



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Sistema de soldadura automatizada para la mejora de la  
productividad del proceso de extracción de jugo de caña de  
azúcar**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
Bachiller en Ingeniería Industrial**

**AUTORES:**

Chinchayhuara Lopez, Gina Yrmet (ORCID: 0000-0001-7835-777X)

Leon Riche, Roxana Lisset (ORCID: 0000-0001-8033-0162)

Mendoza Amaya, Ricardo Bruno (ORCID: 0000-0003-2920-0391)

Ruiz Gallo, Eduardo Jorge Pedro (ORCID: 0000-0001-6662-2126)

**ASESOR:**

Mg. Soto Abanto, Segundo Eloy (ORCID: 0000-0003-1004-5520)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

TRUJILLO – PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

A Dios y nuestras familias, por estar con nosotros a cada instante.

## **Agradecimiento**

A nuestra alma mater, la Universidad César Vallejo, por brindarnos la oportunidad de estudiar, además de tener a docentes profesionales y altamente calificados, quienes compartieron con nosotros sus enseñanzas, conocimientos del ámbito profesional para lograr así enseñarnos a valorar y amar la carrera profesional de Ingeniería Industrial.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Resumen .....	vi
Abstract .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA .....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	9
3.2. Variables y operacionalización .....	9
3.3. Población, muestra y muestreo .....	9
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	10
3.5. Procedimientos .....	10
3.6. Método de análisis de datos .....	10
3.7. Aspectos éticos .....	11
IV. RESULTADOS.....	12
V. DISCUSIÓN .....	15
VI. CONCLUSIONES.....	18
VII. RECOMENDACIONES .....	19
REFERENCIAS .....	20
ANEXOS.....	23

## Índice de tablas

Tabla 1. Comparación de grupos en cuanto a la variable efectividad.....	12
Tabla 2. Comparación de grupos en cuanto a la variable eficiencia. ....	12
Tabla 3. Comparación de grupos en cuanto a la variable eficiencia. ....	13
Tabla 4. Comparación de grupos en cuanto a la variable eficacia.....	13
Tabla 5. Comparación de grupos en cuanto a la variable eficiencia. ....	13
Tabla 6. Comparación de grupos en cuanto a la variable efectividad. ....	14

## **Resumen**

La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar si el uso de un sistema de soldadura automatizada influye en la productividad del área de molienda dentro de una empresa productora de azúcar en el sector agroindustrial. Se consideró desarrollar una investigación con enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y con diseño experimental, de tipo pre experimental. Se utilizó el método de la observación directa la cual ayudó a observar las diferentes deficiencias del proceso de extracción. Entre sus principales resultados se encontró que la producción promedio entre el uso del método con y sin chapisco, existe una gran diferencia entre éstos, por lo que se evidencia que el método aplicado fue favorable. Concluyendo que el uso del sistema de soldadura automatizado influye significativamente en la productividad, la cual se ve reflejado en los costos operativos y aumentando la productividad en la extracción del tándem de molinos.

Palabras claves: Productividad industrial, azúcar, agroindustria.

## **Abstract**

The main objective of this research was to determine whether the use of an automated welding system influences the productivity of the milling area in a sugar production company in the agro-industrial sector. It was considered to develop a quantitative, applied research approach with a pre-experimental experimental design. The direct observation method was used which helped to observe the different deficiencies in the extraction process. Among its main results, it was found that the average production between the use of the method with and without chapisco, there is a big difference between them, so it is evident that the method applied was favorable. The conclusion is that the use of the automated welding system significantly influences productivity, which is reflected in operating costs and increased productivity in the extraction of the tandem mills.

Keywords: Industrial productivity, sugar, agribusiness, agro-industry

## I. INTRODUCCIÓN

En las principales industrias azucareras de América Latina, el elemento más importante son los costos de mantenimiento, los que tienen como principal materia prima a la caña de azúcar, lo que causa corrosión, fatiga y desgaste de los materiales que forman parte de los distintos procesos, pero principalmente es en el área de molienda donde se genera la extracción de jugo de caña, teniendo como consecuencia bajos indicadores de productividad, elevados costos operativos y de mantenimiento (Moya, 2013).

Para aplicar el revestimiento a las masas de los molinos se debe tener un proceso adecuado, ya que debido a éste se puede reducir el deterioro. Asimismo, se puede optimizar el tiempo del daño en mazas, esto se puede lograr con la aplicación del método de chapisco en la cual consiste en emplear un tipo de soldadura adecuada a las masas y así lograr un mejor rendimiento en la extracción de jugo del tándem de molinos (Rony, 2011).

