

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Simulación de la mejora del proceso productivo de pollos para
disminuir la baja productividad en una empresa avícola “Fenix SAC”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO
DE BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

Carlos Manuel Gastelo Millones

ASESOR

Gabriel Blas Santos Confesor

<https://orcid.org/0000-0003-0306-108X>

Chiclayo, 2023

Gastelo Millones TIB1

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	19%	5%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	2%
4	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	www.clubensayos.com Fuente de Internet	1%
6	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
7	rinacional.tecnm.mx Fuente de Internet	<1%
8	dspace.espace.edu.ec Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%

Índice

Resumen	4
Abstract.....	5
Introducción.....	6
Marco teórico.....	7
Metodología.....	11
Resultados.....	12
Discusión	15
Conclusiones.....	17
Recomendaciones	17
Referencias bibliográficas	19
Anexos	20

Resumen

Se tiene por entendida a la simulación como una herramienta científica que genera diversos contextos a los cuales se puede ver incluida a la empresa, mejorando los cuellos botella de la empresa, tiempo ciclo o costos elevados, con la finalidad de mejorar por ejemplo la productividad, eficiencia o rentabilidad. En base a ello para el presente trabajo de investigación se toma como objeto de estudio a la línea de producción de pollos frescos y limpios de la empresa avícola “Fénix SAC” la cual opera de manera ineficiente debido a que se registran problemas en los puestos de trabajo tanto físicos, como de ruido, iluminación, termomagnético y disergonómico. Para esto se ha buscado realizar propuestas de mejora que conlleven a incrementar la productividad en la empresa mediante la simulación de procesos. Específicamente hablando, se desarrolló un diagnóstico del proceso productivo, luego se ha elaborado propuestas de mejora sobre los indicadores en base al estudio de puestos de trabajo, luego se simulo la línea de producción antes y después de las mejoras propuestas, y por último se estimó la viabilidad económica de la propuesta. Como resultado se obtuvo que existirá un incremento de la productividad económica del 1%, en la MOD se registró un incremento del 32%, en cuanto a la productividad laboral 29,1%. En cuanto a la viabilidad económica, con respecto al VAN, TIR, B/C y PRI, se obtuvo 119 516.67 soles, 65.28%, 1.75 y 1 año con 3 meses y 17 días, respectivamente hablando.

Palabras clave: Simulación, Productividad, Industria alimentaria

Abstract

Simulation is understood as a scientific tool that generates various contexts in which the company can be seen to be included, improving the bottlenecks of the company, cycle time or high costs, in order to improve, for example, productivity, efficiency or profitability. Based on this, for the present research work, the production line of fresh and clean chickens of the poultry company "Fénix SAC" is taken as an object of study, which operates in an inefficient manner due to the fact that problems are registered in the positions of physical, noise, lighting, thermomagnetic and disergonomic work. For this, we have sought to make improvement proposals that lead to increased productivity in the company through process simulation. Specifically speaking, a diagnosis of the production process was developed, then improvement proposals were made on the indicators based on the study of jobs, then the production line was simulated before and after the proposed improvements, and finally it was estimated the economic viability of the proposal. As a result, it was obtained that there will be an increase in economic productivity of 1%, in the MOD an increase of 32% was registered, in terms of labor productivity 29.1%. Regarding the economic viability, with respect to the VAN, IRR, B/C and PRI, 119 516.67 soles were obtained, 65.28%, 1.75 and 1 year with 3 months and 17 days, respectively speaking.

Keywords: Simulation, Productivity, Food industry

Introducción

Hoy en día las empresas sean públicas o privadas están en constante cambio con el fin de siempre optimizar sus recursos para generar altos índices de productividad, con esto se puede decir que buscan siempre su eficiencia generando ventajas competitivas en el mercado nacional e internacional. Las fábricas de producción están a la vanguardia de sus procesos, y que estos sean de calidad total alineado con los ISOS generando una cultura de productividad, aprovechando sus recursos para transformar su materia prima en productos terminados de calidad, siendo este el reflejo de que su planeación, sus procesos y sus acciones de la empresa están orientadas a generar eficiencia y por lo tanto generar rentabilidad.

Así mismo uno de los problemas que sucede en los colaboradores o trabajadores de las empresas a nivel industrial es que pasan mucho tiempo frente a una maquinaria, lo que causa muchos problemas de salud. Se estima que, en plantas de producción con poca luminosidad, entre 50 y 90% sufren fatiga ocular, a la vez que las posturas corporales inadecuadas que adoptan les generan tensión muscular que se traduce en dolor de cabeza, cuello y espalda. De allí que nace la ergonomía, la cual estudia cómo adecuar la relación del ser humano con su entorno y la ergonomía física, que es más específica, la estudia las posturas más apropiadas. [1]

Muchos de los obreros en las fábricas trabajan horas extras o trabajan también a destajo teniendo que superar sus horas de trabajo normales de 8 horas diarias según lo manda la ley 728 ley de productividad y competitividad laboral, y más aun cuando no son remunerados de acuerdo a ley, por ello muchos de ellos se sienten desmotivados generando un problema laboral, ya que deben y son obligados a cumplir órdenes de pedido de los clientes en un tiempo indicado, trayendo consigo un personal saturado de tareas por encima de su capacidad, lo cual impacta directamente en una disminución de producción por ende afectando su productividad.

La empresa estudiada para la presente investigación tiene como razón social Empresa avícola “Fénix SAC”, la cual tiene como actividad económica producción de pollos, siendo éste su único producto, es por ello que dicho producto se tomara el proceso productivo para la elaboración del presente trabajo.

En la actualidad la empresa cuenta con 10 trabajadores por cada línea de producción las cuales en total son 6, y se trabajan en 2 turnos, siendo un total de 120 trabajadores en la organización, sin embargo la productividad ha disminuido a mediados de año hasta el final, vendiéndose y produciéndose cada vez menos, con lo cual se desea diseñar una propuesta de mejora sobre los puestos de trabajo, obteniendo así nuevos tiempos de producción mas competentes en los cuales se puede producir mucha mas que antes.

