquina de soldar tomado en el momento que se realiza el proceso.

Tabla 12.

Resultados de pieza recuperada a 130A y 17.8V

Nivel de amperaje y voltaje aplicado	Réplicas	Peso antes de someter al ensayo (g)	Peso después de realizar el ensayo (g)	Masa perdida por probeta (g)	Promedio de la masa perdida (g)
A 130A y 17.8V	1	183.6844	182.591	1.0934	1.0819
	2	159.8338	158.7625	1.0713	
	3	183.4266	182.3486	1.078	
	4	181.4197	180.3199	1.0998	
	5	174.8379	173.7769	1.061	
	6	164.2157	163.1281	1.0876	

A la falta de un marcador de voltaje en las máquinas de soldar utilizadas, éste se obtuvo de la diferencia del voltaje que llega al taller de soldadura (223) y el del alimentador de la máquina de soldar tomado en el momento que se realiza el proceso.

Tabla 13

Resultados de pieza recuperada a 140A y 14.1V

Nivel de amperaje y voltaje aplicado	Réplicas	Peso antes de someter al ensayo (g)	Peso después de realizar el ensayo (g)	Masa perdida por probeta (g)	Promedio de la masa perdida (g)
A 140A y 14.1V	1	181.1663	179.7517	1.4146	1.3974
	2	150.7116	149.3371	1.3745	
	3	159.0562	157.6531	1.4031	
	4	179.8057	178.3362	1.4695	
	5	163.1037	161.7321	1.3716	
	6	164.9791	163.6278	1.3513	

A la falta de un marcador de voltaje en las máquinas de soldar utilizadas, éste se obtuvo de la diferencia del voltaje que llega al taller de soldadura (223) y el del alimentador de la máquina de soldar tomado en el momento que se realiza el proceso.

4.1. Validación estadística de datos mediante ANOVA

$$Si, P > (\alpha = significancia) = H0$$

$Si, P < (\alpha = significancia) = H1$

Donde:

$H_0(hipotesis\ nula) = \mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D = \mu$

$H_A(hipotesis\ alterna) = \mu_i \neq \mu_j\ para\ algun\ i \neq j$

4.1.1 Validación estadística para probetas recuperadas.

Se hace uso del programa Minitab para la obtención de datos: comparando cada uno de los resultados evaluados de acuerdo a la pérdida de masa en gramos tras ser sometidos al ensayo de desgaste en la máquina de rueda de caucho y chorro de arena seca.

Tabla 14.

Resultado del análisis de probetas a diferentes parámetros operacionales

	A 120A y 21.7V	**A 125A y 19.2V**	**A 130A y 17.8V**	**A 140A y 14.1V**
1	1.3807 g	0.7665 g	1.0934 g	1.4146 g
2	1.282 g	0.7182 g	1.0713 g	1.3745g
3	1.358 g	0.7424 g	1.078 g	1.4031 g
4	1.3286 g	0.7999 g	1.0998 g	1.4695 g
5	1.3082 g	0.7889 g	1.061 g	1.3716 g
6	1.2883 g	0.7337 g	1.0876 g	1.3513 g

$Asumiendo\ un\ nivel\ de\ significancia\ de\ \alpha = 0.05$

$Si, P > (\alpha = significancia) = H0$

Del resultado se obtuvo.

$P = 0.000$

$\rightarrow 0.000 < 0.05, obteniendo\ una\ hipotesis\ alterna.$

ANOVA unidireccional: 120A, 125A, 130A, 140A

```
Método

Hipótesis nula          Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna       Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia  α = 0.05

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.
Información del factor
```

```
Factor  Niveles  Valores
Factor        4  120A, 125A, 130A, 140A

Análisis de Varianza

Fuente  GL  SC Sec.  Contribución  SC Ajust.  MC Ajust.  Valor F  Valor p
Factor   3  1.49604        98.50%    1.49604   0.498679   437.99    0.000
Error   20  0.02277         1.50%    0.02277   0.001139
Total   23  1.51881       100.00%

Resumen del modelo
                      R-cuad.             R-cuad.
        S  R-cuad.  (ajustado)      PRESS   (pred)
0.0337426   98.50%      98.28%  0.0327906   97.84%

Medias
Factor  N    Media  Desv.Est.       IC de 95%
120A    6   1.3243     0.0392  ( 1.2956,  1.3530)
125A    6   0.7583     0.0322  ( 0.7295,  0.7870)
130A    6  1.08185    0.01449  (1.05312, 1.11058)
140A    6   1.3974     0.0421  ( 1.3687,  1.4262)

Desv.Est. agrupada = 0.0337426
```

Comparaciones múltiples con el mejor (MCB) de HSU

```
Pruebas simultáneas de Hsu para la media de nivel - la menor de las medias de
otros niveles
             Diferencia
Diferencia       de las       EE de                                Valor p
de niveles       medias  diferencia      IC de 95%      Valor T  ajustado
120A - 125A      0.5660      0.0195  ( 0.0000, 0.6087)    29.06     0.000
125A - 130A     -0.3236      0.0195  (-0.3663, 0.0000)   -16.61     0.000
130A - 125A      0.3236      0.0195  ( 0.0000, 0.3663)    16.61     0.000
140A - 125A      0.6392      0.0195  ( 0.0000, 0.6819)    32.81     0.000

Nivel de confianza individual = 95.97%
```