El uso de nueva tecnología (soldadura) en el sector azucarero principalmente en el proceso de molienda, esto aporta considerablemente en disminuir el desgaste de las mazas debido a que tienen recubrimientos duros-protectores, esto garantiza una mejor eficiencia en el tren de molinos así mejorando los indicadores de productividad. Tal como la aplicación de soldaduras en las mazas de los molinos denominado '*chapisco*' de manera más eficiente a través de sistemas de soldadura automatizadas (ROBOTS). Estas tecnologías avanzadas maximizan la productividad y con ello reduciendo los paros por producción (Welding Alloys Panamericana, 2016).

Asimismo, en los distintos productores de azúcar la etapa de extracción que se genera en el tándem de molinos es demasiado crítico; ya que aquí se origina los principales factores tales como la corrosión y desgaste de las mazas causando así el descenso de sus indicadores en la productividad. Por ende, se debe asegurar la confiabilidad de los equipos para así alcanzar un mayor rendimiento en la sustracción de la sacarosa y así no generar paros por producción ya que esto conlleva un alto porcentaje en costo por mantenimiento en el tándem de molinos.

Esto generó que varias empresas azucareras investiguen en nuevas tecnologías para así mejorar el proceso de blindaje de las mazas denominado

'*chapisco*', generando una productividad elevada y permitiendo a las empresas azucareras un alto nivel de competitividad en el mercados nacionales e internacionales (Delfini, 2015).

En los distintos territorios donde se siembra la caña de azúcar en el Perú, sobre todo en la costa del país, la que se considera como la principal zona azucarera e industrial del país, se posee un gran potencial de desarrollo agroindustrial. Esta industria debe aprovechar el tiempo de cosecha y producción de caña de azúcar debido al fenómeno de inversión, es por ello que se debe asegurar la confiabilidad de los equipos y maquinaria, especialmente en el área de molienda puesto que es el proceso donde se debe asegurar la mayor extracción de jugo de caña y por ende tener un valor positivo del indicador productividad (Alvarado, 2011).

La empresa azucarera evaluada, presentó el mismo déficit como en las demás empresas productoras de azúcar debido a que en el área de molienda se genera el excesivo desgaste de los flancos de las mazas en todo el tándem de molinos, esto producido por que la caña que ingresa a fábrica proviene de distintas zonas de la Libertad, materia desconocida y minerales que se agrupa en la caña ya sea en el proceso de cultivo o cosecha. Debido a esto se desprende el rayado de la soldadura (blindaje); ocasionando que el material base de la maza tenga contacto con el jugo de caña generando, así un mayor deficiente proceso de extracción y así afectado en la productividad del proceso (Delfini y Alloys, 2016).

Las industrias dedicadas a la producción de azúcar tienen como área crítica molinos, puesto que ahí ingresa una gran diversidad de caña, materia extraña, mineral. Esto generando la corrosión y abrasión de las masas, como consecuencia obteniendo una mala extracción de jugo de caña, paros por producción, aumento del tiempo perdido, indicadores bajos y elevados costos por mantenimiento

Para hacer frente a esta problemática las industrias azucareras optaron en la evaluación de nuevas tecnologías, mejoras de procedimiento en la aplicación de *chapisco* para así aumentar el rendimiento de la extracción en el tándem de molinos esto reflejándose en la productividad.

Dado a lo señalado, en la presente investigación se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo influye el uso de un sistema de soldadura automatizada en la productividad de una empresa productora de azúcar?, y de

forma específica: ¿cuál es el estado actual y mejorado del tándem de molinos específicamente en la extracción?, ¿qué tipo de proceso de soldadura es más eficiente?, ¿cuál es el impacto que se tiene al usar el sistema de soldadura automatizada?

Esta investigación tendrá un valioso *aporte práctico*, debido a que se tiene una gran preocupación en la extracción en el tándem de molinos como resultado baja productividad, por la cual se optará por sistemas tecnológicos automatizados de soldadura para el proceso de chapisco de las masas, la cual aumentará la productividad minimizando costos de soldadura y paros por producción, del mismo modo será de aporte metodológico debido que se utilizará la técnica de estudio de tiempos, esto conllevará al análisis de una operación específica, lo que podría conllevar a reducir los costos operativos y a la vez incrementar la eficiencia del personal operativo.

Por otra parte, se planteó los siguientes objetivos de investigación, siendo de forma general: determinar si el uso de un sistema de soldadura automatizada influye en la productividad en una empresa productora de azúcar; y de manera específica: evaluar el estado actual y mejorado del tándem de molinos específicamente en la extracción, conocer qué tipo de proceso de soldadura es más eficiente y determinar qué impacto se tiene al usar el sistema de soldadura automatizado.

Según lo obtenido en investigaciones, se planteó como hipótesis general que el uso de un sistema de soldadura automatizada influye en la productividad en una empresa productora de azúcar.