Por ello se la plantea la siguiente pregunta de investigación la cual es, ¿De qué manera la propuesta de mejora del diseño de puestos de trabajo de la empresa avícola Fenix SAC mediante la simulación disminuirá la baja productividad? Para esto se plantea realizar propuestas de mejora que conlleven a incrementar la productividad en la empresa mediante la simulación de procesos. Como objetivos específicos se busca Desarrollar un diagnóstico del proceso productivo, Elaborar propuestas de mejora sobre los indicadores en base al estudio de puestos de trabajo, Simular la línea de producción antes y después de las mejoras propuestas, y Estimar la viabilidad económica de la propuesta.

Marco teórico

Bases teóricas

La productividad

Se tiene que se requiere que existe tanto un numero bienes o servicios, como también los recursos utilizados para poder producir aquellos bienes o servicios. Con lo anteriormente mencionado se puede obtener, desde un punto de vista industrial, la producción total de una fábrica en base a sus recursos utilizados, conociéndose si se pueden utilizar menos recursos y producir las mismas cantidades de producto, o producir mayor cantidad de producto con la misma cantidad de recursos de recursos, o con menos cantidad de recursos [2]. Para esto se tienen los siguientes indicadores a evaluar que son:

Productividad laboral: la productividad laboral se halla teniendo una cifra estimada de la producción, que puede variar en base al periodo de tiempo, ya sea día, semana, mes, año, etc. Esta cifra se divide entra las horas de trabajo realizadas para evaluar

unidades se obtienen por cada hora de trabajo, esto también puede estar ligado con la cantidad de trabajadores.

Productividad de mano de obra: La productividad con respecto a la mano de obra tiene una relación de igual manera entre una cifra estimada de producción entre el número de horas de trabajo por parte de los operarios encargados de la línea de producción,

Productividad total: Este es un indicador que atribuye a poner a la producción total a dividirse entre todos los recursos utilizados en dicha producción, generalmente se considera tanto a la mano de obra, como materia prima y número de máquinas.

Evaluación de condiciones de trabajo del colaborador y su entorno

Condiciones de trabajo en base a la iluminación: Se considera a la iluminación como parte fundamental en cuanto a la mejora de la productividad del trabajador o colaborador, debido a que se puede generar una fatiga ocular en el trabajador, además que su rendimiento se ve decaído, existirá mayor probabilidad de riesgos y por último una gran cantidad de errores en la línea de producción. Por ende se debe realizar una impecable implementación de los sistemas lumínicos en base a el marco normativo de SST. [3]

Condiciones de trabajo en base a la temperatura: En los ambientes de trabajo debe la empresa contar con las temperaturas adecuadas respecto al clima en el que se encuentra cada estación del año, ya que es una condición que tiene por obligación el empleador hacia sus colaboradores, donde existe un nivel o grado de temperatura puesto en las oficinas donde los colaboradores estén la mayor cantidad de tiempo, ellos deben estar entre 17 y 27 grados, calibrado así los sistemas de aire acondicionado y entre 14 y 25 grados cuando las tareas son ligeras y no están mucho tiempo en sus oficinas. [4]

Condiciones de trabajo en base al ruido: En las empresas sean estas públicas o privadas en cualquier país del mundo siempre existirá este riesgo de audición que afecta significativamente a los colaboradores de las empresas, teniendo el riesgo latente de sufrir trastornos de audición. Para que estos puedan protegerse existe los tapones endoaurales, siendo este tipo el menos recomendado, también existe los protectores de copa, siendo este el más recomendado porque logra cubrir toda la zona del oído.

Condiciones de trabajo en base a la ergonomía: Se tiene que esta busca diseñar puestos de trabajo y/o herramientas a o utilizar por el colaborador con el fin de mejorar la calidad laboral de este mismo y incrementando su productividad y eficiencia, además la ergonomía como análisis se encarga de conocer aquellos factores que perjudican de cierta manera al colaborador en su centro laboral y de operaciones, estos son riesgos disergonómicos los cuales causan un riesgo latente en este mismo debido a las posturas inadecuadas que se realizan. [5]

Estudio de movimientos

Se tiene por el estudio de movimientos a una metodología que busca analizar cada movimiento realizado por el operario o colaborador, visualizando así toda su rutina de trabajo y como se mueve físicamente en ella, para así poder identificar todos los movimientos incensarios o que generen algún riesgo a su integridad con la finalidad que al corto, mediano o largo plazo se mas eficiente en su labor y además cuidando su integridad. [6]

Estudio de tiempos

Esta es una metodología utilizada para tomar los tiempos del trabajo empleado en un proceso productivo y analizar estos mismos datos, con la finalidad de mejorarlos. [6]

Simulación de procesos

Es una herramienta creada para trabajar procesos de manera virtual, estudiando y analizando su comportamiento y verificando el impacto que produce sus distintas variables y poder compararlas en la realidad sin generar costos adicionales para la empresa. Es importante destacar que gracias a la simulación se puede esquematizar un proceso del sistema de producción de alguna fabrica o planta procesadora y poder crear un modelo en un entorno virtual, lo cual ayuda significativamente en el escenario negativo al haber cometido alguna falla en cualquier proceso de esa forma se estaría previniendo cualquier error antes de cometerlo de manera real, anticipándonos así a cualquier suceso o hecho real, de ese modo se podría optimizar tiempos, accesos y por ende la toma de decisiones.

Antecedentes

Chapoñan Valdivieso Jorge [7] en su investigación, “Plan de mejora en los procesos productivos en la fabricación de muebles de melamina para incrementar la productividad en una empresa de melamina Chiclayo 2018”, presenta un problema en cuanto a la discusión de su productividad, por lo que la finalidad es mejorar el proceso de su producción, para lograr esto se planteó el elaborar un plan de mejora, así mismo tuvo como objetivos específicos, el diagnosticar la situación actual de la empresa, el diseñar el plan de mejora del proceso y determinar el índice de productividad, dentro de la metodología a emplear se realizó la estandarización del proceso, una redistribución de planta. Donde se obtuvo como resultados el incremento de la producción de roperos en un 25% y de escritorios en un 13%.

