



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Sistema embebido con visión artificial para mejorar el proceso de  
producción en Ladrillos Mochica de Guadalupe, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Sistemas

**AUTORES:**

Barrios Chinchayhuara, Yoel Maximino (ORCID: 0000-0001-8681-1338)

Valderrama Armas, Eli Hamer (ORCID: 0000-0002-5235-0091)

**ASESOR:**

Mtro. Cieza Mostacero, Segundo Edwin (ORCID: 0000-0002-3520-4383)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistema de Información y Comunicaciones

TRUJILLO – PERÚ

2022

## Dedicatoria

Dedico esta investigación a mis padres, quienes me han apoyado durante mi formación profesional y me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

Barrios Chinchayhuara, Yoel Maximino

Este trabajo está dedicado a mis padres y toda mi familia que me apoyo a lo largo de todos estos años, quienes se esforzamos tanto como yo para poder seguir adelante.

Valderrama Armas, Eli Hamer

## Agradecimiento

En primer lugar, a Dios por darnos salud, fuerzas y guiarnos por la senda de la sabiduría para poder culminar nuestra etapa académica.

A nuestros padres por su apoyo constante y todos sus buenos consejos para poder seguir adelante y ser mejores personas.

A nuestro docente y asesor Segundo Edwin Cieza Mostacero, quien nos ha brindado su apoyo, paciencia, comprensión y sabiduría a lo largo del desarrollo de la investigación.

Al personal de empresa Ladrillos Mochica SAC, en especial al gerente general Alva Abanto Jonathan por brindarnos las facilidades necesarias para poder llevar a cabo nuestra investigación.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Índice de tablas .....	5
Índice de gráficos y figuras.....	7
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos .....	17
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos .....	21
IV. RESULTADOS .....	22
V. DISCUSIÓN.....	44
VI. CONCLUSIONES.....	47
VII. RECOMENDACIONES .....	49
REFERENCIAS.....	35
ANEXOS .....	54

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Población de órdenes de producción de ladrillo.....	14
<b>Tabla 2.</b> Población de unidades de ladrillo producidas .....	14
<b>Tabla 3.</b> Población, muestra – eficiencia de producción .....	14
<b>Tabla 4.</b> Población, muestra - porcentaje de unidades de ladrillo perfectas .....	15
<b>Tabla 5.</b> Población, muestra - porcentaje de retrasos de producción .....	15
<b>Tabla 6.</b> Hipótesis para el nivel de eficiencia de producción de ladrillo .....	18
<b>Tabla 7.</b> Hipótesis para el porcentaje de unidades perfectas de ladrillo .....	19
<b>Tabla 8.</b> Hipótesis para el porcentaje de retrasos de producción .....	19
<b>Tabla 9:</b> Fechas de recolección de datos por tipo de prueba .....	22
<b>Tabla 10.</b> Medidas descriptivas del indicador - nivel de eficiencia de producción	23
<b>Tabla 11:</b> Prueba de normalidad del indicador - nivel de eficiencia de producción. .....	25
<b>Tabla 12:</b> Hipótesis para el indicador - nivel de eficiencia de producción.....	26
<b>Tabla 13:</b> Prueba de Wilcoxon, nivel de eficiencia de producción .....	27
<b>Tabla 14:</b> Prueba Z, nivel de eficiencia de producción .....	27
<b>Tabla 15.</b> Medidas descriptivas del indicador - porcentaje de unidades de ladrillo perfectas.....	29
<b>Tabla 16.</b> Prueba de normalidad del indicador - porcentaje de unidades de ladrillo perfectas.....	31
<b>Tabla 17.</b> Hipótesis para el indicador - porcentaje de unidades de ladrillo perfectas. .....	32
<b>Tabla 18.</b> Estadísticos de muestras relacionadas, porcentaje de unidades de ladrillo perfectas.....	33
<b>Tabla 19.</b> Correlaciones de muestras relacionadas, porcentaje de unidades de ladrillo perfectas .....	33
<b>Tabla 20.</b> Prueba de muestras relacionadas, porcentaje de unidades de ladrillo perfectas.....	34
<b>Tabla 21.</b> Medidas descriptivas del indicador - porcentaje de retrasos de producción .....	35
<b>Tabla 22.</b> Prueba de normalidad del indicador - porcentaje de retrasos de producción.....	37