## II. MARCO TEÓRICO

Se obtuvo información a nivel internacional y nacional, proveniente de publicaciones adscritas en diferentes bases de datos científicos y repositorios nacionales. Tal es el caso de Porras (2017), quien en su investigación tuvo como objetivo el caracterizar los materiales utilizados para los recubrimientos de la masa de hierro fundido empleados en molienda. En su investigación se pudo determinar que la clase de material que se utiliza para el recubrimiento de las mazas no son compatibles y su vez no tienen un procedimiento adecuado. Con estos estudios realizados del análisis de la situación actual se optó que el suministro sea de un material para hierro fundido y su vez debe tener una capa superficial antes de aplicar los revestimientos adecuados de soldadura.

Asimismo, se desarrolló del trabajo en el ingenio azúcar Valdez de la ciudad de Milagro, Ecuador, consistió en analizar el proceso de la extracción de la caña de azúcar por difusor. Este proceso consiste en separar el exceso de agua en el bagazo y así evitando el sobreesfuerzo del molino de secado; esto ayudó significativamente en el ahorro energético, puesto que este sistema tuvo logro una humedad por debajo del 72%. Cabe afirmar que este método de extraer el jugo de caña por difusor los costos operativos, costos por mantenimiento son menores que el tándem de molinos ya que tienen una diferencia del 50% (Rodríguez y Martínez, 2018).

Del mismo modo se realizó un estudio en la empresa Palo Gordo ubicado en el país de Guatemala, la cual tuvo como objetivo principal el determinar el cómo influyen el uso de las masas perforadas en el porcentaje de pol y el porcentaje de humedad en bagazo. Las soluciones de esta investigación mencionan que la utilización de mazas perforadas ayuda a dar una mejor eficiencia en la extracción de jugo de caña ya que esto permite un mejor drenaje del jugo y a su vez reduce el porcentaje de pol en bagazo a un 0.53% y el porcentaje de humedad en el bagazo en un 0.36%, así aumentando la productividad en el tándem de molinos (Salvatierra, 2019).

Por otra parte, se encontró en esta investigación que fue desarrollada en la

ciudad de Lima; tuvo como iniciativa la utilización de tecnología robótica para así recuperar los flancos de las masas mediante el método del chapisco, esto generando la reducción de pol en porcentaje caña, humedad porcentaje caña, se optimizo el tándem de los molinos, se mejoró la extracción de jugo de caña, se tuvo una mayor eficiencia en el área de calderos y disminuyo el tiempo perdido en el área de molinos (Chacón, 2014).

De igual manera en la empresa azucarera Agro Pucalá, ubicado distrito de Pucalá perteneciente a la provincia de Chiclayo, se realizó el montaje del sexto molino en el área de molienda esto ayudo a tener una mayor extracción de jugo y por ende se obtuvo una gran cantidad de sacarosa, se mejoró la eficiencia en el área de calderas ya que la humedad no superó el 50% , se optimizó el rendimiento del tándem de molinos y esto reflejado en el incremento de la producción en 22,050 bolsas de azúcar/año esto debido a la buena extracción de sacarosa (Delgado, 2018).

Cooke, Kavian y Col (2007), donde indicaron que el recubrimiento en las masas de los molinos se caracteriza por su dureza y microestructura. Donde los resultados que se obtuvieron fue una tasa de desgaste óptimo ya que el revestimiento por arco de alambre eléctrico desarrollo un revestimiento que optimizó la resistencia de las masas de los molinos en la extracción de jugo de caña.

Elsawy et al. (2017), donde en su investigación afirmaron que las mazas de los molinos son elementos importantes en la producción de azúcar, es por ello que para aumentar la vida útil de las masas se debe generar un aumento en la resistencia de la superficie de las mazas para combatir la abrasión, los investigadores utilizaron diferentes tipos de materiales tales como el cromo, manganeso y silicio, cuyo índice de desgaste fue manganeso 3%, silicio 2.02% y 2.11% de cromo, concluyendo que la resistencia al desgaste de dichos materiales atribuyeron óptimamente en la extracción de jugo de caña.

Casanova et al. (2017), donde en la investigación afirmó que la reparación de las masas de molinos es sumamente costosa debido a la abrasión y al tipo de material base. Se realizó el estudio de nuevas superficies y superficies desgastadas mediante la ayuda de tecnología avanzada, dando como resultado que al obtener

una mayor cantidad de sílice en las masas el desgaste es menor y esto ayuda sumamente en la extracción de jugo de caña.

Quiliche (2018), realizó una investigación realizada en el ingenio azucarero Casagrande S.A.A. localizado en la provincia de Casagrande, el objetivo de la investigación fue determinar las fallas de los equipos que tiene altos índices de criticidad y así realizar un plan de mantenimiento para el sector de molinos. Aplicando los métodos del mantenimiento basado en la confiabilidad, se identificó 8 equipos que presentan mayor criticidad esto ayudó a ser más juicioso en el momento de realizar el análisis, la cual esto ayudó a elaborar un plan de mantenimiento, por lo tanto, se estableció frecuencias más continuas para así mejorar el funcionamiento de diferentes componentes del área de molinos por ende reduciendo los costos por mantenimiento y mejorando la eficiencia del área de molinos.