Sánchez Carrillo Maricarmen del Rosario, [8] en su investigación “Diseño de puestos de trabajo ergonómicos en la empresa Procode S.A.C., para aumentar la productividad” La empresa ha venido sufriendo diversos problemas, entre ellos el hecho de que los operarios no llegan a producir lo que demanda el cliente, por lo que se enfocan en evaluar la ergonomía para evitar fatigas en el operario y así incrementar la productividad, por lo que se planteó el siguiente objetivo general, hacer un nuevo diseño de puestos de trabajo ergonómicos en la empresa PROCODE S.A.C., y como objetivos específicos, diagnóstico de la empresa y diseñar los puestos de trabajo ergonómicos. La metodología a emplear fue el de analizar las áreas de trabajo e implementar equipos para cada una de ellas lo cual ayuda a evitar posturas disergonómicas y movimientos repetitivos, así mismo se usó el método REBA para cada operario. Como resultados se obtuvieron que aumento la productividad de mano de obra en un 4,79% y en productividad total 1;49%

Calloma Vidaurre Fabrizio Ricardo [9] en su investigación Simulación del proceso productivo de polos con cuello de la empresa Cheensfers S. A. C. para aumentar su productividad, presenta un problema en cuanto a la deficiencia de productividad ya que la empresa tiene una capacidad de producción de 210 unidades, pero solo produce 110 unidades/día. Para el logro de esto se planteó el siguiente objetivo general buscar una mejora en proceso de producción de polos para aumentar la productividad y como objetivos específicos diagnosticar la situación actual del área de producción, y proponer mejoras al proceso actual con ProModel. Se realizo las mejoras en el ProModel en el cual se construirá el modelo en el que se tomaron datos actuales, y posteriormente el

rediseño con las mejoras con lo cual se obtuvieron como resultados, que incremento la productividad en un 16,67%.

López Sánchez Alicia Yesenia y Alcaraz Corona Sergio, [10] en su investigación Simulación para la optimización de la producción de ejes en la línea de ensamblaje de una empresa de manufactura, se plantearon como objetivo el simular el comportamiento de la empresa y generar una solución para el problema, el cual es el desabasto del producto final para cubrir la demanda y como objetivos específicos el diseñar un modelo referente al sistema real con el propósito de poder desarrollar un simulador computacional del modelo. Esto estaría dado en fases, iniciando por la formulación del problema, luego definir parámetros y variables para generar un modelo de simulación del proceso, luego seguir con la recopilación y análisis de los datos para identificar una distribución que se ajuste a dichos datos, la cuarta formular el modelo de simulación, la quinta fase trasladar el modelo a un lenguaje de programación, la sexta realizar la simulación del modelo para obtener resultados y por último la validación del modelo para comprobar si se ajusta a sistema real, teniendo como resultados una suma total para la demanda cumplida de 54123.

Metodología

Para el trabajo de investigación a realizar se debe de considerar las bases teóricas que rigen y orientan a este trabajo, debido a que de manera indirecta como directa se encuentran presentes en este mismo, además de dar a conocer los antecedentes, que en este caso se han considerado artículos científicos, tesis, revistas, etc. Que tenga afinidad al trabajo y se halla desarrollado la simulación de proceso en Promodel, o algún software que diseñe y calcule los indicadores productivos, basándose además en incrementar la productividad o producción de la línea a estudiar, debido a que lo que se desea realizar en el presente trabajo es un incremento de la producción basada en la mejora de la productividad.

Posteriormente se realizará el diagnóstico de la línea de producción de pollos de la empresa Fenix SAC, seleccionándose e interpretándose los datos que serán otorgados por la tesis de Brigham Quiroz [2], Dando a conocer el diagrama de actividades del proceso, Como los tiempos de producción, y el diagrama de Ishikawa basándose en la baja productividad de los colaboradores, todo esto con la finalidad dar a conocer la situación actual de la empresa y conocer que causan engloban a la problemática actual.

Por ultimo se debe de realizar la simulación de la línea de producción para conocer como se producen los pollos en el contexto actual de la organización, con la finalidad de mediante la teoría y la práctica de otras metodologías relacionadas a el diseño y análisis de puestos de trabajo, se puedan proponer mejoras en la planta que permitan así poder incrementar la productividad en los trabajadores y además poder producir mayor cantidad de pollos frescos y limpios. Para finalizar se realiza el estudio de viabilidad económica de la mejora para poder tomar una decisión con respecto a su aplicación, conociéndose si será rentable o no, al corto, mediano o largo plazo.

Resultados

Diagnostico del contexto actual de la empresa

Empezando a dar a conocer a la empresa a grandes rasgos se tiene que opera en la región Lambayeque, denominada “Fenix”, la cual se encuentra inscrita como sociedad anónima cerrada, en donde se realizan operaciones del beneficiado del pollo con la finalidad de obtener un pollo fresco y limpio, el cual ha sido cortado y se han cursorado de quitarle la viseras del cuerpo en donde se encuentran constantemente propensos a lesionarse o dañarse el cuerpo, tanto la parte muscular como la estructura ósea, debido a las horas de trabajo constantes y su trabajo en sí, en el cual constantemente cargan peso mucho mas de lo que exige la normativa de SST, realizándose posturas incorrectas y sin contar con apoyo de algún equipo o herramienta, ocasionando así fatiga muscular y musculoesquelética. En la empresa “Fenix SAC” se trabaja desde las 5 pm de la tarde hasta las 9 am de la mañana, abarcando en gran parte su producción en la noche, se trabajan en 2 turnos contándose 10 operarios por turno y por línea de producción debido a que la empresa cuenta con 6 líneas iguales de producción para satisfacer la alta demanda regional, La empresa Procesos del Norte S.A.C. ubicada en la provincia de Chiclayo, y trabajándose 7 horas con 15 minutos en cada turno, teniendo un descanso de 45 minutos en total. Se trabaja 26 días al mes y por ende al año 317 aproximadamente. La ficha técnica del producto se puede encontrar en el Anexo N°1, en la cual se da a conocer detalladamente las características físico químicas de este mismo. [2]

Diagnóstico de actividades del proceso

Para la realización del diagnóstico de actividades del proceso se han considerado tanto las operaciones, inspecciones, demoras, transporte, etc. Con la finalidad de detallar de manera completa el proceso productivo con todos sus tiempos y conocer la producción en cierto tiempo o viceversa. Para esto se ha desarrollado un DAP, el cual es el Anexo N°2, en donde se conoce que por cada 100 pollos obtenidos la línea de producción demora 168 minutos en procesarlos, lo cual es equivalente a 2.8 horas. Además, que cuenta con 8 operaciones, 1 inspección, 4 esperas, 8 transportes y 0 almacenamientos, esto se puede visualizar de mejor manera en la Ilustración N°1.