Figura 1. IC de 95% simultáneas de Hsu (probetas recuperadas)

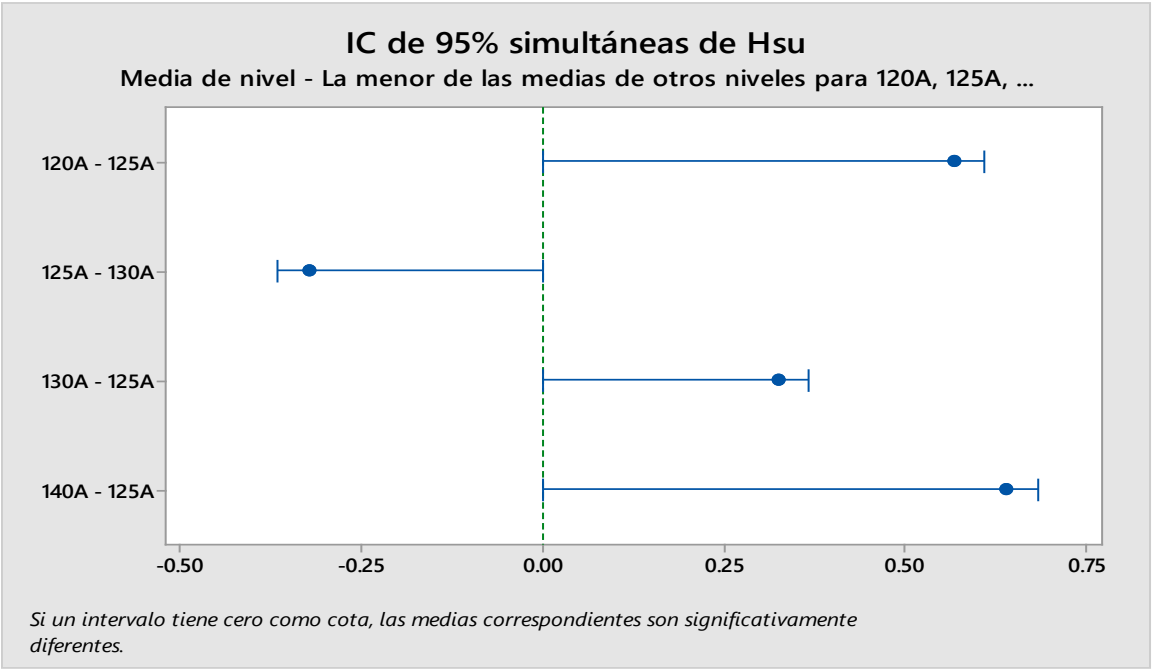


Figura 2. Gráfica de intervalos de 120A, 125A, 130A y 140A.