Para profundizar el conocimiento en cuanto a la variable de estudio se buscó información bibliográfica y proveniente de artículos científicos, encontrando que la productividad es definida como la productividad agregada (AP), la cual se manifiesta con la alta eficiencia de la producción, es decir es el resultado total de bienes y servicios producidos durante un tiempo establecido y a su vez, el crecimiento de la productividad puede ser de otra manera cuantificado por los distintos cambios de la productividad laboral y en la productividad multifactorial (Pinheiro, 2017).

Existen estudios que muestran y nos anuncian componentes esenciales para la protección de centrales nucleares frente a amenazas, es allí donde se plasman 2 métodos para analizar la efectividad de los sistemas de protección, así mismo podemos estudiar el método de desempeño en donde su principal uso es analizar y evaluar el sistema de protección física, también existe el sistema de interrupción de secuencias adversarias tiene un enfoque más general para la protección porque evalúa los elementos dentro del sistema de protección física de el mismo y la efectividad (Wely et al., 2020).

Del mismo modo según estudios realizados dentro del sistema de educación universitario y la sobrepoblación de universidades privadas y el descontrol de apertura de nuevas sedes surge la necesidad de realizar evaluaciones de calidad

y como se utilizan los recursos del estado y como viene siendo la administración de los mismos si existe eficiencia o deficiencia de estas universidades en post de una búsqueda de una educación universitaria de mayor calidad, es por eso que se plantea una herramienta importante para medir la eficiencia que es el llamado análisis y encapsulamiento de datos en donde el creador manifiesta q la eficiencia es relativa y que guarda relación con la toma de decisiones y la aplicación de la mejores prácticas observadas ya que el resultado de las mismas nos va permitir obtener una edición inicial de la productividad en 2 periodos de tiempo (González y Vásquez, 2010).

La globalización y los constantes cambios dinámicos que se producen en el mundo, presionan a las organizaciones que brindan servicios como los bancos, al realizar búsquedas de nuevas opciones que aumenten la productividad y la competencia es tan fuerte, que estas organizaciones continuamente buscan la optimización de sus operaciones (Roghianian et. al, 2012) o la reingeniería a fin de alcanzar sus objetivos con eficiencia, efectividad y la productividad (Soto, 2011).

Así mismo toda empresa que tiene objetivos ambiciosos, orientan sus esfuerzos a mejorar la eficiencia dentro de la producción, incremento de venta, calidad, reducción de costos y el valor agregado, estos factores siempre deben interactuar dentro de una organización porque vienen a ser parte del entorno económico de una empresa y su resultado siempre permitirá plantear nuevos objetivos. Analizar la efectividad organizacional involucra al personal y los lideres involucrados directamente dentro de la toma de decisiones, es de suma importancia también realizar periódicamente análisis a las actitudes del personal frente a la organización, es así, que nace una estrecha relación entre la gestión del capital humano con los conceptos de eficacia (Bartuševičienė et. al, 2013).

La *eficiencia* en un proceso productivo que siempre es directamente proporcional con la productividad, calidad, costo, etc. es decir que dependen de unos y otros. Es decir, la productividad es la optimización de métodos de trabajo puesto que mejora la calidad, costo e inversión de bienes o servicios (Carro y Gonzales, 2014).

La productividad es el resultado de gestionar correctamente los recursos utilizados en un determinado proceso y esto es reflejado por dos componentes

eficiencia y eficacia, la cual ambos son sumamente importantes en un proceso productivo (Gutiérrez, 2014).

Entre las dimensiones de la productividad, expuestas por Gutiérrez (2014), se tiene: la eficacia es conseguir los resultados planeados de acuerdo con las actividades planeadas y tiene como finalidad de optimizar la productividad con ayuda de los recursos para así lograr lo planeado; la eficiencia es la optimización de los diferentes recursos disponibles a usar y así poder alcanzar los objetivos deseados; efectividad es el cumplimiento de las actividades sin desperdiciar dinero y realizarlo con una gran exactitud en el tiempo.

### **III. METODOLOGÍA**

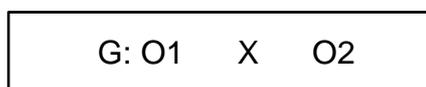
#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

La presente investigación fue de tipo aplicada, pues se integra a la generación de conocimiento con la búsqueda directa de la resolución de un problema (Murillo, 2008), aplicando procedimientos previamente propuestos por otros autores.