Ilustración 1: Tabla de resultados del DAP

RESUMEN			
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)
Operación	○	7	78
Inspección	□	1	10
Espera	D	4	42
Transporte	→	8	38
Almacenamiento	▽	0	0
TOTAL		20	168

Fuente: [2]

Indicadores del proceso productivo

En base a la línea de producción de pollos se han considerado los indicadores de producción y productividad a mejorar, estos son los que se encuentran en la ilustración N° 2, de igual manera se halló la producción teoría la cual es 1003200 pollo/año, pero la producción real es de 968913 pollos/año, esto con referencia al año 2019. También se puede visualizar que la producción tiene una tendencia negativa, debido a que con el pasar de los meses esta va disminuyendo.

Ilustración 2: Ventas registradas en el año 2019 por Fenix SAC

Meses	N° días	Producción real (N° pollos)	PRECIO DE VENTA (S/ /kg)	VENTAS (S)
Enero	26	80 870	6,5	946 179,00
Febrero	24	82 944	6,8	1 015 234,56
Marzo	26	82 092	6,6	975 252,96
Abril	24	81 464	6,9	1 011 782,88
Mayo	26	79 570	6,6	945 291,60
Junio	26	81 676	6,5	955 609,20
Julio	26	85 904	7,4	1 144 241,28
Agosto	26	77 282	6,8	945 931,68
Setiembre	25	80 925	6,6	961 389,00
Octubre	26	78 426	6,7	945 817,56
Noviembre	25	79 000	6,8	966 960,00
Diciembre	24	78 760	8,5	1 205 028,00
TOTAL	304	968 913		12 018 717,72

Fuente: [2]

En cuanto a la productividad económica se obtuvo de la siguiente manera:

Ilustración 3: Proceso de obtención de la productividad económica

$$\begin{aligned}
 \text{Productividad económica} &= \frac{\text{Producción}}{\text{C. insu} + \text{CMOD} + \text{C. sumi} + \text{CIF}} \\
 \text{Productividad económica} &= \frac{968\,913 \text{ pollos}}{(9\,502\,338,27 + 215\,208,00 + 32\,400,00 + 5\,000,00) \text{ soles}} \\
 \text{Productividad económica} &= \frac{968\,913 \text{ pollos}}{9\,754\,946,27 \text{ soles}} = 0,099
 \end{aligned}$$

Esto indica que por cada sol que se invirtió en los costos de Mano de obra, materia prima, suministros, etc. Se está generando 0,099 nuevos soles/ pollos, siendo esta muy baja. En cuanto a la productividad de la mano de obra se obtuvo la producción real dividida por el número de operarios, siendo esta de 8,074.27 pollos por trabajador al año. En cuanto a dar a conocer las causas de la baja productividad se pueden ver en el anexo N°3 el cual se ha representado y analizado mediante un diagrama de Ishikawa.

Simulación del proceso con los indicadores de producción y productividad actuales

En base a lo propuesto se dará a mostrar la simulación del proceso actual de la obtención de pollos fresco y limpios, identificando los indicadores a mejorar, como también las operaciones vistas en el DAP, esta simulación se ha realizado en el software Promodel, añadiéndose todas las estaciones operativas, también se insertaron los tiempos sugeridos por el diagrama, tanto de producción como de transporte y demora o espera, también se considera los turnos y horas de trabajo por turno, y cuantos se encuentran por etapa, que este caso sería 1 operario por cada etapa, siendo 10 por turno de cada línea de producción, y 60 por turno en general, pero solo se está evaluando una línea de producción. Para la actual simulación se insertaron en el ProModel los datos que se han tenido en cuenta anteriormente, los cuales son los tiempos actuales del proceso. La simulación se realizó para un periodo de un día en el cual se obtuvo una producción 517 pollos/día. (ver anexo 4, 5 y 6).

Simulación del proceso con los nuevos indicadores de producción y productividad

En base a las mejoras que se han propuesto en el diseño, se implementó una sustitución de luminarias 13000 lúmenes y 24000, además de accesorios y cables

electicos para su instalación. También se realizó el rediseño de los puestos de trabajo, en donde se añadirá un carrito de transporte, balanza, navajas y cuchillas retractiles, coladores con asas térmicas, sillas ergonómicas y mesas de trabajo de acero inoxidable. Por último, se realiza un plan de capacitaciones, programa de pausas activas, plan de implementación de EPPs. Esto implicaría un aumento de la producción de pollo en el 31.78%, disminuyéndose así los tiempos de producción y transporte que se encuentran en el anexo 10. A continuación, se mostrará una tabla con los nuevos tiempos por actividad y la nueva producción diaria, que de 517 paso a 677. Esto se encuentra en los anexos 7,8 y 9. Además que se realizo la comparativa entre antes y después de la simulación el cual se encuentra en el anexo 11.

Viabilidad económica de la propuesta de mejora

En cuanto a la viabilidad económica se consideró tanto los ingresos como egresos causados por la nueva inversión a realizar. esta tabla se puede encontrar el anexo 12.

Discusión

Para el objetivo simular la mejora del diseño de puesto de trabajo del proceso productivo con la ayuda del programa ProModel para el incremento de la productividad, se tomaron los datos pertinentes que ayudaron a la programación y al diseño del modelo del sistema de producción, como los tiempos de operación cada área, la cantidad de operarios, el tiempo de trabajo de los operarios, la cantidad de materia prima que ingresa al sistema, este software se usó para simular la producción en un mes de la empresa obteniendo que esta fue de 1161 bolsas de 20kg/unidad antes de aplicar la mejora. En el caso de Ferrer Cruz José Efraín y Moras Sánchez Gerardo, [11] en su investigación, “Aplicación de simulación para el incremento de la productividad de una empresa generadora de panela en la ciudad de Tustepec, Oaxaca”, en este caso coincide en el uso del software ProModel para poder simular tanto la situación actual de la empresa y así mismo determinar su productividad, como también el simular el nuevo modelo del sistema productivo después de las mejoras implementadas donde se obtuvo como resultados que la producción actual tenía una producción de 4800 piloncillos por día y con la mejora propuesta incremento su producción a 7200 piloncillos por día. Así mismo Olano Arias Karla Maricielo [10] en su investigación “Simulación de la mejora

