



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**INDUSTRIAL**

**“APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN EL  
PROCESO PRODUCTIVO PARA AUMENTAR LA  
PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA CURTIEMBRE PIEL  
TRUJILLO S.A.C-2016”**

Tesis para optar el título Profesional de:

Ingeniero Industrial

**Autor:**

Pedro Richard Villegas Jiménez

**Asesores:**

Dr. Elías Gutiérrez Pesantes

Mg. Andrés Alberto Ruiz Gómez

**Línea de Investigación**

Gestión Empresarial y Productiva

**Trujillo – 2017**

## **JURADO CALIFICADOR**

---

**PRESIDENTE**

Mg. Santos Santiago Jávez Valladares

---

**SECRETARIO**

Mg. Lucía Rosario Padilla Castro

---

**VOCAL**

Mg. Elmer Tello De La Cruz

## DEDICATORIA

A DIOS por guiarme por el buen sendero para alcanzar uno de mis objetivos profesionales, además por la salud y trabajo que no faltaron para concluir con éxito mi labor.

### A MIS PADRES: PEDRO Y CARMEN

Mi profundo amor y gratitud, por sus denotados esfuerzos por apoyarme material, espiritual y moralmente a los cuales les dedico el fruto de mi labor.

### A MIS HERMANOS:

Quiénes han sido en este tiempo compañeros inseparables de aliento y superación.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad César Vallejo por formarme integralmente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias como ingeniero y de manera muy especial a mis asesores los ingenieros Elías Gutiérrez Pesantes Y Padilla Castro Rosario, Por otro lado también demuestro mi particular deferencia con la empresa Piel Trujillo S.A.C quién me brindó la oportunidad de desarrollar mi investigación y dentro de ella especialmente al Sr Víctor Rebaza Benites y Ing. Vladimir de la Roca Moran, de la empresa Piel Trujillo S.A.C, Gerente General y Jefe Producción respectivamente de la empresa Piel Trujillo S.A.C.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo Pedro Richard Villegas Jiménez con DNI N° 45228298, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, Marzo del 2017.

Pedro Richard Villegas Jiménez

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada "Aplicación de la teoría de restricciones en el proceso productivo para aumentar la productividad de la empresa curtiembre Piel Trujillo S.A.C-2016", en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

Esperando cumplir con los requisitos aprobación.

Pedro Richard Villegas Jiménez

**ACTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS  
EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código: F08-PP-PR-02.02

Versión: 07

Fecha: 31-03-2017

Página: 1 de 1

Yo **Pedro Richard Villegas Jiménez**, identificado con DNI N° 45228298, egresado de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, autorizo la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación denominado: “Aplicación de la teoría de restricciones en el proceso productivo para aumentar la productividad de la empresa curtiembre Piel Trujillo S.A.C-2016” , en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el decreto legislativo 822, ley sobre Derecho de autor, art. 23 y Art. 33.

\_\_\_\_\_  
Firma

DNI:45228298

Trujillo, Agosto del 2018

Código: F06-PP-PR-02.02

Versión: 07

Fecha: 31-03-2017

Página: 1 de 1

**ACTA DE APROBACIÓN DE  
ORIGINALIDAD DE TESIS**

Yo, Alex **Benites Aliaga** docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo sede Trujillo, revisora de la tesis titulada: “Aplicación de la teoría de restricciones en el proceso productivo para aumentar la productividad de la empresa curtiembre Piel Trujillo S.A.C-2016” del estudiante **Villegas Jiménez Pedro Richard**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de verificable en el reporte de originalidad del programa turnitin.

La suscrita analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Trujillo, Agosto del 2018

---

Ing. Alex Benites Aliaga

DNI:



## ÍNDICE

JURADO CALIFICADOR .....	i
DEDICATORIA .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iv
PRESENTACIÓN .....	v
ÍNDICE .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	3
1.2. TRABAJOS PREVIOS.....	5
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA .....	10
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	22
1.5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	23
1.6. HIPÓTESIS .....	23
1.7. OBJETIVOS .....	23
II. MARCO METODOLÓGICO .....	24
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	24
2.2. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES .....	24
2.2.1. Descripción de variables:.....	24
2.2.2. Operacionalización de variables: .....	25
2.3. POBLACIÓN, MUESTRA .....	26
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	26
2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	27
III. RESULTADOS.....	28
3.1. Análisis del proceso productivo actual. ....	28
3.1.1. Descripción de la empresa a investigar .....	28
3.1.2. Diagrama de actividades .....	31
3.2. Determinación de productividad diaria .....	34
3.3. Mejora propuesta usando la metodología de la teoría de restricciones (TOC).....	37

3.3.1.	Identificar las restricciones.....	37
3.3.2.	Decidir cómo EXPLOTAR las restricciones .....	39
3.3.3.	Subordinar todo a la restricción .....	44
3.3.4.	Elevar la restricción .....	44
3.3.5.	Regresar al paso 1 .....	46
3.4.	Estimar el efecto de la mejora usando Promodel.....	46
3.5.	Evaluación económica de la propuesta de implementación para elevar restricciones.....	48
IV.	DISCUSIÓN .....	55
V.	CONCLUSIONES .....	57
VI.	RECOMENDACIONES .....	58
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
	ANEXOS .....	62
	D) RECURSOS Y PRESUPUESTOS.....	75
	Recursos: .....	75
	Presupuesto: .....	75
	Financiamiento.....	76
	Cronograma de ejecución .....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	25
Tabla 2. Cursograma analítico de proceso Curtiembre Piel Trujillo SAC.....	31
Tabla 3. Cálculo de productividad Piel Trujillo SAC - Agosto – 2016.....	43
Tabla 4. Cálculo de tiempo estándar empresa Piel Trujillo SAC - Agosto 2016.....	37
Tabla 5. Reporte de locaciones en Promodel.....	49
Tabla 6. Actividad de la entidad en promodel.....	49
Tabla 7. Reporte de locaciones después de explotación de restricciones.....	46
Tabla 8. Actividad de la entidad en ProModel después de explotación de restricciones...	43
Tabla 9. Presupuesto estudio de investigación .....	75
Tabla 10. Cronograma de ejecución .....	76
Tabla 11. Cálculo de N empresa Piel Trujillo SAC - Agosto 2016.....	78
Tabla 12. Factores de Calificación.....	78
Tabla 13. Tablas de suplemento.....	69
Tabla 14. Análisis técnico de variación de productividad.....	51
Tabla 15. Evaluación económica de proyecto de secado en cámaras.....	53
Tabla 16. Distribución de la inversión a realizar.....	50
Tabla 17. Cuadro de Reembolso - Prestamo bancario Cofide.....	51
Tabla 18. Cuadro de reembolso - Préstamo Bancario BCP.....	52
Tabla 19. Resumen de Reembolso de préstamos consolidado.....	53
Tabla 20. Flujo de caja de proyecto de Inversión.....	54
Tabla 21. Indicadores de rentabilidad de proyecto de inversión.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama Organizacional Curtiembre Piel Trujillo S.A.C., 2016.....	29
Figura 2. Productividad Tiempo ( pie2 /min) Piel Trujillo SAC .....	36
Figura 3. Locaciones de trabajo ingresadas en Promodel.....	39
Figura 1. Entidades ingresadas en Promodel Piel Trujillo.....	40
Figura 2. Recursos ingresados en Promodel.....	40
Figura 3. Procesos ingresados en Promodel.....	41
Figura 7. Modelado de Sistema productivo .....	42
Figura 8. Explotación de restricción en Promodel. ....	44
Figura 9. Análisis técnico de variación de productividad .....	47
Figura 10. Piel de Cuero.....	81
Figura 11. Producto Terminado.....	81
Figura 12. Materia Prima.....	81
Figura 13. Secado al Ambiente.....	82
Figura 14. Producto Semiterminado.....	82

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como principal objetivo aplicar la teoría de restricciones en el proceso productivo de la curtiembre Piel Trujillo S.A.C. para aumentar su productividad en el año 2016, para lograr esto se diseñó un diagrama de operaciones, se halló la frecuencia diaria de la productividad, tiempo promedio es 4.37 pie<sup>2</sup> / min y la productividad de materia prima es igual a 34.10 pie<sup>2</sup> / piel. Luego se calculó el tiempo estándar del proceso que es la actividad “secado al ambiente” (1563 min/lote) que significa una restricción para el sistema productivo, luego se hizo uso del software del Promodel en dos momentos, momento inicial y en el momento final después de aplicar TOC Donde se simuló la situación actual y luego con la máquina de cámaras de secado, además del costo de inversión y financiamiento de la maquina calificado como viable porque nos da un VNA de S/. 1384091.71 con TIR de 161%, cual es mayor al CPPC del proyecto de inversión de 17.64%. De esta manera se ha logrado minimizar las restricciones teniendo al inicio un porcentaje de bloqueo de 49.144% lo que significa que es casi la mitad en tiempo esperando una locación desocupada hasta un porcentaje de 24.36% al final de la aplicación del Promodel. La variación de la productividad después de aplicar TOC en el Promodel, se verifica que hay un incremento de 22.9%.