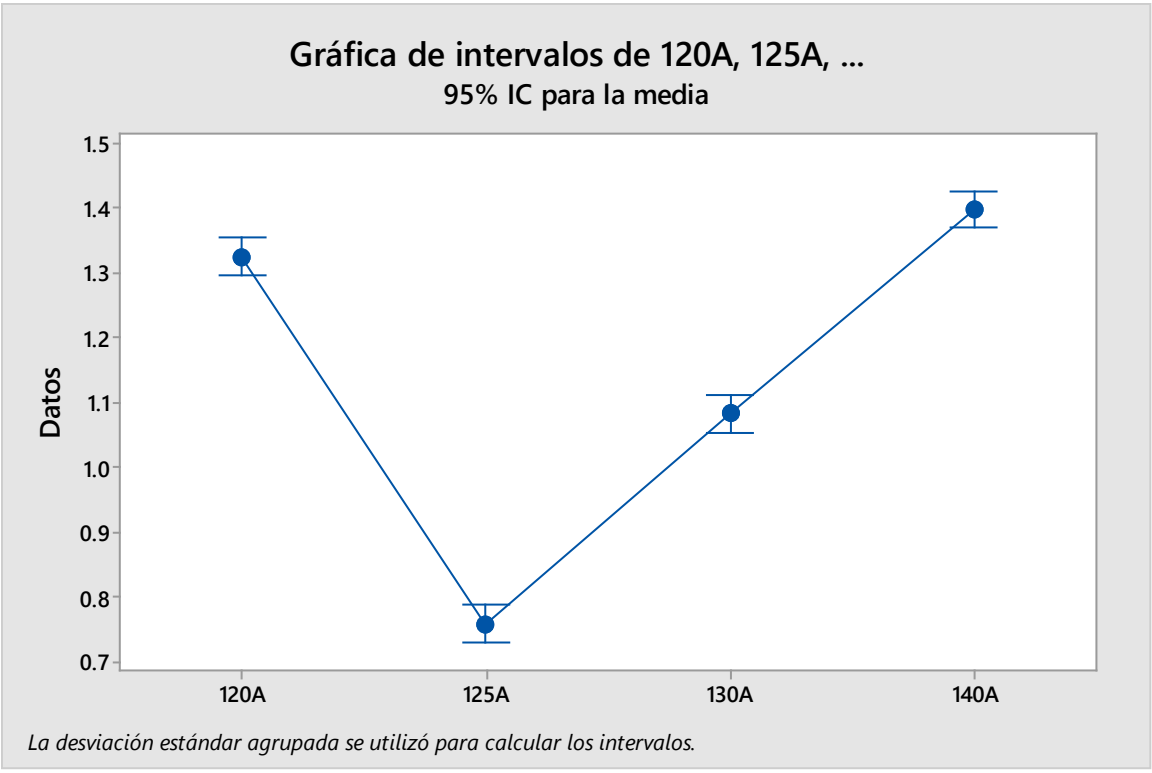


Figura 3. Gráfica de valores individuales de 120A, 125A, 130A y 140A

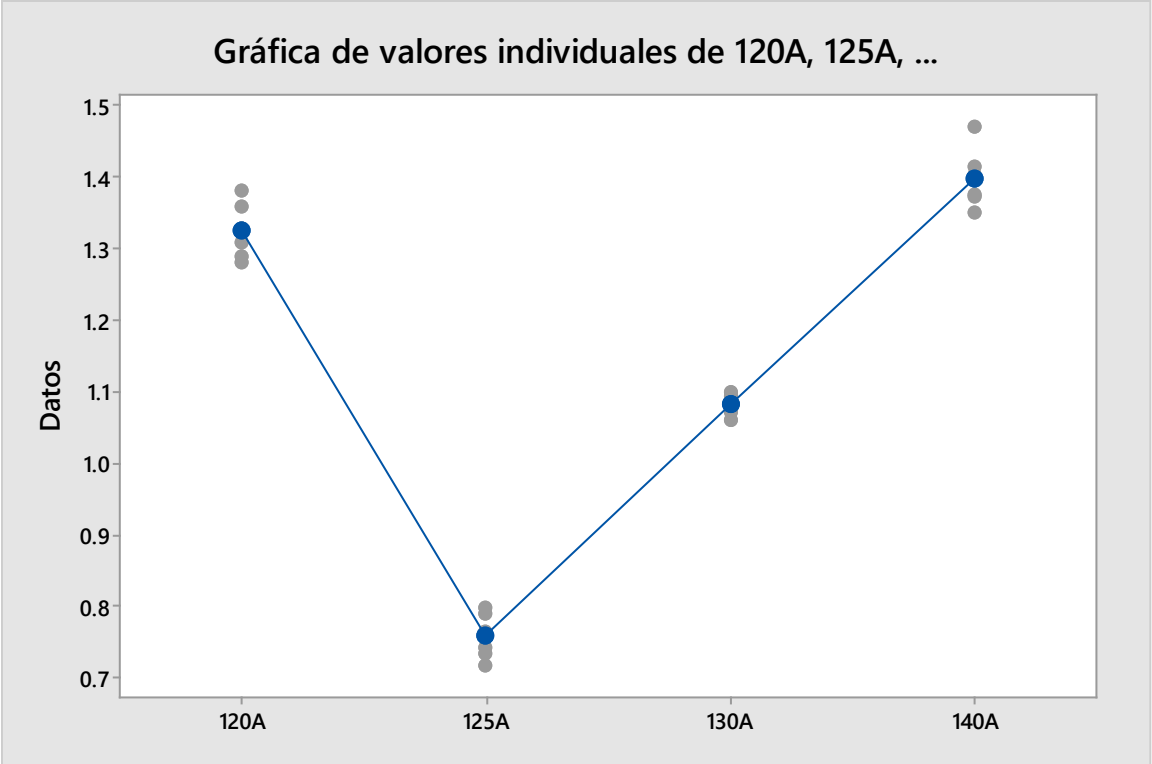


Figura 4. Gráfica de caja de 120A, 125A, 130A y 140A

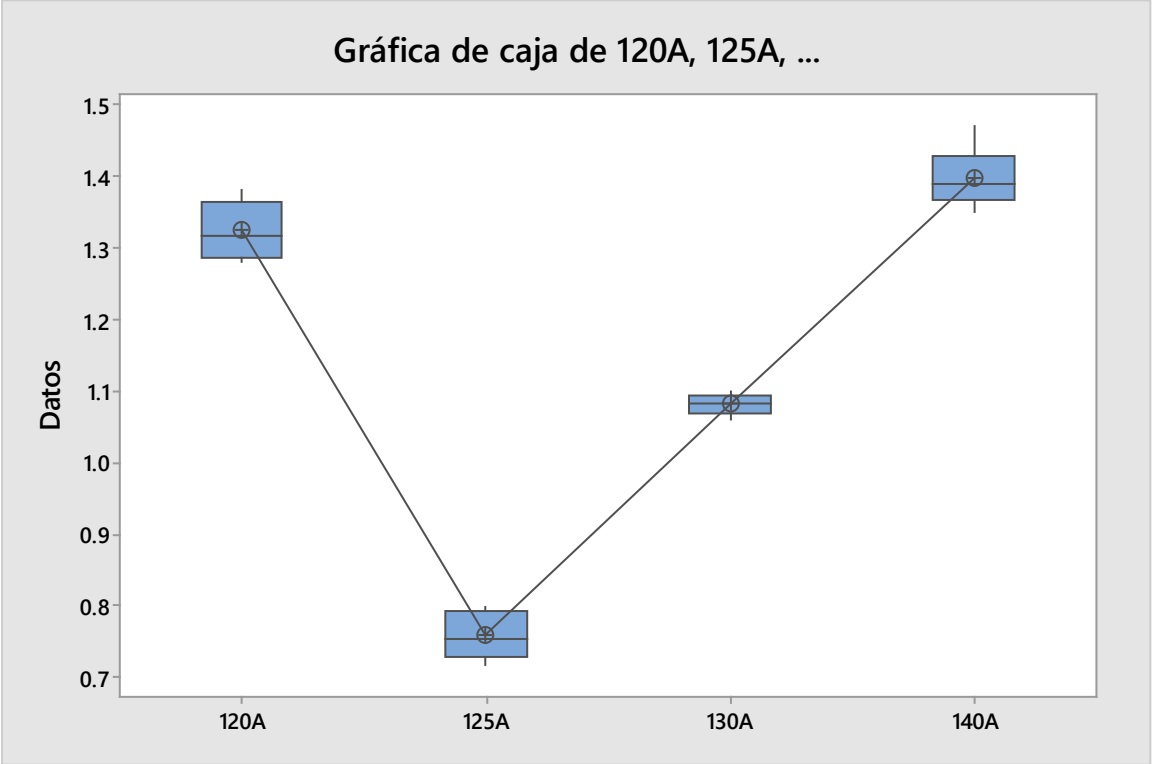
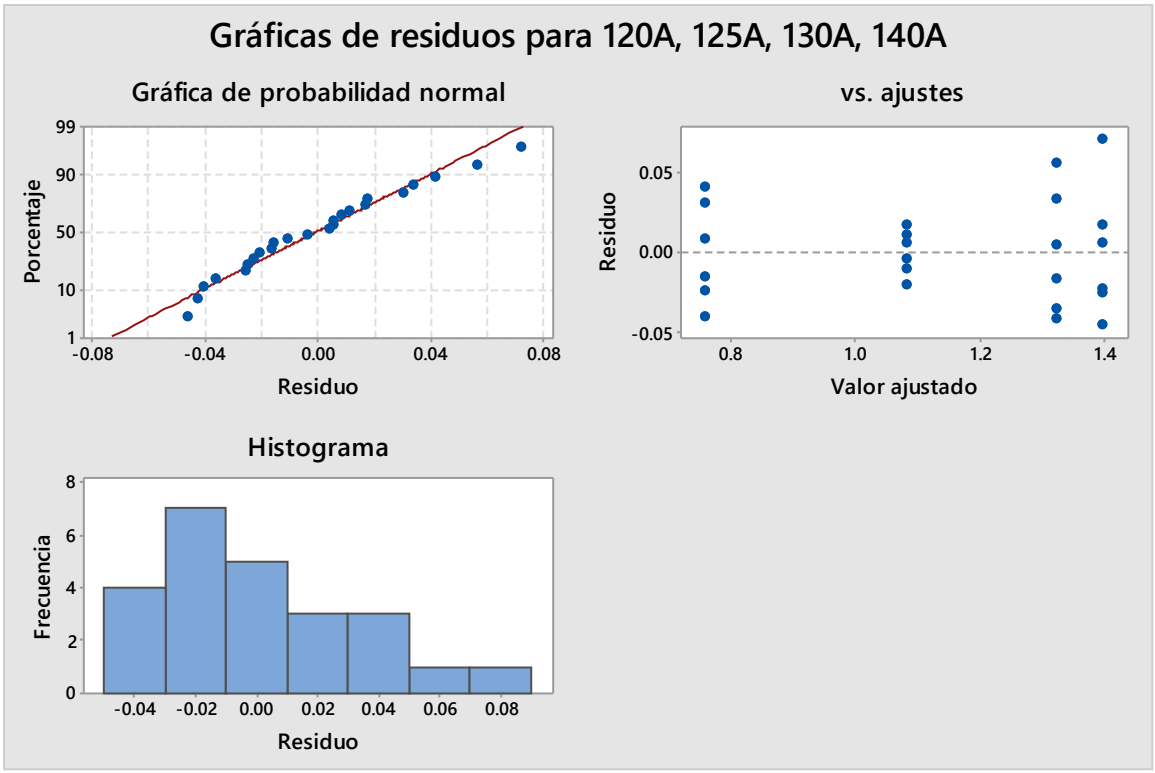


Figura 5. Gráficas de residuos para 120A, 125A, 130A, 140A


Gráficas de residuos para 120A, 125A, 130A, 140A
Gráfica de probabilidad normal
Porcentaje
99
90
50
10
1
-0.08
-0.04
0.00
0.04
0.08
Residuo
vs. ajustes
Residuo
0.05
0.00
-0.05
0.8
1.0
1.2
1.4
Valor ajustado
Histograma
Frecuencia
8
6
4
2
0
-0.04
-0.02
0.00
0.02
0.04
0.06
0.08
Residuo

V. DISCUSIÓN

Para definir la resistencia al desgaste las probetas fueron sometidas al ensayo de desgate abrasivo haciendo uso de la máquina de rueda de caucho y chorro de arena seca según lo establecido en la norma AST G65-04, obteniendo resultados que varían de acuerdo al tipo de parámetros operacionales aplicados en el proceso de recuperación mediante soldadura SMAW, los mismos que son validados estadísticamente mediante el análisis de varianza ANOVA, haciendo uso del software Minitab.