del proceso productivo de la empresa granos y cereales S.A.C. para incrementar su producción”, aplicó el software ProModel para simular las propuestas de mejora planteadas que permitirían que incrementara la productividad del sistema de producción de la empresa estudiada teniendo en cuenta los tiempos de operación, los cuales se vieron disminuidos después de aplicar las mejoras y se apreció que la producción aumento de 152 a 173 sacos de menestra. También María Fernanda Ruidias Barrantes [7] en su investigación “Mejora del proceso de producción de la línea de muebles de melamina de la empresa FABRICACIONES LEONCITO S.A.C. para incrementar la productividad”, menciona que se puede hacer uso del software “Corte Certo” para llevar a cabo simulaciones en las que se pueda evidenciar incrementos de productividad, en este software ingresa como datos medidas que forman parte del producto final y este software se encarga de ubicar estas medidas del tal forma de que se genere un modelo con la menor cantidad de mermas posibles, de modo que se evidencia que la productividad aumento en un 25% de la producción de roperos y en un 13% escritorios lineales.

Para incrementar la productividad en el presente trabajo de investigación se propuso mejoras a nivel ergonómico de los puestos de trabajo, esto debido a que la empresa presentaba grandes problemas de malas posturas, movimientos repetitivos y sobrecarga de trabajo las cuales influían en la baja productividad de la empresa, por lo que después de implantar las mejoras la productividad de incremento en 58,3%. Así mismo Lucia Vanessa Sánchez Celiz [8] en su investigación, “Propuesta de mejora en el sistema productivo de muebles de melamina en la empresa edificaciones metálicas SAVI S.A.C. para incrementar su productividad”, menciona que la productividad también puede ser aumentada por la estandarización de algunos de los tiempos mediante los procesos operativos estándar y la propia estandarización en base al tiempo promedio de la mejora, realizando así un balance en la línea de producción. Esto permitió producción diaria aumentara de 4 a 7 escritorios modelo lineal, de 11 a 19 estantes en modelo básico y de 5 a 8 módulos básico de cómputo. También Cienfuegos Caro Diana Carolina [9] en su investigación, “Diseño de puestos de trabajo ergonómicos en una empresa ladrillera para aumenta la productividad”, coincide que para poder incrementar la productividad de una empresa se puede hacer mediante la implementación de propuestas ergonómicas de manera que estas ayuden a que el operario no tenga problemas de salud y se ausente, no realice movimientos repetitivos y forzados que

provoquen utilizar más tiempo del necesario para las actividades. Estas mejoras ergonómicas dentro de esta investigación permitieron que la productividad aumente del 24,7% a un 40% de productividad dentro de la empresa.

Conclusiones

Se desarrollo el diagnostico del proceso productivo, en donde se dio a conocer los horarios, tiempos de producción por cada 100 pollos, la mano de obra, las causas posibles de la bajo productividad, la línea de producción con los tiempos tanto de producción como de transporte, todo esto con la finalidad de tener una base que mejorar y poder simular de manera correcta en ProModel

Se elaboraron propuestas de mejora las cuales se pudieron visualizar de manera cuantitativa en la simulación con mejora, en donde se detalló que la producción aumento en un 31% debido a que se realizó una sustitución de luminarias, el rediseño de los puestos de trabajo, en donde se añadirá un carrito de transporte, balanza, navajas y cuchillas retractiles, coladores con asas térmicas, sillas ergonómicas y mesas de trabajo de acero inoxidable, se realiza un plan de capacitaciones, programa de pausas activas, plan de implementación de EPPs

Se simulo el antes y después de la propuesta de mejora, en donde al final en los anexos se añadió una tabla indicando en que se mejor comparando indicadores como de producción y productividad, la simulación se realizó con ProModel de manera satisfactoria, simulándose un solo día en donde antes de la mejora diariamente en una línea de producción en un solo turno se producían 517 pollos mientras que con la mejora se producían 677 pollos.

Se estimo la viabilidad económica de la propuesta añadiéndose el VAN, TIR, B/C y PRI, los cuales son 119 519. 57, 65.28%, 1.75 y 1 año con 3 meses y 17 días, respectivamente hablando.

Recomendaciones

Se recomienda a todos quienes deseen elaborar una simulación de procesos en software, utilizar el ProModel, debido a que es muy interactivo y fácil de usar, pero teniendo un dominio básico de este mismo, para así tener resultados acorde a lo que se

requiere simular y se pueda evidenciar las mejoras ya sea en rediseño de planta, cambio de maquinaria, entre otras.

Para plasmar la simulación de procesos se debe de identificar las etapas de manera correcta y ordenada como sus tiempos tanto de producción como de transporte para poder insertarlos de manera correcta en el ProModel.

Saber el estado actual de la empresa con respecto a los indicadores de productividad para demostrar el incremento de la misma con las propuestas de mejoras dadas y posteriormente poder plasmarlo en el ProModel.