**PALABRAS CLAVE:** Teoría de restricciones, Promodel, productividad, sistema productivo, estudio de tiempos.

## ABSTRACT

The present thesis had as main objective to apply the theory of restrictions in the productive process of the tannery Piel Trujillo S.A.C. To increase its productivity in the year 2016, To achieve this we designed a diagram of operations, found the daily frequency of productivity, Average time is 4.37 pie2 / min and raw material productivity is equal to 34.10 pie2 / skin.

Then the standard time of the process is calculated which is the activity "drying to the environment" (1563 min / lot) which means a restriction for the productive system, Then the Promodel software was used in two moments, starting moment and at the final moment after applying TOC Where the current situation was simulated and then with the drying chamber machine, Besides the cost of investment and financing of the machine qualified as viable because it gives us a VNA of S /. 1384091.71 with un TIR 161%, Which is greater than the CPPC of the investment project of 17.64%.

In this way it has been possible to minimize the restrictions having at the beginning a blocking percentage of 49.144% which means that it is almost half in time waiting for an unoccupied location until a percentage of 24.36% at the end of the application of Promodel. The variation in productivity after applying TOC in the ProModel shows that there is an increase of 22.9%.

**KEY WORDS:** Theory of constraints, ProModel, productivity, productive system, time study.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

La industria del cuero tiene como sector primario a las curtiembres que tiene como principal mercado a las Mypes de calzado ya que gran parte de la producción de las curtiembres se concentran en la industria del calzado.

El sector curtiembre a nivel nacional se concentran en Lima seguido por Arequipa y Trujillo; actualmente existe un incremento considerable de las exportaciones de pieles saladas que es materia prima para la industria de la curtiembre, ocasionando de esta manera una escasez que incurre en un incremento del costo por Kg de pieles; ésta realidad perjudica a las curtiembres y a la industria nacional de los derivados del cuero, además surge del incremento de la importación de cuero sintético que reemplaza al cuero nacional peruano; sumándose a ello está también las normas gubernamentales implementadas por el estado peruano respecto al impacto, social, económico y ambiental de este sector a través de su órgano fiscalizador *Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)* convirtiéndose en un motivo adicional para operar en el informalismo, el resultado es menos ingresos económicos para el gobierno de parte de éste sector empresarial (el PBI de la preparación de cueros de los años 1994, 2000, 2006 y 2012 fue de 97,3; 57,6; 47,4 y 55,5 millones de soles respectivamente), según información brindada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, (Jara, 2013).

La Asociación de Exportadores (ADEX) aduce que el sector cuero es dinámico; pero, ante la presencia de productos importados, están en desventaja y pierden competitividad afectando directamente a las empresas de este sector, entre ellas las curtiembres, quienes pierden productividad y rentabilidad; a esto también se le suma, la escasez de materia prima ya que son compradas y exportadas directamente de los

locales de degüello o camales, se estima haber perdido entre 40% de clientes y sus ventas se han perdido en un 50%, ante esto se indica que se debe trabajar en diferentes puntos de acción con el fin de ser más eficientes empresarialmente para competir con los productos extranjeros sobre todo asiáticos (Industrias, 2013).

El sector curtiembre es el primer eslabón de toda una cadena de valor de la industria del cuero, en este sector primario de las curtiembres en las Mypes de este sector curtiembre, el cuero se obtiene en los camales-acopiadores de pieles, se traslada mediante un proceso práctico, sin utilizar mucha tecnología y sin mucha mano de obra calificada, se lava y quita el pelo con ayuda de productos químicos en los botales, se descarna, se divide el espesor de la piel, posteriormente a curtir en cromo en botal, obteniendo el cuero (wet blue) cuero semi terminado que es un producto de alta demanda en el extranjero debido a su bajo costo para los importadores, de esta manera es cada vez más escaso para la producción de la industria nacional local esto tiene un impacto directo en la baja producción y productividad, además la industria de curtido del cuero también es relativamente pequeña debido al limitado desarrollo tecnológico de los procesos de curtiembres y acabados. (Soto, 2007).

Dado la competitividad del producto extranjero en el mercado local, la falta de mejoras de las empresas del sector curtiembre, la escasez de materia prima, la entrada de cuero sintético al mercado nacional y local ante esto el sector cuero y calzado debe necesariamente implementar medidas que le permitan optimizar sus recursos, disminuyendo al máximo su nivel de desperdicios y tiempos muertos; sea de materia prima, mano de obra o energía, y demás que permita reducir sus costos sin reducir la calidad de su producto. En este sentido existen metodologías de gestión que le ayudan a este propósito empresarial como la teoría de restricciones la cual permite identificar las actividades que restringen la secuencia óptima del proceso productivo, para



analizarlos y eliminar dicha restricción de tal manera que alcanzar los objetivos (Campos, 2013).

En este contexto se encuentra la empresa Piel Trujillo S.A.C. dedicada al rubro de curtido y acabado de pieles en el sector cuero, comercializando sus productos en el mercado local Lima y Arequipa, Piel Trujillo S.A.C, la cual es una pequeña empresa trujillana que comenzó a funcionar desde el año de 1995, actualmente tiene una venta promedio de 1470 pieles que equivale a 44100 pie<sup>2</sup> de pieles mensual con un valor de 10 mil soles aproximadamente, actualmente solo está produciendo al 30% de su capacidad instalada, con una productividad general de S/ 2,02 por cada sol ganado comparada con el sector que es de S/. 5,1 por cada sol ganado aproximadamente; denotándose que la empresa está muy por debajo del sector, los tiempos no se están cumpliendo y no se está llegando a los objetivos esperados. Este bajo nivel de producción se debe a problemas de calidad debido al desgaste de sus máquinas, procesos no estandarizados, falta de control, capacitación de su personal, insumos a destiempo, además la escasez de materia prima debido que están siendo exportadas; también una escasa gestión financiera, por lo cual se pretende analizar los procesos de producción de la curtiembre y aplicar la teoría de restricciones (TOC) para reducir las restricciones que están afectando la productividad de la empresa.

## **1.2. TRABAJOS PREVIOS**

Para darle sustento a la presente tesis se recurre a trabajos previos por esto encontramos, estudios de investigación como el de Chun Hung Cheng y Jaydeep Balakrishnan, con su investigación “Theory of constraints and linear programming”, *Septiembre 2010*, para optar el título de magister de operaciones, en la Universidad de Calgary- Canadá, en la cual se buscó demostrar el impacto de la teoría de Restricciones para mejorar un proceso, utilizando la Programación Lineal en la mejora de

procesos, se puede decir que la unidad específica mejora la restricción, en este caso el análisis dos productos P Y Q, en donde el proceso "A" es la restricción para la producción de "P", donde se obtuvo un beneficio no óptimo de un 30 % de ahorro en recursos sin embargo la solución cuando se logra tener los recursos a tiempo en el proceso "A" la solución óptima fue de  $P = 100$ ,  $P_x = 13.7$ ,  $Q = 50$  y  $Q_x = 19.5$  con un mayor beneficio de un 45 % más con un evidente ahorro de los recursos utilizados y del tiempo utilizando para el mismo proceso "A", reduciendo notablemente la restricción del proceso productivo del producto "P", de esta manera se llega a la conclusión que no hay ningún valor en la adquisición de los recursos para los siguientes procesos, simplemente la llegada de los recursos para las actividades del proceso "A" en el momento que realmente se requiere. (Jaydeep, y otros, 2010).