##### **Diseño de investigación**

El actual trabajo de investigación presenta un diseño pre experimental y alcance descriptivo, pues dado que el investigador desempeña o tiene un control mínimo de la variable independiente. Esto conllevó a que este tipo de diseño consista en tener la modalidad de pre-pruebas y post-prueba. La cual presenta la siguiente estructura:



Donde:

G: Días del proceso de la extracción de sacarosa

O1: Medición previa pre-test (producción actual)

O2: Medición post-test (producción utilizando el método)

X: Productividad

#### **3.2. Variables y operacionalización**

##### **Productividad**

Señala que la productividad es el resultado de gestionar correctamente los recursos utilizados en un determinado proceso y esto es reflejado por dos componentes eficiencia y eficacia, la cual ambos son sumamente importantes en un proceso productivo (Gutiérrez, 2014).

#### **3.3. Población, muestra y muestreo**

En la investigación se evaluó 20 días de producción mensurado con una frecuencia diaria. Asimismo, para esta investigación por ser la población pequeña

se determinará que la muestra será igual que la población.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnica**

Para realizar estudios se aplicó la técnica de la observación directa del área de molienda, donde se apreciaron eventos donde la extracción del tándem de los molinos fue deficiente; con la finalidad de poder conocer las condiciones de trabajo y así poder recolectar la información necesaria para esta investigación.

#### **Instrumentos**

Se utilizó el instrumento de ficha de observación para poder analizar los tiempos necesarios del proceso de extracción del tándem de molinos y a su vez recolectar los tiempos necesarios del proceso de chapisco.

#### **Confiabilidad**

El tipo de instrumento no ameritó un análisis de fiabilidad.

### **3.5. Procedimientos**

En el siguiente trabajo de investigación se utilizó el método de la observación directa la cual ayudó a observar las diferentes deficiencias del proceso de extracción.

Adicionalmente a ello, se utilizó como instrumento el diagrama de flujo la cual se detalla el paso a paso del proceso productivo de la extracción que se realiza al tándem de molinos y su aplicación de chapisco en las mazas del mismo modo se realizó el estudio de tiempos sirviendo esto como instrumento para poder analizar los tiempos muertos y así también poder comparar tiempos en el proceso de chapisco ya sea por el método SMAW (MANUAL) y el sistema automatizado de soldadura (ROBOT).

### **3.6. Método de análisis de datos**

La herramienta utilizada para la siguiente investigación es con el método cuantitativo donde nos apoyamos con el software Microsoft Excel, esto utilizó para poder procesar la data extraída por el software PIMPS, y además se aplicó otras herramientas donde se detalla la variable de estudio. Asimismo, se realizó el cálculo

del % de productividad, así poder analizar los datos y por ende poder comparar el proceso actual versus el mejorado.

### **3.7. Aspectos éticos**

La información consolidada fue utilizada para la investigación donde se obtuvo de diferentes fuentes confiables respetando los distintos autores, del mismo modo la información obtenida se desarrolló de forma transparente de tal modo que se citó de manera formal y así cumpliendo con los lineamientos establecidos por nuestra casa de estudios sobre el trabajo de investigación por tanto esta información en buena fe no sufrió cambio y es procesada tal cual fue obtenida por lo que se considera confiable y de uso para esta investigación.

#### IV. RESULTADOS

Considerando como objetivo específico 1: *evaluar el estado actual y mejorado del tándem de molinos específicamente en la extracción*, se encontró:

**Tabla 1.** Comparación de grupos en cuanto a la variable efectividad

Prueba de Wilcoxon	Z	Sig
Grupo 1: Con tecnología Grupo 2: Sin tecnología	-2,803 <sup>b</sup>	.005

Nota: La muestra evaluada fue de 20 días de producción; Z: Prueba estadística

#### Interpretación

Se observa que de acuerdo a los resultados de la prueba de Wilcoxon el valor de significancia es de 0.005, es decir que el valor p está por debajo del 5% de significancia, esto permite concluir que existe una diferencia significativa al utilizar tecnología.

Considerando como objetivo específico 2: *conocer qué tipo de proceso de soldadura es más eficiente*, se encontró:

**Tabla 2.** Comparación de grupos en cuanto a la variable eficiencia.

Prueba de Wilcoxon	Z	Sig
Grupo 1: Con tecnología Grupo 2: Sin tecnología	-2,879 <sup>b</sup>	.004

Nota: La muestra evaluada fue de 20 días de producción. Z: Prueba estadística

#### Interpretación:

Los resultados proporcionan evidencias suficientes para decir que existen diferencias significativas entre el uso de la tecnología y sin el uso de ello, la cual tiene un nivel de significancia al 0.004 es decir que si se hace uso de la tecnología podemos mejorar la eficiencia, debido a que el valor  $p < 0.05$ .

**Tabla 3.** Comparación de grupos en cuanto a la variable eficiencia.

	Electrodo	Alambre Tubular
Costo total de soldadura(S/.):	328	29.50

### Interpretación

Además, se puede decir que el costo total entre ambos métodos de soldadura existe una diferencia significativa entre ellos, donde el método de soldadura con alambre tubular es el más eficiente debido a que presenta un ahorro significativo que se puede utilizar en nuevas mejoras de fábrica.