Referencias bibliográficas

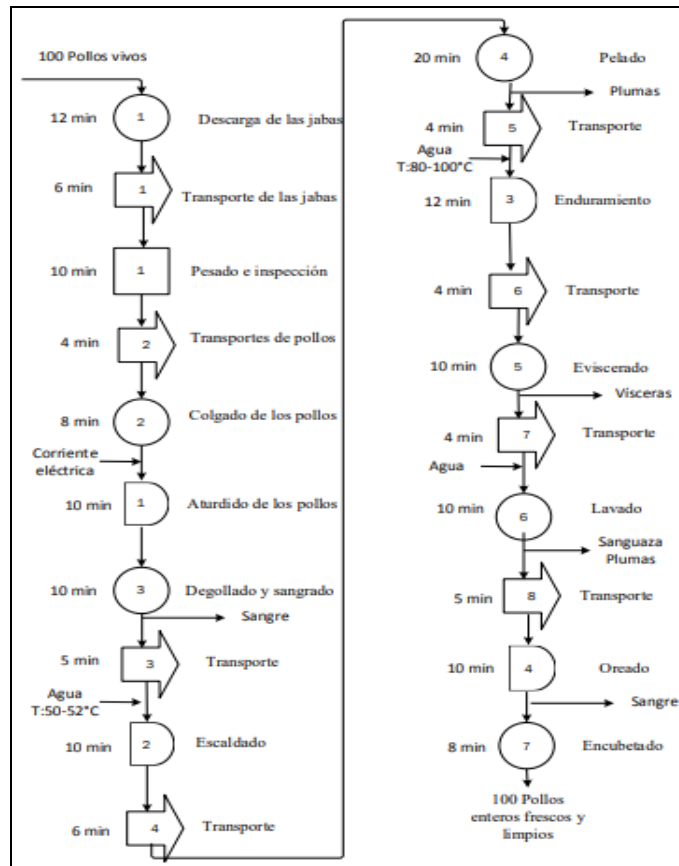
- [1] M. Guillen, «Ergonomía y la relación con los factores de riesgo en salud ocupacional».
- [2] B. Y. N. QUIROZ, «Repositorio de tesis USAT,» 2022. [En línea]. Available: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4576/1/TL_NavarroQuirozBrigham.pdf. [Último acceso: junio 2022].
- [3] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), «Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para la evaluación y acondicionamiento de los puestos,» Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), Madrid, 2015.
- [4] D. Gil, «Prevención riesgos entorno laboral Universidad de Valencia,» 29 06 2016. [En línea]. Available: <https://www.uv.es/uvweb/master-prevencion-riesgos-laborales/es/blog/riesgos-mantener-temperatura-inadecuada-espacio-trabajo-1285959319425/GasetaRecerca.html?id=1285974053926>.
- [5] W. Laurig y V. Joachim, «Ergonomia,» de *Enciclopedia de seguridad y salud en el trabajo*.
- [6] R. Castaño, «Casteño y Hayek,» [En línea]. Available: <https://cecma.com.ar/wp-content/uploads/2019/04/estudio-del-trabajo-rev1-solo-lectura-modo-de-compatibilidad.pdf>. [Último acceso: 20202].
- [7] C. V. JORGE, «Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo,» 2018. [En línea]. Available: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26634/Chapo%c3%blan_V J.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 05 junio 2022].
- [8] S. C. M. d. Rosario, «Repositorio de Tesis USAT,» 2018. [En línea]. Available: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1740/1/TL_SanchezCarrilloMaricarmen.pdf. [Último acceso: 2022].
- [9] C. V. F. Ricardo, «Simulación del proceso productivo de polos con cuello de la empresa Cheensfers S.A.C. para aumentar su productividad,» 2021. [En línea]. Available: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4364/1/TIB_CallomaVidaurreFabrizio.pdf. [Último acceso: 2022].
- [10] A. Lopez Sanchez y S. Alcaraz, «Simulación para la optimización de la producción de ejes en la línea de ensamblaje de una empresa de manufactura,» *Ingeniería Investigación y Tecnología*, nº 1, 2019.

Anexos

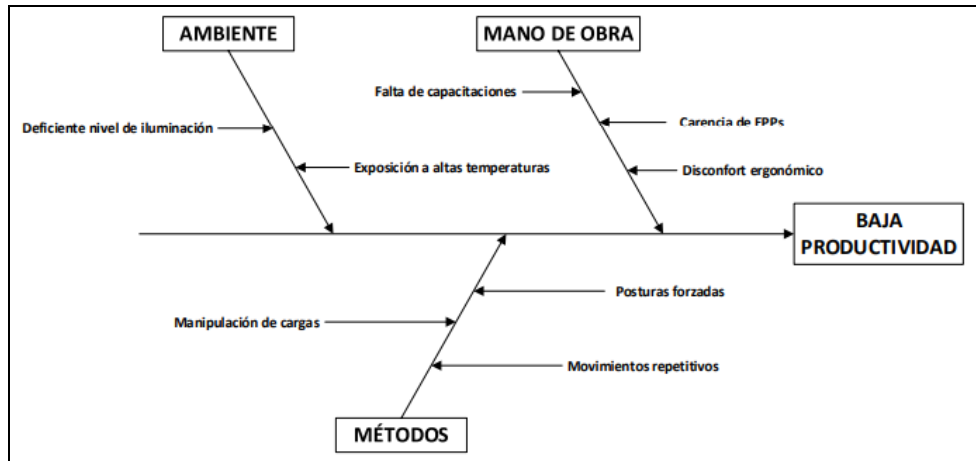
Anexo 1: Ficha técnica del producto

FICHA TÉCNICA DEL POLLO FRESCO	
I. GENERALIDADES	
NOMBRE:	POLLO FRESCO
SUBFAMILIA:	POLLO FRESCO ENTERO
FAMILIA:	POLLO FRESCO ENTERO LIMPIO
II. DESCRIPCIÓN	
Es la carcasa del pollo fresco sin menudencia (S/P) con grasa abdominal, presenta corte abdominal vertical sin cloaca. Con buena conformación (distribución proporcional y desarrollo armónico de los componentes anatómicos de la carcasa, piel, tejido muscular, óseo y adiposo)	
III. COMPONENTES	
Carcasa de pollo	
IV. ESPECIFICACIONES FÍSICAS	
Libres de contaminantes físicos, sin huesos rotos ni dislocaduras. Puede presentar coloraciones rojizas a nivel superficial de la carcasa, ya sea en la pechuga, pierna, muslo, rabadilla, espinazo o ala, con ligera presencia de plumillas o cañones.	
IV. ESPECIFICACIONES QUÍMICAS	
Límite Máximo de Residuos (LMR) de acuerdo a norma nacional y CODEX Alimentarius.	
V. USO/PREPARACIÓN/CONSUMO	
Consumir previa cocción.	
Destinado para el público en general.	