Optar por el proceso de recuperación de piezas desgastadas resulta ser una muy buena alternativa para alargar la vida útil de las piezas de desgaste, de acuerdo a las investigaciones realizadas por luddey y Trujillos en el año 2007 donde desarrollaron el artículo científico Recuperación de piezas de desgaste con recubrimientos protectores, en la universidad de Pereira concluyen que la aplicación de recubrimientos duros mediante soldadura es una buena opción para recuperar piezas desgastadas haciendo una selección de tipo de revestimiento según el desgaste que se presente; en tanto: Ferreira, Pereira, Maranho y da Silva en el artículo científico Resistencia al desgaste de materiales de las orugas recuperadas de tractores después del proceso de recuperación, desarrollada en la Universidad Tecnológica Federal de Paraná en el año 2015 abordan un análisis comparativo entre la resistencia al desgaste de una oruga original y dos orugas recuperadas empleando dos procesos de recuperación el primero haciendo uso de un postizo en la zonas desgastadas y en el segundo empleando la recuperación mediante un revestimiento duro en las zonas desgastadas, concluyeron como mejor alternativa el segundo proceso(recuperación mediante revestimiento duro en zonas desgastadas); pero que en ambos trabajos no abordan el tema de cuáles son los parámetros operacionales que garanticen la optimización de las piezas recuperadas y que se sigue dejando un gran problema por resolver debido a que la mayoría de talleres no cuentan con una tecnificación en soldadura debido a la falta de técnicos especializados para realizar el correcto trabajo de recuperación tal como lo menciona López en su trabajo de investigación Recuperación y protección de piezas con soldadura desarrolla

do en la Universidad Nacional de Ingeniería con el objetivo de determinar el desarrollo de la soldadura de recuperación de piezas en el Perú. Por lo tanto es de gran importancia contar con la determinación de los mejores parámetros operacionales para que tanto en el área de mantenimiento de maquinaria pesada de grandes y pequeñas empresas así como de talleres evocados al rubro de recuperación de piezas mediante soldadura, puedan garantizar la eficiencia y la confiabilidad de su trabajo.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- El metal base de las zapatas del tractor de orugas D7G-CAT es un acero aleado AISI 5140 con una composición química de C,Mn,P,S,Si y Cr.
- Los parámetros establecidos para el proceso de recuperación, son 120A y 21.7V, 125A y 19.2V, 130A y 17.8V, 140A y 14.1V; tomando como base los rangos determinados en catálogos del fabricante y la opciones de regulación en las máquinas de soldar utilizadas.
- Las probetas preparadas tras realizar el proceso de recuperación y las extraídas originalmente del metal base cumplen con las dimensiones y especificaciones de la norma AST G65-04.
- Las probetas del metal base sometidas al ensayo de desgaste en la máquina de rueda de caucho y chorro de arena seca tienen un promedio de desgate en gramos de 1.7776.
- Las probetas recuperadas mediante soldadura SMAW y utilizando el recubrimiento duro E-83.58 a 120A y 21.7V, 125A y 19.2V, 130A y 17.8V, 140A y 14.1V, sometidas al ensayo de desgaste abrasivo en la máquina de rueda de caucho y chorro de arena seca tienen como promedio de desgaste en gramos de 1.3243, 0.7583, 1.0819, y 1.3974 respectivamente.
- Se logró determinar los mejores parámetros operacionales después de avaluar cuatro análisis comparativos y con una repetición de seis veces cada uno, dando como mejor resultado las probetas obtenidas bajo recuperación con soldadura SMAW utilizando revestimiento duro E-83.58 a una corriente de 125 amperios y una tensión de 19.2 voltios.

6.2. RECOMENDACIONES

- Determinar la influencia del número de capas depositadas con respecto a la resistencia al desgaste abrasivo.
- Determinar la dureza y microestructura del material recuperado bajo diferentes parámetros operacionales para complementar el presente estudio.
- Bajo los parámetros utilizados determinar la vida útil de las piezas recuperadas

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cruz, Socha. (2015). Análisis de la resistencia al desgaste abrasivo de un acero AISI-SAE 1020 templado a una temperatura de 800°c y revenido a diferentes temperaturas. Universidad distrital francisco josé de caldos, Colombia.

Ferreira, Pereira, Maranho y da Silva. (2015).resistencia al desgaste de materiales de las orugas de tractores después del proceso de recuperación. Revista materia, V.20 N.01, pp.8 - 22.