<b>Tabla 23.</b> Hipótesis para el indicador - porcentaje de retrasos de producción.....	39
<b>Tabla 24.</b> Estadísticos de muestras relacionadas, Porcentaje de retrasos de producción.....	40
<b>Tabla 25.</b> Correlaciones de muestras relacionadas, porcentaje de retrasos de producción.....	40
<b>Tabla 26.</b> Prueba de muestras relacionadas, porcentaje de retrasos de producción .....	40
<b>Tabla 27.</b> Indicadores con resultado esperado de la media, antes y después de la implementación .....	41
<b>Tabla 28.</b> Hipótesis general .....	43
<b>Tabla 29:</b> Entregables por fase.....	80
<b>Tabla 30:</b> Requerimientos funcionales.....	81
<b>Tabla 31:</b> Requerimientos no funcionales.....	82
<b>Tabla 32:</b> Documento de costos .....	82
<b>Tabla 33:</b> Documento de la arquitectura.....	84
<b>Tabla 34:</b> Documento detallado y descripción .....	86
<b>Tabla 35:</b> Documento del diseño final del sistema.....	88
<b>Tabla 36:</b> Documento de ensamblaje del hardware.....	89
<b>Tabla 37:</b> Documento de programación del software .....	91
<b>Tabla 38:</b> Documento de integración .....	100
<b>Tabla 39:</b> Documento del funcionamiento del sistema .....	106
<b>Tabla 40:</b> Documento de implementación .....	107

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura 1.</b> Diseño de investigación.....	13
<b>Figura 2.</b> Comparativo antes y después de la implementación del indicador - nivel de eficiencia de producción .....	23
Figura 3. Gráfico de distribución de datos - eficiencia de producción .....	26
<b>Figura 4:</b> Rechazo de la hipótesis nula, nivel de eficiencia de producción .....	28
<b>Figura 5.</b> Antes y después de la implementación del indicador - porcentaje de unidades de ladrillo perfectas.....	30
<b>Figura 6.</b> Gráfico de distribución de datos – porcentaje de unidades de ladrillo perfectas.....	32
<b>Figura 7.</b> Aceptación de la hipótesis alterna - porcentaje de unidades de ladrillo perfectas.....	34
<b>Figura 8.</b> Comparativo antes y después de la implementación del indicador - porcentaje de retrasos de producción .....	36
<b>Figura 9.</b> Gráfico de distribución de datos - nivel de eficiencia de producción ....	38
<b>Figura 10.</b> Aceptación de la hipótesis alterna - porcentaje de retrasos de producción .....	41
<b>Figura 11.</b> Resultado general antes y después de la implementación.....	42
<b>Figura 12.</b> Fases de la metodología .....	79
<b>Figura 13.</b> Estructura del sistema embebido .....	85
<b>Figura 14.</b> Diseño final del sistema embebido .....	88
<b>Figura 15.</b> Módulo de inicio.....	103
<b>Figura 16.</b> Módulo de reportes.....	104
<b>Figura 17.</b> Módulo de gráficos .....	105
<b>Figura 18.</b> Documento de implementación del sistema embebido .....	110

## Resumen

La investigación tuvo como objetivo general mejorar el proceso de producción en la empresa Ladrillos Mochica, a través de la implementación de un sistema embebido con visión artificial. El tipo de investigación fue aplicada de diseño experimental de grado pre-experimental, además, para la recolección de datos se utilizó las fichas de registro, para determinar la confiabilidad se usó Alfa de Cronbach donde el resultado fue muy aceptable, para la prueba de normalidad se utilizó Shapiro-Wilk porque las muestras fueron menores a 35, para contrastar la hipótesis se usó la prueba Z de Wilcoxon y T-Student, con un margen de error del 5% y 95% de nivel de confianza. Para el desarrollo del producto se utilizó la metodología basada en sistemas embebidos, se trabajó con una población de 5000 unidades de ladrillo de la cual se eligió una muestra de 72 unidades. Los resultados obtenidos después de implementar el sistema embebido con visión artificial fueron el incremento del nivel eficiencia de producción en 21%, incremento del porcentaje de unidades de ladrillo perfectas en un 5% y finalmente se disminuyó el porcentaje de retrasos de producción en un 41%. Se concluyó que el sistema embebido con visión artificial mejora el proceso de producción.

Palabras clave: proceso de producción, sistema embebido, visión artificial.

## Abstract

The general objective of the research was to improve the production process in the company Ladrillos Mochica, through the implementation of an embedded system with artificial vision. The type of research was applied with a pre-experimental experimental design, in addition, for the data collection the registration cards were used, to determine the reliability Cronbach's Alpha was used where the result was very acceptable, for the normality test Shapiro-Wilk was used because the samples were less than 35, to contrast the hypothesis the Wilcoxon Z test and T-Student were used, with a margin of error of 5% and 95% confidence level. For the development of the product, the methodology based on embedded systems was used, we worked with a population of 5000 brick units from which a sample of 72 units was chosen. The results obtained after implementing the embedded system with artificial vision were an increase in the production efficiency level by 21%, an increase in the percentage of perfect brick units by 5% and finally the percentage of production delays was reduced by 41%. It was concluded that the embedded system with artificial vision improves the production process.

Keywords: production process, embedded system, artificial vision.