Anexo 2: Diagrama de actividades del proceso productivo de pollos frescos



Anexo 3: Diagrama de Ishikawa sobre la baja productividad de los colaboradores



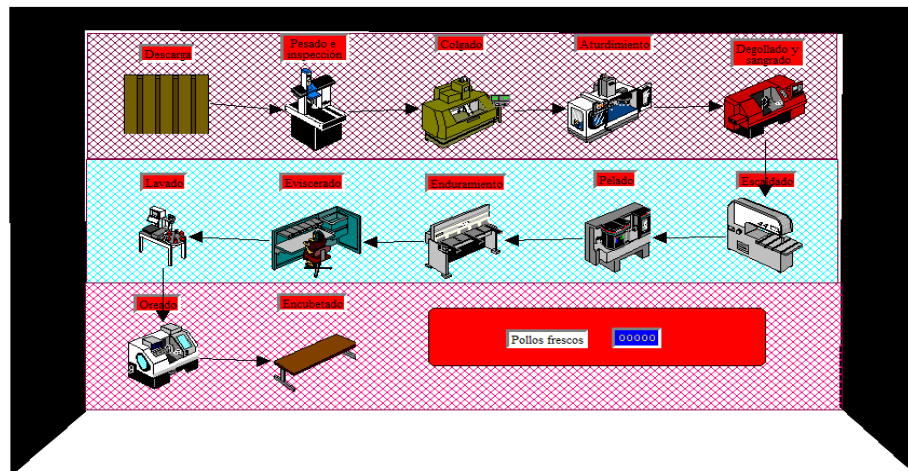
Anexo 4: Programación en ProModel de la línea de producción sin mejora

Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadist	Reglas...	Notas...
	Descarga	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Pesado_e_inspección	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Colgado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Aturdimiento	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Degollado_y_sangrado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Escaldado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Pelado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Enduramiento	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Eviscerado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Lavado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Oreado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Encubetado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	

Icono	Nombre	Velocidad (rpm)	Estadist	Notas...
	Pollos	50	Serie de tiempo	
	Pollo_pelado	50	Serie de tiempo	
	Pollo_eviscerado	50	Serie de tiempo	
	Pollo_oreado	50	Serie de tiempo	
	Pollo_fresco	50	Serie de tiempo	

Entidad...	Locación...	Operación...
Pollos	Pesado_e_inspección	Wait 0.10 min
Pollos	Colgado	Wait 0.00 min
Pollos	Aturdimiento	Wait 0.10 min
Pollos	Degollado_y_sangrado	Wait 0.10 min
Pollos	Escaldado	Wait 0.10 min
Pollos	Pelado	Wait 0.20 min
Pollo_pelado	Enduramiento	Wait 0.12 min
Pollo_pelado	Eviscerado	Wait 0.10 min
Pollo_eviscerado	Lavado	Wait 0.10 min
Pollo_eviscerado	Oreado	Wait 0.10 min
Pollo_oreado	Encubetado	Wait 0.00 min

Anexo 5: layout en ProModel línea de producción sin mejora



Anexo 6: Resultados de línea de producción sin mejora

Locación Resumen									
Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización	
Descarga	14.00	1.00	518.00	0.12	0.07	1.00	0.00	7.40	
Pesado e inspección	14.00	1.00	518.00	0.10	0.06	1.00	0.00	6.17	
Colgado	14.00	1.00	518.00	0.08	0.05	1.00	0.00	4.93	
Aturdimiento	14.00	1.00	518.00	0.10	0.06	1.00	0.00	6.17	
Degollado y sangrado	14.00	1.00	518.00	0.10	0.06	1.00	0.00	6.17	
Escaldado	14.00	1.00	518.00	0.10	0.06	1.00	0.00	6.17	
Pelado	14.00	1.00	518.00	0.20	0.12	1.00	1.00	12.31	
Enduramiento	14.00	1.00	517.00	0.12	0.07	1.00	0.00	7.39	
Eviscerado	14.00	1.00	517.00	0.10	0.06	1.00	0.00	6.15	
Lavado	14.00	1.00	517.00	0.10	0.06	1.00	0.00	6.15	
Oreado	14.00	1.00	517.00	0.10	0.06	1.00	0.00	6.15	
Encubetado	14.00	1.00	517.00	0.08	0.05	1.00	0.00	4.92	

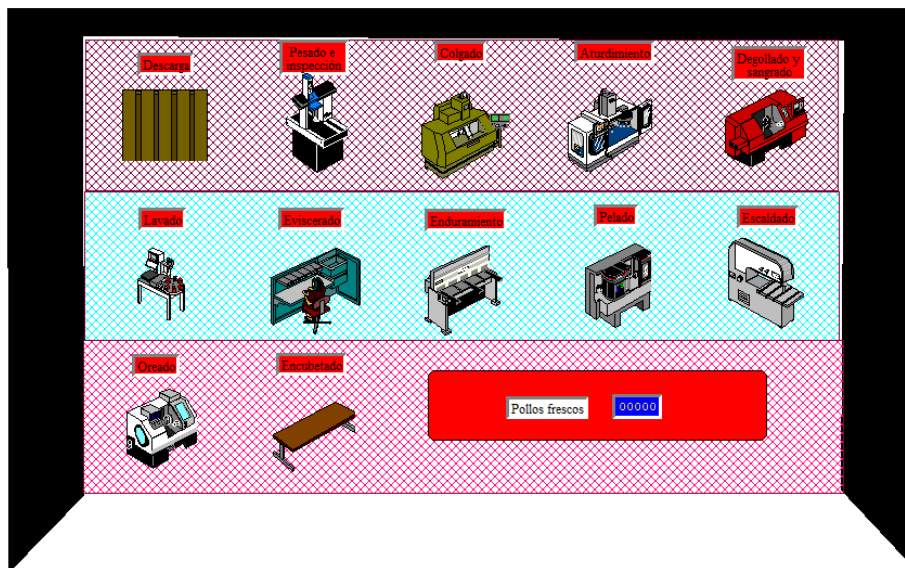
Anexo 7: Programación en ProModel de la línea de producción con mejora

Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadist	Reglas...	Notas...
	Descarga	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Pesado_e_inspección	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Colgado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Aturdimiento	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Degollado_y_sangrado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Escaldado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Pelado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Enduramiento	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Eviscerado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Lavado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Oreado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	Encubetado	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	

Icono	Nombre	Velocidad (mpm)	Estadist	Notas...
	Pollos	50	Serie de tiempo	
	Pollo_pelado	50	Serie de tiempo	
	Pollo_eviscerado	50	Serie de tiempo	
	Pollo_oreado	50	Serie de tiempo	
	Pollo_fresco	50	Serie de tiempo	