Guarniz, Rodríguez. (2008).Efecto del tipo de recubrimiento duro aplicado mediante proceso FACW en el acero de baja aleación DH3 (AISI 5130), respecto a su resistencia al desgaste abrasivo, dureza y microestructuras de las puntas del cargador frontal 994D en las operaciones de la industria minera. Universidad nacional de Trujillo, Trujillo-Perú.

Gutiérrez, Vora. (Segunda edición). (2008). Análisis y diseño de experimento.Mexico.Mc Graw – Hill.

Garavito. (Primera edición). (2008). Curso de proceso de manufactura.Colombia.Laboratorios de producción.

Granizo. (2010).la tribología y sus aplicaciones en la industria. Industria. Recuperado de http://www.wtc2009jp.

Moran. (2016).Manufactura, recuperación y refuerzo de herramientas de corte para maquinaria pesada en ecuador. Escuela politécnica nacional, ecuador.

Ludeley, Trujillos. (2007). Recuperación de piezas desgastadas con recubrimientos protectores. Universidad tecnológica de Pereira.ISSN0122 – 1701.

Pertuz, Ramos, Borja y Nuñez. (2007).recubrimientos duros: alternativa de solución en piezas afectadas por el desgaste.redalyc.org, vol5.num1, pp.69 – 77.

Bresler, L. (1990), “Diseño de estructuras de acero”. Edit. Limusa.

SEXTESA S.A, “Manual de soldadura”, oerlikon, Perú. 1995.

SISA, “tabla de aceros SAE – AISIA”. www.acerosisa.com.mx.

INDURA, “electrodo para aceros inoxidables”,sertec@cryogas.com.co.

ZUM GAHR, K.-H. (1987). “Microstructure and wear of materials”, Elsevier, The Netherlands.

Norma Técnica ASTM G-65/00. Standard Test Method for Measuring Abrasion Using the Dry Sand/Rubber Wheel Apparatus, American Society for Testing and Materials 2000.

Montgomery. (2004). Diseño y Análisis de Experimentos. Mexico: Limusa S.A.

Manual de soldadura e catálogos de productos. Obtenido en www.soldexa.com.pe.

VIII. ANEXOS

ANEXO 01. PANEL FOTOGRÁFICO EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Máquina de soldar	Proceso de soldeo de probetas
	
Probetas revestidas	Esmerilado de probetas
	

Rueda de caucho



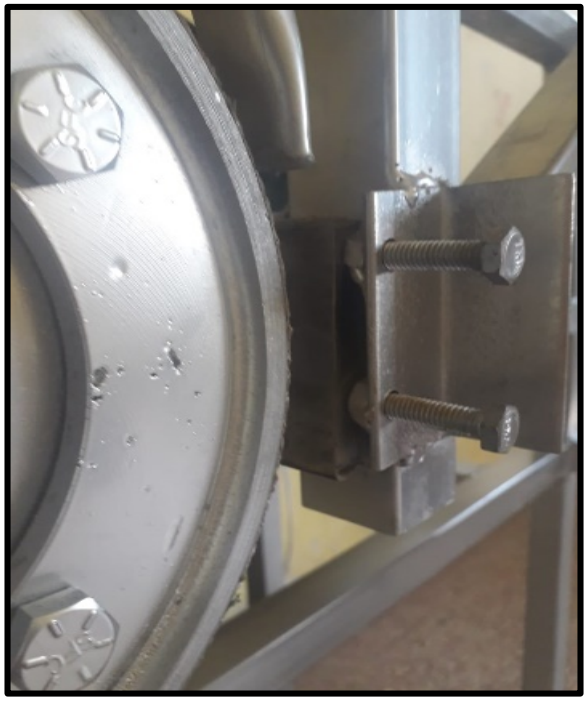
Tolva de abrasivo



Chorro de arena seca



Fijado de probetas



Probeta después del analisis



Balanza analitica



Pinza amperimétrica



ANEXO 02. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LOS MATERIALES OBTENIDOS EN EL LABORATORIO.

(Cabe mencionar que los voltajes mostrados en las tablas de resultados corresponden al voltaje medido haciendo uso de una pinza amperimétrica a la entrada del alimentador de la máquina de soldar, esto debido a que las maquinas utilizadas no tiene rangos establecidos de voltaje.)

ENSAYO DE MATERIALES

Informe N°	: JR 2019 - 185
Fecha de Emisión	: 14/08/2019
Realizado por	: Tec. José L.Quispe M.
Revisado por	: Ing. Soledad Barzola S.
Certificado N°	: LEM - 01-05/185

PROYECTO : "EFECTO DE LOS PARÁMETROS OPERACIONALES DEL RECUBRIMIENTO E-83.58 RESPECTO A LA RESISTENCIA AL DESGASTE EN ZAPATAS DE ORUGA RECUPERADAS"

SOLICITANTE : - JAIME DÍAZ MONDRAGÓN
- NOLVER EDILBERTO YAJAHUANCA HUAMÁN

ASESOR : ING. LUIS MIGUEL LLANOS SANCHEZ

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

MATERIAL : ACERO AISI 5140

DIÁMETRO DE LA RUEDA : 8 Pulg.