Además el estudio de investigación de Reyes Delgado Pedro Wilfrido, titulada: "Mejoramiento de la productividad en la empresa Supan mediante aplicación de TOC" tuvo como principal objetivo; mejorar la productividad de la línea de producción de enrollados de la empresa SUPAN, mediante la aplicación de la teoría de restricciones (TOC), en el diagnóstico se han utilizado diagramas de operaciones, de bloque, recorrido, diagramas de Ishikawa y de Pareto, con los cuales se detectó que los principales problemas que afectan a esta sección de la empresa son los daños en la cámara de fermentación y las demoras en la operación de enfundado lo que ha traído como consecuencia pérdidas anuales por la cantidad de \$102.644,00, y finalmente la eficiencia de 75,29% a 94,94%, es decir, 19,65% de incremento, se propuso de forma permanente el reemplazo de los rodamientos precarios y la adquisición de una máquina enfundadora, la tesis genera una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 54,77% y un Valor Actual Neto (VAN) de \$280.639,12, lo que demuestra la factibilidad técnica. (Reyes Delgado, 2014).

De la misma manera en la presente tesis de Viviana Karolina Ortiz Triana y Álvaro Junior Caicedo Rolón con el título "Programación óptima de la producción en una pequeña empresa curtiembre – en Colombia", buscó diseñar la programación óptima de la producción utilizando la Teoría de restricciones, mediante un análisis del sistema en base a los pasos específicos, tambor, amortiguador, cuerda (TAC), aplicando la programación lineal se logró construir un modelo matemático, se identifica la restricción con el análisis de cargas de trabajo que es la etapa de "guarnición" con un 139,46% de utilización, se redistribuye las tareas del personal para lograr optimizar el trabajo de los operarios, se divide el rendimiento (throughput) del producto por el tiempo que usa de la restricción, de esta manera se tiene como resultado de la aplicación de la teoría un 69.78% de utilización en el proceso de "guarnición" la mejora es evidente sin embargo la operación de "soleteado" la cual forma parte del proceso de "guarnición" presenta un porcentaje de utilización de 99,07%, para lo cual se implementa un sistema de abastecimiento ajustados al tiempo de utilización de la restricción "soleteado", para ello se reduce el tiempo de llegada del recurso hasta en un 25 % de esta manera adquiere mayor rendimiento y mejor productividad lo conduce al incremento de las utilidades. (Ortiz, 2013).

En la investigación titulada: "Teoría de las Restricciones aplicada en la planificación de la producción en una planta de terminación de cuero", realizada en la planta de cueros Zenda con el objetivo de optar el título profesional de administración de empresas de la universidad nacional de Montevideo - Uruguay, donde se buscó calcular el aumento de productividad de la planta dependiendo del centro de capacidad restringida o las restricciones, utilizando los pasos de la (TOC) y el método de Drum, Buffer, Rope, se analizó los stocks intermedios, capacidad ociosa de máquinas, y proceso productivo de cueros en los procesos de: Fondo, Laca, Grabado y Fulon, hallándose la producción real de cada actividad del sistema productivo, se identificó la principal restricción mediante el estudio de tiempos obteniendo como resultado el

proceso de grabado y los amortiguadores, con la mejora, se incrementó un aproximado de 85 % en cueros diarios por la fabricación de ambos tipos de cuero, en este proceso se logró incrementar la producción en un 60 % de su capacidad instalada. (Vazquez, y otros, 2008).

La tesis de Diego Fernando Sarmiento Días y William Harvey Vega Luna con el título “Diseño e Implementación de una mejora continua para una curtiembre” con el motivo de optar por el título de Ingeniero Industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana, en el año 2012, Bucaramanga – Colombia, utilizando el Sistema (TA) es el Sistema de administración contable basado en la teoría de restricciones, esto basándose en un proceso de mejora continua y aplicando los 5 pasos de (TOC), para ello se procedió a la recolección de datos, como de mano de obra, materia prima y todos los costos que incurren en el proceso de fabricación de calzado, se analizaron los costos de producción, procesos de producción, identificándose que la falta de un control de los costos y manejo de datos de los procesos de producción, son restricciones de esta manera se diseñó un modelo de costos, teniendo así un mejor panorama de todos los costos de los procesos producción, para una mejor toma de decisiones teniendo este, un impacto directo en la productividad notándose un incremento en su producción al mes en un 5% a 6% del total del mes a comparación de mes anterior. (Sarmiento, y otros, 2012).

Así también en la investigación de Elías Román Acero Navarro con el título de “Administración de Operaciones aplicando la teoría de restricciones en una curtiembre ORION S.A.C” para optar el título profesional de Ingeniería Industrial, de la Universidad Mayor de San Marcos-Fundada 1551, en el año 2003, Lima Perú, la cual buscó, demostrar que aplicando la Teoría de Restricciones se puede tener una administración eficiente de todos los recursos en una empresa. Empleando como método de trabajo el “árbol de la realidad actual” a fin de identificar las restricciones, en otras palabras, permite analizar de manera detallada cuales la restricción de la restricción y el “árbol de la

realidad” futuro para determinar los efectos y resultados. Así mismo se hizo un control de costos y tiempos del proceso productivo. Con lo cual se encontró como resultado que, en varios procesos existía una demora por la falta la llegada tardía de los recursos e insumos y que esta incurría en un 85% del tiempo de fabricación normal, aplicando las herramientas se puede decir que se logró mejorar en un 95 % de entrada de recursos para el siguiente proceso, así mismo se estandarizo los procesos en los dos productos que produce la empresa. (Acero, 2003).

Del mismo modo la tesis de Víctor Junior Jhair Campos Cuenca con el título “análisis y mejora de procesos de una curtiembre ubicada en la ciudad de Trujillo” con motivo de optar por el grado de Ingeniero industrial de la Universidad Pontificia Católica del Perú, año 2010 de la ciudad de Lima-Perú, donde se buscó mejorar las condiciones laborales, además la propuesta de herramientas más eficientes, que permitan a la empresa volverse más competitiva. Se utilizó diagramas DOP, DAP, para conocer lo procesos, diagramas de causa efecto para encontrar causas probables de las limitaciones, aplicando la teoría de restricciones haciendo uso de los 5 pasos de esta metodología, determinando que el proceso de curtido es una restricción ya que los colaboradores encargados de este proceso, padecen de ausentismo ya que las condiciones no son normales y perjudican la salud del trabajador en ese sentido se implementa los conceptos de ergonomía con los métodos de OWAS y REBA , implementando las mejoras ergonómicas, resultados que permitió lograr un 15% más de productividad además de un ahorro económico diario de más o menos S/. 8.63 y mensual de 217.36 por manta de esta manera práctica, se mejoró el proceso y se aumentó la productividad en el proceso productivo de la empresa. (Campos, 2010).

### 1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

Para sustentar la investigación es necesario un marco teórico que permita dar sustento a las herramientas y metodologías a usar de esta materia de este estudio, se buscó teorías referentes al estudio de la presente investigación para tener conocimiento sobre la productividad y los factores que intervienen en ella a fin de ser más eficientes en los procesos y en las actividades que intervienen en ellos, como ya se sabe en un mercado cambiante y altamente competitivo es más que obvio que las empresas deben ser también cambiantes o estar en una mejora continua de sus procesos, para satisfacer las necesidades de sus clientes además de incrementar su rentabilidad, para eso comenzaremos definiendo la **producción** según Rojas es la cantidad de artículos fabricados en un periodo de tiempo determinado y se representa de la siguiente manera  $Produccion = \frac{\text{tiempo base}}{\text{ciclo}}$  por otro lado para. (Rojas, 1996).

Asimismo el **proceso productivo** es una secuencia predeterminada de actividades y por intermedia de ellas insumos, materia primas y operaciones que puede transformar entradas (insumos, materia prima y equipos) en salidas o productos terminados, así mismo (profesores, 2004) del mismo modo para Alessio el **proceso productivo** tiene por objeto la fabricación de un solo artículo o producto donde se transforman los insumos y materiales directos en producto terminado que pueden ser bienes o servicios con el apoyo de los recursos indirectos, además el proceso productivo se predispone con base en un número específico de trabajos. (Alessio, 2004).