Entidad...	Locación...	Operación...
Pollos	Descarga	Wait 0.081864 min
Pollos	Pesado_e_inspección	Wait 0.068220 min
Pollos	Colgado	Wait 0.054876 min
Pollos	Aturdimiento	Wait 0.068220 min
Pollos	Degollado_y_sangrado	Wait 0.068220 min
Pollos	Escaldado	Wait 0.068220 min
Pollos	Pelado	Wait 0.136440 min
Pollo_pelado	Enduramiento	Wait 0.081644 min
Pollo_pelado	Eviscerado	Wait 0.068220 min
Pollo_eviscerado	Lavado	Wait 0.068220 min
Pollo_eviscerado	Oreado	Wait 0.068220 min
Pollo_oreado	Encubetado	Wait 0.054876 min

Anexo 8: Layout en ProModel de la línea de producción con mejora



Anexo 9: Programación en ProModel de la línea de producción con mejora

Locación Resumen								
Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
Descarga	14.00	1.00	678.00	0.08	0.07	1.00	0.00	6.62
Pesado e inspección	14.00	1.00	678.00	0.07	0.05	1.00	0.00	5.49
Colgado	14.00	1.00	678.00	0.06	0.04	1.00	0.00	4.44
Aturdimiento	14.00	1.00	678.00	0.07	0.05	1.00	0.00	5.49
Degollado y sangrado	14.00	1.00	678.00	0.07	0.05	1.00	0.00	5.49
Escaldado	14.00	1.00	678.00	0.07	0.05	1.00	0.00	5.49
Pelado	14.00	1.00	677.00	0.14	0.11	1.00	0.00	10.96
Enduramiento	14.00	1.00	677.00	0.08	0.07	1.00	0.00	6.61
Eviscerado	14.00	1.00	677.00	0.07	0.05	1.00	0.00	5.48
Lavado	14.00	1.00	677.00	0.07	0.05	1.00	0.00	5.48
Oreado	14.00	1.00	677.00	0.07	0.05	1.00	0.00	5.48
Encubetado	14.00	1.00	677.00	0.06	0.04	1.00	0.00	4.43

Anexo 10: Obtención de los nuevos tiempos en base al incremento de la producción

	Tiempos antes	Factor multiplicador		Tiempo actual
Descarga	12	100%	68.22%	8.1864
Transporte	6	100%	68.22%	4.0932
Pesado e inspección	10	100%	68.22%	6.8220
Transporte de pollos	4	100%	68.22%	2.7288
Colgado	8	100%	68.22%	5.4576
Atrudimiento	10	100%	68.22%	6.8220
Degollado y sangrado	10	100%	68.22%	6.8220
Transporte	5	100%	68.22%	3.4110
Escaldado	10	100%	68.22%	6.8220
Transporte	6	100%	68.22%	4.0932
Pelado	20	100%	68.22%	13.6440
Transporte	4	100%	68.22%	2.7288
Enduramineto	12	100%	68.22%	8.1864
Transporte	4	100%	68.22%	2.7288
Eviscerado	10	100%	68.22%	6.8220
Transporte	4	100%	68.22%	2.7288
Lavado	10	100%	68.22%	6.8220
Transporte	5	100%	68.22%	3.4110
Oreado	10	100%	68.22%	6.8220
Encubetado	8	100%	68.22%	5.4576

Anexo 11: Comparación de indicadores antes y después de la simulación

INDICADOR	UNIDADES	ANTES DE LA MEJORA	DESPUÉS DE LA MEJORA	DIFERENCIA	VARIACIÓN
Producción	pollos/año	968 913	1 276 800	307 887	31,8%
Productividad económica	pollos/soles invertidos	0,099	0,100	0,0010	1,0%
% cumplimiento con adecuado nivel de iluminación	%	30,6%	100,0%		69,4%
% cumplimiento con adecuado nivel térmico	%	33,3%	100,0%		66,7%
% cumplimiento con adecuado nivel de ruido	%	100,0%	100,0%		0%
% puestos de trabajo con riesgo alto disergonómico por posturas forzadas	%	100,0%	0,0%		-100,0%
% puestos de trabajo con riesgo alto disergonómico por manipulación de cargas	%	100,0%	0,0%		-100,0%
% puestos de trabajo con riesgo alto disergonómico por movimientos repetitivos	%	100,0%	0,0%		-100,0%

Anexo 12: Evaluación económica sobre la propuesta

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
INGRESOS		S/ 210 298,40	S/ 230 332,40	S/ 254 375,20
Aumento de las utilidades		S/ 210 298,40	S/ 230 332,40	S/ 254 375,20
EGRESOS	S/ 101 071,97	S/ 120 497,97	S/ 120 497,97	S/ 120 497,97
INVERSIÓN				
Sustitución de luminarias	S/ 8 580,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
Diseño de los puestos de trabajo	S/ 19 947,80	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
Capacitaciones del personal	S/ 12 538,01	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
Programa de pausas activas	S/ 8 770,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
Implementación de EPPS	S/ 42 047,80	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
COSTOS				
Sustitución de luminarias	S/ 0,00	S/ 5 620,00	S/ 5 620,00	S/ 5 620,00
Capacitaciones del personal	S/ 0,00	S/ 12 538,01	S/ 12 538,01	S/ 12 538,01
Programa de pausas activas	S/ 0,00	S/ 29 390,00	S/ 29 390,00	S/ 29 390,00
Implementación de EPPS	S/ 0,00	S/ 42 047,80	S/ 42 047,80	S/ 42 047,80
Imprevisto 10%	S/ 9 188,36	S/ 10 954,36	S/ 10 954,36	S/ 10 954,36
Utilidad Operativa		S/ 111 743,01	S/ 131 777,01	S/ 155 819,81
(Depreciación)		S/ 5 000,00	S/ 5 000,00	S/ 5 000,00
Utilidad antes de Impuestos		S/ 106 743,01	S/ 126 777,01	S/ 150 819,81
(Impuesto a la Renta 30%)		S/ 32 022,90	S/ 38 033,10	S/ 45 245,94
Flujo de Caja Anual	-S/ 101 071,97	S/ 74 720,10	S/ 88 743,90	S/ 105 573,86
Flujo de Caja Acumulado	-S/ 101 071,97	-S/ 26 351,87	S/ 62 392,03	S/ 167 965,90
VAN		119 516,67		
TIR		65,28%		
B/C		1,75		
TR		1 año con 3 meses con 17 días		