ESPESOR DEL CAUCHO : 0.5 Pulg.

DUREZA DEL CAUCHO : 60 Shore A

PARÁMETROS OPERACIONALES	NÚMERO DE PRUEBA	CARGA DE PRUEBA (N)	ROTACIÓN (rpm)	CAUDAL ABRASIVO (g/min)	MASA INICIAL (g)	MASA FINAL (g)	DENSIDAD (g/cm^3)	PERDIDA DE VOLUMEN (mm^3)
MUESTRA: PATRÓN	1	45	173	330.7	201.7057	199.9022	12.96	139.1856
MUESTRA: PATRÓN	2	45	173	330.7	201.7054	199.9028	12.96	139.1162
MUESTRA: PATRÓN	3	45	173	330.7	202.8562	201.0653	12.96	138.2132
MUESTRA: PATRÓN	4	45	173	330.7	202.8554	201.0941	12.96	135.9288
MUESTRA: PATRÓN	5	45	173	330.7	201.9014	200.0971	12.96	139.2474
MUESTRA: PATRÓN	5	45	173	330.7	201.7045	200.0014	12.96	131.4372

Referencia:

ASTM G 65 a Ensayo de Desgaste Abrasivo en Seco

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

ENSAYO DE MATERIALES

Informe N°	: JR 2019 - 185
Fecha de Emisión	: 14/08/2019
Realizado por	: Tec. José L.Quispe M.
Revisado por	: Ing. Soledad Barzola S.
Certificado N°	: LEM - 02-05/185

PROYECTO : "EFECTO DE LOS PARÁMETROS OPERACIONALES DEL RECUBRIMIENTO E-83.58 RESPECTO A LA RESISTENCIA AL DESGASTE EN ZAPATAS DE ORUGA RECUPERADAS"

SOLICITANTE : - JAIME DÍAZ MONDRAGÓN
- NOLVER EDILBERTO YAJAHUANCA HUAMÁN

ASESOR : ING. LUIS MIGUEL LLANOS SANCHEZ

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

DIÁMETRO DE LA RUEDA : ACERO AISI 5140

DIAMETRO DE LA RUEDA : 8 Pulg.

ESPESOR DEL CAUCHO : 0.5 Pulg.

DUREZA DEL CAUCHO : 60 Shore A

PARÁMETROS OPERACIONALES	NÚMERO DE PRUEBA	CARGA DE PRUEBA (N)	ROTACIÓN (rpm)	CAUDAL ABRASIVO (g/min)	MASA INICIAL (g)	MASA FINAL (g)	DENSIDAD (g/cm^3)	PERDIDA DE VOLUMEN (mm^3)
MUESTRA: A 120A y 21.7V	1	45	173	330.7	164.1295	162.7488	12.96	106.5559
MUESTRA: A 120A y 21.7V	2	45	173	330.7	156.6790	155.3970	12.96	98.9387
MUESTRA: A 120A y 21.7V	3	45	173	330.7	167.7345	166.3765	12.96	104.8041
MUESTRA: A 120A y 21.7V	4	45	173	330.7	154.1927	152.8641	12.96	102.5351
MUESTRA: A 120A y 21.7V	5	45	173	330.7	182.2453	180.9371	12.96	100.9607
MUESTRA: A 120A y 21.7V	5	45	173	330.7	151.5147	150.2264	12.96	99.4249

Referencia:

ASTM G 65 a Ensayo de Desgaste Abrasivo en Seco

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67680

ENSAYO DE MATERIALES

Informe N°	: JR 2019 - 185
Fecha de Emisión	: 14/08/2019
Realizado por	: Tec. José L.Quispe M.
Revisado por	: Ing. Soledad Barzola S.
Certificado N°	: LEM - 03-05/185

PROYECTO : "EFECTO DE LOS PARÁMETROS OPERACIONALES DEL RECUBRIMIENTO E-83.58 RESPECTO A LA RESISTENCIA AL DESGASTE EN ZAPATAS DE ORUGA RECUPERADAS"

SOLICITANTE : - JAIME DÍAZ MONDRAGÓN
- NOLVER EDILBERTO YAJAHUANCA HUAMÁN

ASESOR : ING. LUIS MIGUEL LLANOS SANCHEZ

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

DIÁMETRO DE LA RUEDA : ACERO AISI 5140

DIAMETRO DE LA RUEDA : 8 Pulg.

ESPESOR DEL CAUCHO : 0.5 Pulg.