**Considerando como objetivo específico 3:** Determinar qué impacto tiene al usar el sistema de soldadura automatizado se encontró:

**Tabla 4.** Comparación de grupos en cuanto a la variable Eficacia

Prueba de Wilcoxon	Z	Sig
Grupo 1: Con tecnología Grupo 2: Sin tecnología	-2,803 <sup>b</sup>	.005

Nota: La muestra evaluada fue de 20 días de producción. Z: Prueba estadística

### Interpretación

En la tabla 4 se observa que el valor de significancia es de 0.005, los cuales fueron obtenidos mediante la prueba de Wilcoxon, demostrando que el valor p está por debajo del 5% y que existe una diferencia significativa al utilizar tecnología y se ve reflejada mediante la eficacia significativa de la producción con y sin chapisco.

**Tabla 5.** Comparación de grupos en cuanto a la variable eficiencia.

	Sin Chapisco	Con Chapisco
Producción promedio (Ton/día)	5011	5355

### Interpretación

Corroborando lo plasmado en la tabla anterior, se evidencia que la producción

promedio entre el uso del método con y sin chapisco, existe una gran diferencia de 344 ton/día, es decir indica que el método es favorable puesto que se aprecia un aumento en su producción mediante la variable de eficiencia con chapisco.

**Considerando como objetivo general:** Determinar si el uso de un sistema de soldadura automatizada influye en la productividad en una empresa productora de azúcar la cual se encontró:

**Tabla 6.** *Comparación de grupos en cuanto a la variable efectividad.*

	Sin chapisco	Con chapisco
Productividad (bol/op-día):	1102	1473

### **Interpretación**

Se puede decir que entre ambos métodos existen diferencias de gran magnitud, ya que aplicándose el método mejorado se evidencia que es favorable considerablemente. Además, en la tabla 6 se puede apreciar que la productividad con chapisco es de 1473 bol/op-día; en comparación de sin chapisco; evidenciando que el aumento que se dio es 371 bol/op-día.

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos se efectuó la comparación y se evaluó dichos resultados. Además, obteniendo conclusiones con las teorías y antecedentes y así encontrar coincidencias con la variable de estudio y dimensiones. De acuerdo a los mencionado se detallará cada comparación.

Se planteó como primer objetivo en evaluar el estado actual y después del tándem de molinos específicamente en la extracción en una empresa azucarera. Se puede ahorrar significativamente en los tándems de los molinos mediante una buena extracción de jugo debo a ajustes de mazas y aplicación de nueva tecnología esto disminuyendo la pol y la humedad (Suárez, 2015). En la investigación se encontró que existe una gran diferencia significativa entre el uso y sin el uso de la tecnología en una empresa azucarera, esto debido a que el método mejorado respeto los procedimientos establecidos y esto se reflejado en el proceso de extracción. Se puede decir que en el estudio realizado por Porras (2017), se encontró diferencias de acuerdo a los resultados, debido a que dicha investigación se centra en el tipo de recubrimiento a usar en las masas, dando resultados positivos. Por otra parte, los resultados de Rodríguez y Martínez (2018), esta investigación también demostró que la operación de extracción, ayudo a reducir y costo operativo. Debido a esto se puede considerar que la evaluación del tándem de los molinos con y sin el uso de la tecnología si repercuten considerablemente en la producción positivamente. Como hipótesis específica 1: Se puede mejorar el rendimiento del proceso de extracción con la ayuda de la tecnología en una empresa azucarera, *fue aceptada*, siendo el valor de significancia de 0.005, lo cual refleja una diferencia significativa entre los grupos estudiados.

Como segundo objetivo se planteó en conocer qué tipo de proceso de soldadura es más eficiente manual o con tecnología. El proceso de soldadura debe ser el adecuado ya que debido a esto se puede reducir el deterioro de las masas y así mismo reducir el daño de estos dando como resultado un mejor rendimiento en el tándem de molinos (Rony, 2011). En la investigación se presentó que existe diferencia significativa entre el proceso de soldadura manual y con tecnología esto se refleja en la diferencia de costos. Se puede decir que el estudio realizado por Delfini y Alloys (2016), afirma que el blindaje de soldadura en las mazas debe tener

un procedimiento adecuado y esto con ayuda del material a usar mejoran en el rendimiento del tándem de molinos influyendo en los costos operativos. Por otro lado (Moya,2013), hace mención que los ingenios azucareros que poseen avanzada tecnología moderna la cual conlleva a tener una adecuada gestión de manufactura así reduciendo los costos operativos y por ende los costos de mantenimiento Debido a esto se puede afirmar que la evaluación entre ambos procesos de soldadura existe diferencias y esto es reflejado en los costos. Como hipótesis específica 2: El uso del sistema de soldadura automatizada puede optimizar los costos operativos en una empresa azucarera, *fue aceptada* teniendo un valor de significancia de 0.004, lo cual refleja una diferencia significativa, debido a esto se determina que el uso de un sistema de soldadura automatizada puede optimizar los costos operativos teniendo como conto el proceso mejorado de S/. 29.50.