Según Rodríguez en la productividad se hacen los procesos con calidad y están relacionadas con el cambio de cultura organizacional, las empresas tienen que estar preparadas para el cambio dentro de un marco de mejora continua, de esta manera permitiendo aumentar la eficiencia en sus procesos y así lograr aumentar la **productividad** además tiene que haber un compromiso de cambio y de mejora para

tomar buenas decisiones para tener éxito y ser más competitivos. (Rodríguez, 1999). De la misma manera bajo el concepto de productividad se definen otros conceptos como de Groonroos donde señala que hay que tener en cuenta que al implementar nuevas tecnologías, los costos a corto plazo pueden aumentar necesariamente más de lo que pueda esperar de beneficios para obtener una **productividad** de calidad, estas perspectivas nunca deben guiar las decisiones directivas y si la empresa toma medidas justificadas para reducir costos, la calidad percibida sufrirá, además se puede incrementar la productividad y a la vez la satisfacción del cliente, todos los datos para mejorar la productividad tienen que estar enfocados en dos cosas, 1. Análisis de la realidad de la empresa, 2. Que conforman el concepto de buena calidad del servicio, y como lo perciben los clientes, además para mejorar la productividad se debe mejorar las habilidades del cliente para su influencia en el proceso productivo. (Groonroos, 1994).

Así mismo Krajewski dice que la **productividad** es el valor del resultado de bienes o servicios disidente entre el valor de cada uno de los recursos que se han utilizados  $\frac{\text{producto}}{\text{insumo}} = \text{productividad}$  además todas las medidas de productividad son aproximaciones, es por ello que Generalmente se toman variables lógicas para medir tendencias y posibles mejoras en determinadas áreas de la compañía, (Krajewski, 1999). Así mismo Prokovenko, define la **productividad** como un concepto amplio y no solo es la medición a los recursos utilizados, mano de obra y los gastos existentes, además es el manejo eficiente de los procesos, el concepto de productividad está vinculado con la calidad de los productos, insumos y del propio proceso, de manera que se utilizan las siguientes ecuaciones. (Prokovenko, 1989)

Hallar el valor de Materia Prima:

$$_Pmp = \frac{\text{Producción}}{\text{Pie de piel}}$$

Productividad del trabajador:

$$_Pmo = \frac{\text{Producción}}{h - H}$$

Eficiencia:

$$_Eficiencia = \frac{\text{Tiempos Totales}}{\text{numero total de maquinas * ciclo}}$$

Así mismo Rojas se refiere al concepto de diagrama de operaciones lo cual tiene como prioridad describir de manera general ordenado y específico cada una de las operaciones de los procesos descritos y dibujados por los diagramas, siendo entendibles para la descripción del material usado y tiempo requerido por cada operación (Rojas, 1996), De la misma manera se conceptualiza al diagrama de análisis de procesos conteniendo mucho al detalle y mejor resumido que el diagrama de procesos de operaciones, que es la representación gráfica y simbólica que tienen un lugar durante el proceso productivo incluyendo los tiempos requeridos para cada actividad y las distancias recorridas, mostrando las actividades improductivas ocultas, que en realidad llegan a ser un costo oculto en los procesos. Se identificaran utilizando los 5 símbolos normalizados; operación, transporte, almacén, inspección y demora. (Rojas, 1996).

De esta manera se hace referencia a determinados indicadores para la correcta implementación y aplicación de la teoría planteada, así mismo tenemos, el estudio de tiempos, según Jay, Henser & Barry y Render un **estudio de tiempo** implica medir el tiempo como una muestra del desempeño de un trabajador o proceso y usarlo para establecer un



estándar y apartir de alli hacer un estudio mas riguroso, comenzando por hallar el tiempo real (promedio). (Jay, y otros, 2009).

\_ Tiempo normal = (Tiempo observado promedio) X (Factor de calificación del desempeño).

Asi tambien el Estudio de tiempos segun Rojas, es un instrumento necesario para el funcionamiento eficaz de la empresa. Ademas incluye la necesidad de tener al recurso humano pues factores como, salud, sexo, edad, buena dispocision, tamaño, fuerza fisica, aptitudes y actitudes, tiene influencia directa sobre la base mayor y mejor rendimiento. El Objetivo del Estudio de Tiempos es determinar el tiempo requerido por una persona debidamente entrenada para ejecutar un trabajo y ser medido mientras trabaja a un ritmo normal, de manera que se determina el tiempo fijo llamado tiempo estandar al ejecutar un trabajo especifico, en ese sentido se puede decir que el estudio de tiempos es el analisis de las operaciones en los procesos para determinar los elementos de trabajo necesarios en la ejecucion de cada operacion. (Rojas, 1996).

$$\text{Hallar muestra: } \sqrt{n \frac{(\sum_1 x_2 - x_1)}{N-1}}$$

De esta manera Rojas detalla los pasos necesarios para la realización de estudios de tiempos con cronometro primero el Estudio del puesto de trabajo; consiste en identificar el problema para el estudio, comprende una revisión preliminar, que buscar las causas que motivo el estudio, que podría ser un tiempo estándar injusto, tanto para la empresa como para el trabajador, también los Cambios en el método de trabajo no previstos Si es posible se debe a hacer una revisión de la historia de trabajo, centrado en sus tiempos y las circunstancias del trabajo, en el Registro y Análisis del método de trabajo, se registra la información mediante el diagrama de operaciones (DO) el diagrama de análisis de procesos (DAP), diagrama de recorrido el diagrama de manos, también paralelamente se va anotando todas las posibilidades de realizar

mejoras, la selección del operario, se escoge al operario que ayude con su conocimiento y experiencia para comprender el trabajo que ejecuta, maneja el equipo y herramientas manuales con efectividad, es decir, debe conocer el método a emplear, segundo división de la operación en sus elementos; debe hacerse de tal manera que estos no sean muy pequeños, que no afecten la exactitud de la lectura ni haya dificultad al momento de cronometrarlos .en tal sentido, los elementos deben ser fácil reconocimiento con puntos inicial y final definidos de uno a otro, sea por un sonido característico o por una señal del proceso, tercero toma de registro y mediciones de tiempo; previamente el operario debe estar listo para la operación de acuerdo al método indicado. El analista de estudios de tiempos se debe ubicar en un lugar adecuado, donde no distraiga la atención del trabajador, a la vez observar de manera clara detalles de los movimientos que realiza la persona seleccionada.

Brevemente se indica los diferentes tipos de cronómetros, para luego centrarnos en las técnicas de cronometraje, para luego centrarnos en las técnicas de cronometraje. Estos pueden ser sexagesimales de minuto centesimal y de hora decimal según se mide los segundos, centésimas de minuto y en diez milésimas de hora respectivamente.

La medición de tiempos se hace usando cualquiera de las siguientes técnicas: Lectura repetitiva o de vuelta a cero, que consiste en activar el cronometro al inicio y pararlo al final de la actividad, hacer la anotación mental de la lectura e inmediatamente pulsar el botón que haga volver las manecillas ah cero. Anotar el tiempo del elemento en el impreso especialmente diseñado. Lectura continúa, mediante esta técnica, una vez que empieza a funcionar el cronometro no se para hasta que culmina el ciclo de trabajo. Anotamos, primero, el inicio del ciclo, que es el mismo del primer elemento. Luego el punto de la rotura, donde termina un elemento y empieza el otro, se anota el tiempo que indica el cronometro. Y así anotando sucesivamente al final de cada elemento. Lectura acumulativa, permite la lectura directa de cada elemento mediante el uso de dos cronómetros. Se montan estos instrumentos junto al tablero de

observación y se conecta mediante un juego de palancas, de forma que cuando se pone en marcha el primer cronometro, el segundo se para automáticamente. Cuando se pone en marcha el segundo y viceversa. Lectura cíclica, la cual consiste en tomar el tiempo, primero de todos los elementos de las tareas y posteriormente no considerar el último elemento de la lectura anterior.

Determinación del número de observaciones confiable:

Existen diferentes métodos para calcular el número de observaciones necesarias, entre las cuales destacan.