DUREZA DEL CAUCHO : 60 Shore A

PARÁMETROS OPERACIONALES	NÚMERO DE PRUEBA	CARGA DE PRUEBA (N)	ROTACIÓN (rpm)	CAUDAL ABRASIVO (g/min)	MASA INICIAL (g)	MASA FINAL (g)	DENSIDAD (g/cm^3)	PERDIDA DE VOLUMEN (mm^3)
MUESTRA: A 125A y 19.2V	1	45	173	330.7	175.0555	174.2890	12.96	59.1549
MUESTRA: A 125A y 19.2V	2	45	173	330.7	175.1801	174.4619	12.96	55.4273
MUESTRA: A 125A y 19.2V	3	45	173	330.7	176.2671	175.5247	12.96	57.2949
MUESTRA: A 125A y 19.2V	4	45	173	330.7	179.7030	178.9031	12.96	61.7325
MUESTRA: A 125A y 19.2V	5	45	173	330.7	173.5452	172.7563	12.96	60.8836
MUESTRA: A 125A y 19.2V	5	45	173	330.7	157.2315	156.4978	12.96	56.6235

Referencia:

ASTM G 65 a Ensayo de Desgaste Abrasivo en Seco

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67680

JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL
CALIDAD E INNOVACIÓN AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA

ENSAYO DE MATERIALES

Informe N°	: JR 2019 - 185
Fecha de Emisión	: 15/08/2019
Realizado por	: Tec. José L.Quispe M.
Revisado por	: Ing. Soledad Barzola S.
Certificado N°	: LEM - 04-05/185

PROYECTO : "EFECTO DE LOS PARÁMETROS OPERACIONALES DEL RECUBRIMIENTO E-83.58 RESPECTO A LA RESISTENCIA AL DESGASTE EN ZAPATAS DE ORUGA RECUPERADAS"

SOLICITANTE : - JAIME DÍAZ MONDRAGÓN
- NOLVER EDILBERTO YAJAHUANCA HUAMÁN

ASESOR : ING. LUIS MIGUEL LLANOS SANCHEZ

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

DIÁMETRO DE LA RUEDA : ACERO AISI 5140

DIAMETRO DE LA RUEDA : 8 Pulg.

ESPESOR DEL CAUCHO : 0.5 Pulg.

DUREZA DEL CAUCHO : 60 Shore A

PARÁMETROS OPERACIONALES	NÚMERO DE PRUEBA	CARGA DE PRUEBA (N)	ROTACIÓN (rpm)	CAUDAL ABRASIVO (g/min)	MASA INICIAL (g)	MASA FINAL (g)	DENSIDAD (g/cm^3)	PERDIDA DE VOLUMEN (mm^3)
MUESTRA: A 130A y 17.8V	1	45	173	330.7	183.6844	182.5910	12.96	84.3835
MUESTRA: A 130A y 17.8V	2	45	173	330.7	159.8338	158.7625	12.96	82.6779
MUESTRA: A 130A y 17.8V	3	45	173	330.7	183.4266	182.3486	12.96	83.1950
MUESTRA: A 130A y 17.8V	4	45	173	330.7	181.4197	180.3199	12.96	84.8774
MUESTRA: A 130A y 17.8V	5	45	173	330.7	174.8379	173.7769	12.96	81.8830
MUESTRA: A 130A y 17.8V	5	45	173	330.7	164.2157	163.1281	12.96	83.9359

Referencia:

ASTM G 65 a Ensayo de Desgaste Abrasivo en Seco

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL
CALIDAD E INNOVACIÓN AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA

ENSAYO DE MATERIALES

Informe N°	: JR 2019 - 185
Fecha de Emisión	: 15/08/2019
Realizado por	: Tec. José L.Quispe M.
Revisado por	: Ing. Soledad Barzola S.
Certificado N°	: LEM - 05-05/185

PROYECTO : "EFECTO DE LOS PARÁMETROS OPERACIONALES DEL RECUBRIMIENTO E-83.58 RESPECTO A LA RESISTENCIA AL DESGASTE EN ZAPATAS DE ORUGA RECUPERADAS"

SOLICITANTE : - JAIME DÍAZ MONDRAGÓN
- NOLVER EDILBERTO YAJAHUANCA HUAMÁN

ASESOR : ING. LUIS MIGUEL LLANOS SANCHEZ

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

DIÁMETRO DE LA RUEDA : ACERO AISI 5140

DIAMETRO DE LA RUEDA : 8 Pulg.

ESPESOR DEL CAUCHO : 0.5 Pulg.

DUREZA DEL CAUCHO : 60 Shore A

PARÁMETROS OPERACIONALES	NÚMERO DE PRUEBA	CARGA DE PRUEBA (N)	ROTACIÓN (rpm)	CAUDAL ABRASIVO (g/min)	MASA INICIAL (g)	MASA FINAL (g)	DENSIDAD (g/cm^3)	PERDIDA DE VOLUMEN (mm^3)
MUESTRA: A 140A y 14.1V	1	45	173	330.7	181.1663	179.7517	12.96	109.1722
MUESTRA: A 140A y 14.1V	2	45	173	330.7	150.7116	149.3371	12.96	106.0774
MUESTRA: A 140A y 14.1V	3	45	173	330.7	159.0562	157.6531	12.96	108.2847
MUESTRA: A 140A y 14.1V	4	45	173	330.7	179.8057	178.3362	12.96	113.4091
MUESTRA: A 140A y 14.1V	5	45	173	330.7	163.1037	161.7321	12.96	105.8536
MUESTRA: A 140A y 14.1V	5	45	173	330.7	164.9791	163.6278	12.96	104.2870

Referencia:

ASTM G 65 a Ensayo de Desgaste Abrasivo en Seco

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689