Como tercer objetivo es determinar qué impacto tiene al usar el sistema de soldadura automatizado El proceso de soldadura automatizada presenta como una excelente alternativa debido a que tiene una mejor calidad superficial, tiene mejor duración mejora la producción y disminuye los tiempos de parada. (Olivares, Díaz y Álvarez 2012). En la investigación se presentó que existe diferencia significativa con el proceso de soldadura automatizada y esto reflejado en la producción. Se puede decir que en el artículo realizado por (Welding Alloys Panamericana,2016), afirma que al aplicar la soldadura a las mazas en el tándem de molinos se debe tener un proceso adecuado, de tal modo se reducir el desgaste de mazas y a su vez empleando el tipo de soldadura adecuado así aumentado la producción en la etapa de extracción. Además, en otra investigación por (Chacoón,2014), se dice que encontró diferencias entre la utilización de tecnología actualizada para así incrementar la producción, obteniendo como resultado la disminución de perdida de pol y humedad. Se puede decir que el uso de nueva tecnología de soldadura automatizada si influye en la producción porque se obtiene valores positivos. Como hipótesis específica 3: El uso del sistema de soldadura automatizada puede optimizar la producción en una empresa azucarera, *fue aceptada*, porque se puede optimizar la producción teniéndose como promedio 5355 ton/día y a su vez disminuyendo los paros por proceso esto con la ayuda de la nueva tecnología automatizada.

Como objetivo general se puede determinar si el uso de un sistema de soldadura automatizada influye en la productividad en una empresa productora de azúcar. El proceso de soldadura automatizada presenta como una excelente alternativa debido a que tiene una mejor calidad en acabado, soldeo continuo y optimiza la productividad y disminuye los tiempos de parada (Olivares, Díaz y Álvarez 2012).

En la investigación se encontró diferencias significativas entre la utilización del sistema de soldadura automatizada debido a que influye en la productividad y su vez aumenta en el rendimiento del tándem de molinos. Según el estudio de la investigación de (Salvatierra,2019), se encontró que el uso de mazas perforadas y con la ayuda de la soldadura influyen en las mazas perforadas, esto repercutiendo en la pol % bagazo y % en humedad. De igual manera en la tesis elaborado (Delgado, 2018), afirma que, al implementar tecnología nueva y con ayuda de la aplicación de soldadura (CHAPISCO), mejora el rendimiento del tándem de los molinos y a su vez mejora la eficiencia de calderas ya que la humedad disminuye. Se puede considerar que con el uso del sistema de soldadura automatizado si influye en la productividad ya que se disminuyó la mano de obra generando y su vez reduciendo el costo operativo y de mantenimiento. Como hipótesis general: El uso del sistema de soldadura automatizada puede mejorar la productividad en una empresa azucarera, *fue aceptada* la cual se refleja una diferencia significativa en la productividad así reduciendo los costos operativos y aumentando el rendimiento del tándem de molinos.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Se concluye que la evaluación del estado actual y mejorado del tándem de molinos de una empresa azucarera existen diferencia de significancia, resultado que refleja en la mejora de extracción del tándem de molinos.
2. Se conoció el tipo de proceso de soldadura más eficiente que utiliza la organización, esto se reflejó en reducción de costos de insumos la cual es beneficioso para la empresa azucarera.
3. El impacto que provoco al utilizar el sistema de soldadura automatizado fue beneficioso ya que aumento el proceso de producción y su vez se optimizo el rendimiento del tándem de molinos.
4. Se determinó que el uso del sistema de soldadura automatizado influye significativamente en la productividad, la cual se ve reflejado en los costos operativos y aumentando la productividad en la extracción del tándem de molinos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda aplicar el sistema de soldadura automatizada, ya que permitirá mejorar el sistema de extracción del tándem de los molinos.

Se recomienda utilizar el proceso de soldadura con el procedimiento de alambre tubular ya que permitiría la reducción de los costos por insumos.

Al utilizar el sistema de soldadura automatizado es beneficioso para la organización ya que debido a su aplicación aumento la producción y aumento el rendimiento del área de molinos

Se sugiere utilizar el método mejorado por asegurar el aumento de la productividad del proceso de extracción, y así generando una reducción de costos en el nivel operativo y mantenimiento.

## REFERENCIAS

ALLOYS, WELDING. 206. Welding alloys 2016

AROCA DELHI, Ronny Cristobal. Análisis de recubrimientos duros para molinos de caña de azúcar. 2012. Tesis de Licenciatura

BARTUŠEVIČIENĖ, Ilona; ŠAKALYTĖ, Evelina. Organizational assessment: effectiveness vs. efficiency. *Social Transformations in Contemporary Society*, 2013, vol. 1, no 1, p. 45-53.