. Método Matemático y Grafico:

El empleo de este método implica la realización de un paso previo: elegir elementos que haya tenido mayor variabilidad durante la toma de registros de tiempos iniciales. Esta elección se realiza en base al coeficiente de variación (CV) que se obtiene de la siguiente manera:

$$C_v = \frac{S}{x}$$

S: desviación estándar del elemento

X: tiempo promedio del elemento

Determinación de tiempo estándar, en primer lugar para obtener el tiempo normal de una tarea es necesario valorar o calificar la actuación (ritmo de trabajo) del operario que realiza dicha tarea y de esta manera asignarle un factor de valoración (FV) que multiplicado por el tiempo promedio ( $t_p$ ). Obtenido en la primera etapa del estudio de tiempos, nos dé como resultado el tiempo normal.

Por lo tanto:  $T_n = t_p \times \text{Factor de valoración}$ .

Métodos de valoración o calificación:

Las técnicas más frecuentes usadas tenemos:

. Método de Westinghouse: Evalúa al trabajador con cuatro factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Sistema de valoración o calificación sintética

Estableciendo la comparación de los tiempos predeterminados o de elementos fundamentales con los tiempos observados o reales de dichos elementos.

Los pasos que se siguen son: 1. Calcular el tiempo promedio de todos los elementos que forman el trabajo. 2. Identificar aquellos elementos representativos de la operación y que sean a la vez elementos fundamentales ya que para estos existen tiempos predeterminados, calculamos entonces su factor de valoración (FV) mediante

$$FV = \frac{\text{Tiempo determinado o tipo (t)} \times 100}{\text{tiempo observado o real}(t_r)}$$

. determinación del factor de valoración promedio de los elementos elegidos.

$$FV = \frac{FV_{1+} + FV_{2+} + FV_{3+} + FV_{4+} + \dots + FV_{n+}}{n}$$

N: número de elementos elegidos.

3. estudio de las tolerancias, una vez calculado el tiempo normal, se ve la necesidad de tener en cuenta, no solamente el tiempo que lleva hacer un trabajo con la actuación normal, sino que también hay que contar una serie de paradas o interrupciones justificadas, que forma parte de la tarea. Tolerancias por necesidad personal, tolerancias por fatiga, tolerancias por retrasos inevitables, tolerancia por interferencia de máquina, tolerancia por trabajos limitados, tolerancia por varios.

El método para determinar las tolerancias usado será por Observación constante hecho por un observador que atiende a dos o más operarios, durante un largo periodo de tiempo. Dicho observador toma nota y después de establecer una muestra representativa, resumen sus

anotaciones y determina el porcentaje de tolerancias para cada característica que se haya presentado (Rojas, 1996).

Otro término a emplear es el **ProModel** tal como lo define García Márquez es un software basado en la simulación con herramientas para evaluar, planificar y rediseñar manufacturas, almacenes y todo tipo de sistemas logísticos. (García Marquez, 2013). En primer lugar, se tiene que realizar un modelado del sistema a analizar, para encontrar los valores óptimos de los indicadores claves del modelo. Estos objetivos pueden variar según las condiciones que se requieran e incluyen determinar la mejor combinación de factores para maximizar producción, minimizar el costo, optimizar el número de caminos para diversas rutas, optimizar el nivel de servicio. El módulo de optimización ayuda a encontrar rápidamente la solución óptima, en lugar de solamente hacer prueba y error, haciéndolo confiable y por sus 2 optimizadores disponibles permite que la solución sea hallada de manera rápida. (Promodel.com, 2008).

Este paquete de simulación, permite definir una instalación completa de manufactura, un centro de distribución o una celda sencilla de producción. El encargado de modelar define los parámetros o variables críticos de operación dentro de la instalación en la instalación, tales como máquinas y etapas intermedias, partes y materias primas, rutas, llegadas de partes y materiales. Diferentes iconos definen con claridad el equipo, los materiales y las diferentes partes, representan estas entidades. Por medio de figuras o iconos realistas del equipo, sistemas de manejo de materiales y partes, el planeador de las instalaciones define la distribución física y arreglo de la planta. Además, con el empleo de una característica autoconstruida se guía al usuario en la definición de la cantidad, rutas y el destino de cada parte. Cuando todo esté perfectamente en su lugar, el planeador ejecuta la etapa de simulación, con la animación realizada se agrega una dimensión especial a toda simulación. En la pantalla se observa la instalación completa o una parte seleccionada en movimiento; además de evaluar la distribución con base

en cierto número de factores como la utilización del espacio y los recursos, análisis del costo, flujo de materiales y producción total de la planta, se plantean varios escenarios del tipo ¿qué pasaría sí?, a fin de llegar a la solución definitiva o al menos, casi definitiva. (Meyers, y otros, 2006).

En primer lugar se tienen opciones para ingresar y construir el modelo, esta opción se llama build, veremos la construcción de **Locations**, que son lugares fijos en el sistema (máquinas, colas, almacenes, estaciones de trabajo, etc.) donde las entidades transitan para procesarse, Las locaciones pueden ser editadas (cambiar su tamaño, apariencia y color), existen dos formas: la primera es utilizar los botones que están a la izquierda de la barra de locaciones, y la segunda es que demos click al botón derecho del mouse sobre la entidad y ahí podemos elegir una de las opciones; podemos borrar la imagen, borrar toda la entidad, o bien editarla. **Entities**, Se refieren a los artículos que son procesados en el sistema. Éstos incluyen las materias primas, las piezas, las ensamblas, las cargas, WIP, productos acabados, el etc. Las entidades del mismo tipo o de diversos tipos se pueden consolidar en una sola entidad, separar en entidades dos o más adicionales o convertir a unos o más nuevos tipos de la entidad. **Resources**, Un recurso puede ser una persona, una herramienta, un vehículo o cualquier otro objeto que pueden ser utilizados para el auxilio de entidades y/o locaciones. Los recursos pueden ser estáticos o asignados a una red de trayectorias para el movimiento dinámico. **Processing**, define la secuencia de proceso y la lógica del flujo de entidades entre las locaciones de nuestro sistema. Los tiempos de la operación o del servicio en las locaciones, los requerimientos de recursos, relación de la entrada-salida o los requisitos del movimiento se pueden describir usando el elemento de proceso. **Arrivals**, en este módulo se introduce toda la información referente a la forma de llegada de las entidades en nuestro sistema.

Así mismo se deben determinar de manera general el concepto sobre la **Teoría de Restricciones (TOC)** dando un panorama general de lo que

se pueda hacer para aumentar la productividad en los procesos, en ese sentido, para Chapman define a la teoría de restricción (TOC) basándose en la planificación de un servicio o producto, consiste en una serie de procesos relacionados unos con otros, cada proceso tiene operaciones específicas para generar una producción, determinado por la operación lo que conlleva que en casi todos los procesos exista una operación que limita o restringe los demás procesos vinculados entre ellos. Para la aplicación efectiva de las teorías de restricciones existen 5 pasos: 1. identificar la restricción, 2. explotar la restricción, 3. subordinar todo a la restricción, 4. elevar la restricción y una vez que la operación deja de ser restrictiva, se vuelve a pasar por los 5 pasos, también define a las restricciones, siendo las que limitan o impiden que el sistema cualquiera que fuera llegue a su meta, de la misma manera se explica sobre los tipos de restricciones, rota, Hambrienta, Bloqueada, siendo estas un resultado de la aplicación del método, teniendo como principal objetivo saber si realmente el rendimiento del sistema ha sido esforzando al máximo para eliminar la restricción, El método de la (TOC) hace referencia a su propia metodología que se denomina (TAC) tambor, cuerda y amortiguador que consiste en seguir el ritmo del tambor, donde el amortiguador es el indicador de tiempo y de todos los recursos utilizados en la actividad o actividades que ingresan, cuerda, la que mide que los productos salidos del proceso limitante con la finalidad que el stock no sea excedente de acuerdo a los indicadores del amortiguador. (Chapman, 2006).