CASANOVA, Fernando; AGUILAR, Yesid. A study on the wear of sugar cane rolls. *Wear*, 2008, vol. 265, no 1-2, p. 236-243.

CHACÓN CHAUCA, Justo Antonio. Propuesta técnica para el incremento de procesamiento de caña de azúcar a 300 T/H del trapiche de un ingenio azucarero en el norte del Perú. 2014.

CARRO PAZ, Roberto; GONZÁLEZ GÓMEZ, Daniel. Productividad y competitividad. Universidad Nacional del Mar de Plata, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Disponible en: [http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02\\_productividad\\_competitividad.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf), 2012.

COOKE, Kavian, et al. Optimisation of the electric wire arc-spraying process for improved wear resistance of sugar mill roller shells. *Surface and Coatings Technology*, 2007, vol. 202, no 1, p. 185-188.

ELSAWY, E. E. T.; EL-HEBEARY, M. R.; EL MAHALLAWI, I. S. E. Effect of manganese, silicon and chromium additions on microstructure and wear characteristics of grey cast iron for sugar industries applications. *Wear*, 2017, vol. 390, p. 113-124.

EL WELY, I. Cheikh; CHETAINE, A. Analysis of physical protection system effectiveness of nuclear power plants based on performance approach. *Annals of Nuclear Energy*, 2020, p. 107980.

GÁLVEZ, Delgado; ALADINO, Danty. Evaluación técnica–económica en la implementación del sexto molino para la extracción de sacarosa en el área de trapiche de la empresa azucarera Agropucalá SAA–2016. 2018.

GONZÁLEZ-ARAYA, Marcela; VÁSQUEZ, Gustavo Verdugo. Análisis de eficiencia y productividad de las universidades chilenas mediante análisis y encapsulamiento de datos. *Aporte santiaguino*, 2010, vol. 3, no 2, p. 245-256.

PÉREZ FIGUEROA, Douglas Enrique; VÁSQUEZ ZALDAÑA, Rigoberto José. Comparación experimental y económica de parámetros de recubrimientos duros en mazas de molinos de caña de azúcar. 2019. Tesis Doctoral. Universidad de El Salvador.

POLLACK VELÁSQUEZ, Manuel; HELFGOTT LERNER, Salomón; TEJADA SORALUZ, Jorge. El cultivo de caña de azúcar en la Costa del Perú durante los eventos de El Niño 1982-83 y 1997-98. *Ecología Aplicada*, 2018, vol. 17, no 1, p. 77-84.

PORRAS-ROJAS, Alejandra. Uso de nuevos materiales y/o recubrimientos en las mazas empleadas en la molienda de caña de azúcar. 2017.

PULIDO, Humberto Gutiérrez. *Calidad y productividad*. McGraw-Hill, 2014.

RODRIGUEZ COVEÑA, José Luis; MARTINEZ IDROVO, Otto Antonio. Propuesta de mejora de extracción de Sacabrosa en Caña de Azúcar que contribuya a la productividad y rentabilidad del Ingenio Azucarero Valdez de la ciudad de Milagro. 2018. Tesis de Licenciatura.

RODRÍGUEZ, Jorge L. Moya. *Difusión vs. molida*. Monografías, 2013.

ROGHANIAN, Parastoo; RASLI, Amran; GHEYSARI, Hamed. Productivity through effectiveness and efficiency in the banking industry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2012, vol. 40, p. 550-556.

RPA (2016). Plantio de Cana Do Futuro. *RPANEWS , CANA e industria*. 15(181).  
<https://www.revistarpanews.com.br/edicoes/181/ed181web.pdf>

SALVATIERRA VILLATORO, Mynor Augusto. Evaluación de mazas perforadas, en el agotamiento del bagazo de caña de azúcar en el proceso de extracción de jugo, en ingenio Palo Gordo, SA. 2019. Tesis Doctoral. Universidad de San Carlos de Guatemala.

SOTO ABANTO, Segundo Eloy. Reingeniería de procesos en el área de la secretaría académica de la facultad de ciencias de la Universidad Nacional de Piura, 2010. 2016.

QUILICHE CANO, Jhon Antonio. Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de los equipos en el área de preparación y molienda de la empresa Casa Grande SAA. 2018.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

**Tabla 7.** *Matriz de operacionalización de la variable productividad*

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Productividad	Señala que la productividad es el resultado de gestionar correctamente los recursos utilizados en un determinado proceso y esto es reflejado por dos componentes eficiencia y eficacia, la cual ambos son sumamente importantes en un proceso productivo (Gutiérrez, 2014).	La productividad está constituida por 3 importantes dimensiones según el autor Gutiérrez (2014) y teniendo una escala de razón.	Eficacia	$\frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}}$	Razón
			Eficiencia	$\frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$	
			Efectividad	Eficacia	
				Efectividad	