Así mismo para Robert L. Bulfin, Jr.; Sipper, comenta que la premisa básica de la teoría de restricciones (TOC) es la salida de producto terminado o ventas que salen del sistema, está determinada por sus restricciones. La restricción con respecto a TOC tiene una aplicación de la planeación y control de la producción, se identifican tres categorías de restricciones, Restricción de recursos interna: éste es el clásico cuello de botella: máquina, trabajador o incluso una herramienta la restricción de mercado y Restricción de política, la teoría de restricciones TOC se

centra en el papel que juegan las restricciones en los sistemas con el fin de mejorar el desempeño del mismo hacia la meta. Para evaluar el mejoramiento, se proponen dos tipos de medidas de desempeño: medidas financieras y medidas operacionales. Para Robert L. Bulfin, Jr.; Sipper, existen tres tipos de restricciones, Restricción Física, Restricción Política, Restricción de Mercado. Teniendo como base 5 `pasos fundamentales para seguir con esta metodología (TOC).1 Identificar las restricciones. - Este Paso es, en nuestra opinión, el más difícil ya que normalmente llamamos "restricción" a los síntomas de no usar correctamente nuestro sistema. En general sentimos que tenemos miles de restricciones: falta de gente, de máquinas, de materiales, de dinero, de espacio, falta de políticas macroeconómicas, ausentismo, exceso de stocks, etc.2 Decidir cómo EXPLOTAR las restricciones. - Las restricciones impiden al sistema alcanzar un mejor desempeño en relación a su Meta (Sea ésta ganar dinero, cuidar la salud de la población, aumentar el nivel cultural de la sociedad, etc.). Es fundamental, entonces, decidir cuidadosamente cómo vamos a utilizarlas, cómo vamos a explotarlas. 3 SUBORDINAR todo lo demás a la decisión anterior. - Este paso consiste en obligar al resto de los recursos a funcionar al ritmo que marcan las restricciones del sistema, según fue definido en el paso anterior. Como la empresa es un sistema, existe interdependencia entre los recursos que la componen. Por tal motivo no tiene sentido exigir a cada recurso que actúe obteniendo el máximo rendimiento respecto de su capacidad, sino que se le debe exigir que actúe de manera de facilitar que las restricciones puedan ser explotadas según lo decidido en el Paso 2, Es Dependiendo de cuáles sean las restricciones del sistema, existen numerosos métodos para obtener de ellas el máximo provecho. 4. ELEVAR las restricciones de la empresa. - Para seguir mejorando es necesario aumentar la capacidad de las restricciones.5 Volver al Paso 1. En cuanto se ha elevado una restricción debemos preguntarnos si ésta sigue siendo una restricción. Si se rompe la restricción es porque ahora existen otros recursos con



menor capacidad. Debemos, entonces, volver al Paso 1, comenzando nuevamente el proceso. (Robert L. Bulfin, y otros, 1998).

La meta de una organización es ganar dinero mejorando sus procesos dentro de un programa de mejora continua obteniendo como resultado procesos de calidad e incremento la productividad de la empresa, según Goldratt, Eliyahu En cualquier proceso hay una operación que tarda más y es la **restricción**, que impide alcanzar la meta, también cuando se habla de sistemas de producción para seguir el ritmo del tambor se tiene que estudiar los tiempos de producción, ya que son determinantes para hallar el ritmo del tambor y no incurrir en sobre stock, pero estos no son determinados con precisión, siendo necesario programar la producción, el amortiguador tiene que ser el que señala como y cuando el operario a las maquinas tienen que trabajar y cuando no hacerlo para no llenar el amortiguador y no incurrir en sobre stock. (Goldratt, 1997).

La teoría de restricciones se apoya en diversos métodos, teorías sistemas hasta maquinas, para eliminar la restricción se emplea un túnel de secado que consta de varias secciones independientes llamadas celdas o cámaras en las cuales se puede determinar independientemente la temperatura y la humedad del cuero. La primera celda puede empezar con 70°C. Al principio la piel está más fría porque está húmeda. Interesa la recirculación para absorber más humedad. La cuarta celda se puede poner a unos 40° C y con mucha recirculación para que la piel no se reseque. A veces incluso se pone la última celda a 30°C para que al salir la piel los operarios no sufran de quemaduras al manipularla. Como a medida que pasa el tiempo el cuero tiene menor cantidad de agua, la temperatura seguiría subiendo. Lo que se hace es pasar a la otra celda y así se mantiene aproximadamente constante la temperatura del cuero. Las pieles se pueden colgar con unas pinzas y sin tensar. A veces estos secaderos son de 2 pisos y hay unas barras, con cadenas para

moverlas, que van dando vuelta y las pieles se cargan y descargan por el mismo sitio. (Cueronet, 2005).

#### 1.4. JUSTIFICACIÓN

La presente tesis se justifica teóricamente y se detalla de manera muy objetiva la realidad de la industria del sector curtiembre, de acuerdo a los informes de diferentes instituciones de credibilidad, incluida las asociaciones del sector curtiembre de Trujillo, se sabe que el sector no está pasando por sus mejores momentos ya que existe una baja productividad debido a la competitividad tanto interna como externa y por ende hay baja rentabilidad que es necesaria enfrentar los retos existentes hoy en día en los mercados, es por ello se ven en la necesidad de mejorar enfocándose específicamente en la mejora de sus procesos, otorgando una mejor capacidad financiera para la microempresa, de tal forma que se justifica de manera práctica permitiendo solucionar el problema de la baja productividad, es pertinente ya que se pretende solucionar con la aplicación de la teoría de restricciones de manera eficiente en los procesos para incrementar la productividad de la curtiembre Piel Trujillo S.A.C, además porque se implementara una metodología que sirva de soporte para incrementar la baja productividad en la cual se halla inmersa la empresa, por otro lado, se justifica metodológicamente ya que la investigación se enfoca especialmente en mejorar la productividad de la empresa y la aplicación de las TOC y ProModel, identificando certeramente las restricciones que impiden que la empresa tenga éxito y cumpla sus objetivos además que nuevos investigadores puedan tener los indicadores que se utilizan en la presente tesis para futuros procedimientos e implementando otras metodologías para aumentar la productividad, por otro lado se justifica de manera económica ya que optimizando el uso de los recursos y dando mejoras a la empresa la rentabilidad de la empresa se incrementara y podrá obtener los objetivos de ventas trazados.

## 1.5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué efecto produce la aplicación de la teoría de restricciones en la productividad de la curtiembre Piel Trujillo S.A.C. en el año 2016?

## 1.6. HIPÓTESIS

La aplicación de la teoría de restricciones aumenta la productividad del proceso productivo de la curtiembre Piel Trujillo S.A.C en el año 2016.

## 1.7. OBJETIVOS

### **Objetivo general:**

Aplicar la teoría de restricciones en el proceso productivo de la curtiembre Piel Trujillo S.A.C. para aumentar su productividad en el año 2016.

### **Objetivos específicos:**

- Realizar un análisis del proceso productivo actual.
- Determinar la productividad actual diaria.
- Proponer mejoras en la restricción más crítica usando la metodología TOC y Promodel.
- Estimar el efecto de la mejora propuesta en la productividad usando ProModel.
- Realizar un estudio económico de la implementación de la máquina, como solución de la restricción, para mejorar la productividad

## II. MARCO METODOLÓGICO

### 2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

**Descriptivo:** Solamente se describe el comportamiento de la aplicación de teoría de restricciones y la productividad del proceso productivo sin determinar si existe relación entre ellas, sin manipular los resultados, solo para analizarlos y a través de esto aplicar una simulación en ProModel para ver los efectos de la teoría de restricciones, además es transversal porque la información recogida, es analizada o descrita una sola vez en el trabajo de investigación.



Elaboración: Propia

**Dónde:**

**M:** Representa la muestra del estudio.

**O:** Productividad del proceso productivo

### 2.2. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

#### 2.2.1. Descripción de variables:

**Variable independiente, cuali-Cuantitativa, Teoría de Restricciones:** metodología de mejora continua que se centra en el papel que juegan las restricciones en los sistemas con el fin de mejorar el desempeño del mismo hacia la meta. (Robert L. Bulfin, y otros, 1998), medido a través del análisis de sus restricciones y de la solución de éstas usando simulación ProModel y el porcentaje de utilización.

**Variable dependiente, cuantitativa, productividad:** Es el valor que se da a los resultados de los procesos con valor agregado, el valor a los recursos como: materias primas, tecnología y recursos humanos, obteniendo productos como (bienes y servicios), esto dividido entre el valor de los recursos que se han utilizados como insumos, ya que todas las mediciones de productividad son simples aproximaciones. (Krajewski, 1999).

## 2.2.2. Operacionalización de variables:

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
<b>Teoría de restricciones</b>	<b>La Teoría de restricciones TOC.</b> Metodología de mejora continua que se centra en el papel que juegan las restricciones en los sistemas con el fin de mejorar el desempeño del mismo hacia la meta. (Robert L. Bulfin, y otros, 1998)	La teoría de restricciones es una metodología sistémica de gestión, que permite identificar, Analizar y solucionar problemas que generan restricción mediante el proceso de mejora continua en la empresa de Curtiembre Piel Trujillo S.A.C. medido a través de las variables:		
		Análisis de restricciones	_cuello de botella del proceso productivo	Razón
			_actividades que retrasan el proceso productivo. _causas de la restricción.	Nominal
		Porcentaje de utilización	Tiempo en operación/ Tiempo total	Razón
<b>Productividad</b>	<b>Productividad</b> Es el valor de los productos (bienes y servicios), dividido entre el valor de los recursos que se han utilizados como insumos y que todas las mediciones de productividad son simples aproximaciones. (Krajewski, 1999)	Es el uso adecuado de los recursos, medido a través de la relación existente entre la producción diaria de cuero y los recursos de mano de obra y materia prima.		
		Productividad de mano de obra	Pie <sup>2</sup> de Cueros producidos/ HH utilizadas	Razón

Elaboración propia.

### 2.3. POBLACIÓN, MUESTRA

La población está constituida por todas las 27 actividades que están inmersas en los 4 procesos de la curtiembre Piel Trujillo S.A.C, procesos generales: Rivera, Curtido, Recurtido y acabado, los procesos son los mismos sin importar la variabilidad del producto. La **muestra** es la parte o totalidad de la población en este caso por el número reducido de actividades que son menores a 30. El **marco muestral**, es el área de producción, siendo su **unidad de análisis** cada una de las actividades que componen el proceso productivo. Se procede a incluir solo aquellas actividades propias del proceso de fabricación de cueros, excluyéndose aquellas que sean realizadas para otros productos.

### 2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

A continuación, se procede a citar las técnicas e instrumentos que se utilizarán para la recolección de datos en el desarrollo de la presente investigación, según objetivo específico.

Para realizar un análisis del proceso productivo actual: se recurrió a la observación directa del proceso, para un mejor análisis del sistema productivo se emplea un diagrama de análisis del proceso (Figura 3 del anexo),

Para determinar la productividad actual diaria en un periodo de 26 días: para lograr este objetivo se revisan los documentos (ordenes de producción) y la observación directa de los recursos empleados para la producción, registrándolo en una ficha de registro de productividad aleatoria (anexo C3.1), durante 26 días luego se determinó el tiempo estándar TS, para ello se recurrió a la observación directa y de los tiempos de cada actividad, utilizando para ello un cronometro digital y las tablas de Westinghouse registrando en las fichas de registro de toma de

tiempos posteriormente se procede a calcular de manera técnica la productividad.

Para realizar las restricciones usando la metodología de la teoría de restricciones (TOC): una vez identificada la restricción en el proceso productivo de la curtiembre, se procede a utilizar el software ProModel para levantar las restricciones, luego se implementa una nueva metodología para minimizar la restricción.

Para determinar el impacto de la aplicación de la teoría de restricciones en la productividad se realizó mediante el análisis técnico de los resultados del software ProModel se comparan las productividades halladas antes del estudio y luego de el para verificar el porcentaje del incremento de la productividad obtenida en el estudio de tiempos.

Por ultimo para realizar un estudio económico de la implementación del Proyecto de la máquina secaado a camaras, donde se detalla que esta tiene un costo de 165 mil soles de inversion, para lo se financia y concluye que el proyecto de secado a cámaras, es viable porque nos da un VNA de S/. 1384091.71 con TIR de 161%, lo cual es mayor al CPPC del proyecto de inversión de 17.64%.

## **2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS:**

**A nivel descriptivo** se tabularán los datos en tablas de frecuencias, contingencia o gráficos de tendencia, barras, circular según sea la naturaleza de los resultados; para analizar sus medidas de tendencia central, media.

## **2.6. ASPECTOS ÉTICOS**

El investigador se compromete a no adulterar los datos, y respetar la confidencialidad de los resultados obtenidos en el transcurso del desarrollo de la tesis.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. Análisis del proceso productivo actual.**

##### **3.1.1. Descripción de la empresa a investigar**

La empresa de estudio se llama Piel Trujillo S.A.C conocida por su nombre comercial "Curtiembre Rebaza" pertenece a la industria de curtido, dedicada a la prestación de servicio de maquinaria y fabricación de cuero vacuno, ovino y caprino. Fue creada en el año 2010, gracias a la decisión de dos hermanos por conformar una asociación e invertir en la creación de su propia curtiembre. Cabe resaltar los dos hermanos, cuenta con aproximadamente 50 años de experiencia en el sector. Anteriormente, ellos se dedicaron solamente al curtido de suela propia las cuales utilizaban la maquinaria y equipos necesarios para poder fabricar.

La empresa curtiembre Piel Trujillo S.A.C en la actualidad cuenta con 29 colaboradores, que están distribuidos 7 en el área administrativa y 22 operarios en producción- cuenta con 21 clientes (aprox.) que se les procesa sus pieles desde el inicio hasta el final de proceso, los cuales 4 son clientes potenciales que se les procesan 2000 pieles al mes. La organización se caracteriza por tener clientes que buscan productos de buena calidad, que puedan satisfacer sus necesidades. Es por ese motivo que la empresa está en la constante búsqueda y perfeccionamiento de brindar productos de calidad.

En la figura 1, se muestra el organigrama actual de la empresa, el cual se caracteriza por ser del tipo funcional.



## ORGANIGRAMA CURTIEMBRE TRUJILLO S.A.C.

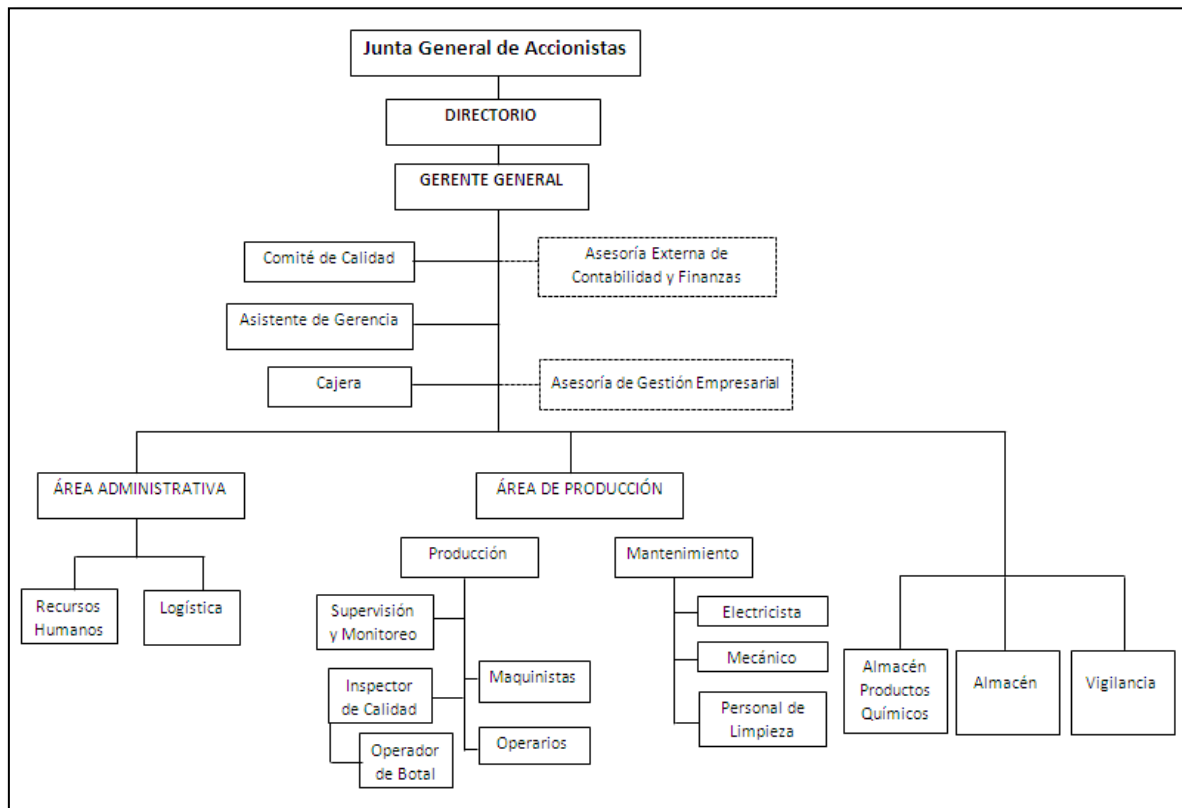


Figura 4. Organigrama Organizacional Curtiembre Piel Trujillo S.A.C., 2016

Fuente: área Recursos Humanos curtiembre Piel Trujillo S.A.C.

**Razón social:** Curtiembre Piel Trujillo es una SOCIEDAD ANONIMA CERRADA con domicilio fiscal en cal. Leónidas Yerovi Nro. 350 Rio seco (por el Policlínico) La Libertad - Trujillo - El Porvenir

**Ruc:** 20480943920

**Rubro:** Textiles y Cueros

**Producto:** Curtido de pieles (cuero).

**Servicios maquila para otras empresas:**

- Remojo pelambre: re humectante y eliminación de pelo.
- Descarnado: Eliminación de resto de carne, grasa, etc.
- Recorte y rajado: Eliminación de orejas, colas, ubres, codos. etc.
- Dividido: Se da el espesor de trabajo a la piel en tripa.

- Curtido: Conversión de la piel en cuero propiamente dicho.
- Ecurrido: Eliminación del exceso de agua.
- Rebajado: Se da al calibre final con el que llegara como producto terminado.
- Recurtido: Es el complemento del curtido.
- Carpeteado: Eliminación de arrugas en el cuero ganando área.
- Secado al vacío: Eliminación de agua mediante el vacío y temperatura alta.
- Ablandado: Se da suavidad al cuero.
- Lijado: Eliminación de problemas superficiales del cuero.
- Desempolvado: Eliminación del polvo de lija.
- Prensado: Complemento final del acabado.
- Grabado: Mejorar la presentación del cuero.

### 3.1.2. Diagrama de actividades

Se procede a realizar el diagrama de actividades para describir cual es el proceso productivo de la empresa a nivel de actividades.

Tabla 2. Cursograma analítico de proceso Curtiembre Piel Trujillo S.A.C.

CURSOGRAMA ANALITICO DE PROCESO(DAP) CURTIEMBRE PIEL TRUJILLO SAC									
Diagrama DAP				Resumen					
				Actividad		Actual	Propuesta	Economía	
				Operación	●	24			
		Actividad: Curtido de Pieles		Transporte	➡	14			
		Diagramador		Espera	D	2			
		Pedro Richard Villegas Jiménez		Inspección	■	2			
				Almacenamiento	▼	0			
Método: ACTUAL				Fecha: 01/09/2016					
Lugar: Curtiembre Piel Trujillo				Referencia diarias					
		Descripción	Tiempo	Símbolo					Observaciones
			(Min)	●	➡	D	■	▼	
RIVER A	1	Seleccionar las pieles para el proceso	45.06				X		
	2	Llevar a la zona de remojo	6.70		X				
	3	Remojo	1209.34	X					
	4	Dejar reposar en el botal	87.58			X			
	5	Realizar pelambre en botal	502.60	X					
	6	Realizar lavado	33.27	X					
	7	Transportar a zona de descarnado	4.92		X				
	8	Realizar descarnado	126.43	X					
	9	Transportar a zona de dividido	8.76		X				
	10	Realizar dividido	124.47	X					

CURTI DO	11	Traslado de cuero al botal	8.28	X				
	12	Colocar cuero en botal	13.79	X				
	13	Realizar desencallado del cuero en botal	30.33	X				
	14	Lavar el cuero	20.61	X				
	15	Realizar el piquelado del cuero	40.00	X				
	16	Realizar curtido y basificación	201.43	X				
	17	Traslado a máquina escurridora	7.63	X				
	18	Ecurrir	477.26	X				
	19	Traslado a la máquina rebajadora	6.88	X				
	20	Realizar rebajado	128.55	X				
	21	Realizar lavado y neutralizado de botal	36.13	X				
RECU RTIDO	22	Trasladar al botal de Recurtido	5.37	X				
	23	Colocar los cueros en botal	10.84	X				
	24	Recurtir cuero	379.11	X				
	25	Sacar cuero del botal	17.26	X				
	26	Trasladar al área de secado al vacío	4.70	X				
	27	Realizar secado al vacío	185.81	X				
	28	Realizar secado al ambiente	1563.00	X				
	29	Trasladar a la máquina de ablandado	4.10	X				
	30	Realizar ablandado de cuero	52.00	X				
	31	Trasladar al acabado	5.38	X				
ACAB ADO	32	Medir humedad del cuero(100% seco)	8.38	X				
	33	Trasladar al área de lijado	3.81	X				
	34	Lijar el cuero	64.79	X				
	35	Traslado al pintado	2.59	X				
	36	Realizar pintado	75.36	X				
	38	Realizar secado en la estufa	48.44	X				
	39	Trasladar al planchado	3.98	X				

	40	Planchar el cuero	51.98	X					
	41	Medir el cuero	43.38	X					
	42	Trasladar a almacén de P.T	5.13		X				
		<b>TOTAL</b>	<b>565.42</b>	24	14	2	2	0	

Fuente: Piel Trujillo S.A.C.

### 3.2. Determinación de productividad diaria

#### 3.2.1. Cálculo de la productividad

En primer lugar se procedió a recolectar la información de la producción diaria en el mes de agosto, por lo que se procedió a anotar el ingreso diario de pieles en el proceso productivo, luego la producción diaria de cueros y luego la misma pero como producto final que son pie<sup>2</sup>; también se ha calculado los minutos usados para la producción, con respecto a los cálculos de productividad de tiempo se calculó de la siguiente manera: Producción diaria (pie<sup>2</sup>) / Minutos usados para la producción = Productividad tiempo y luego la productividad de materia prima de la siguiente manera: Producción diaria (pie<sup>2</sup>)/ Ingreso diario de pieles.

Tabla 3. Cálculo de productividad Piel Trujillo S.A.C. - Agosto - 2016

CÁLCULO DE PRODUCTIVIDAD PIEL TRUJILLO - AGOSTO 2016							
Nr o.	Fecha	Ingreso diario de pieles (pieles)	Producción diaria (cueros)	Producción diaria (pie <sup>2</sup> )	Minutos usados para la producción	Productividad ad tiempo (pie <sup>2</sup> / min)	Productividad ad Materia prima (pie <sup>2</sup> / pieles)
1	01/08/2016	200	184	6624	1560	4.25	33.12
2	02/08/2016	200	195	7020	1560	4.50	35.1
3	03/08/2016	200	184	6624	1560	4.25	33.12
4	04/08/2016	200	183	6588	1560	4.22	32.94
5	05/08/2016	200	194	6984	1560	4.48	34.92
6	06/08/2016	200	192	6912	1560	4.43	34.56
7	08/08/2016	200	188	6768	1560	4.34	33.84
8	09/08/2016	200	188	6768	1560	4.34	33.84
9	10/08/2016	200	197	7092	1560	4.55	35.46
10	11/08/2016	200	186	6696	1560	4.29	33.48
11	12/08/2016	200	194	6984	1560	4.48	34.92

12	13/08/201	6	200	192	6912	1560	4.43	34.56
13	15/08/201	6	200	198	7128	1560	4.57	35.64
14	16/08/201	6	200	185	6660	1560	4.27	33.3
15	17/08/201	6	200	186	6696	1560	4.29	33.48
16	18/08/201	6	200	194	6984	1560	4.48	34.92
17	19/08/201	6	200	196	7056	1560	4.52	35.28
18	20/08/201	6	200	197	7092	1560	4.55	35.46
19	22/08/201	6	200	192	6912	1560	4.43	34.56
20	23/08/201	6	200	183	6588	1560	4.22	32.94
21	24/08/201	6	200	184	6624	1560	4.25	33.12
22	25/08/201	6	200	178	6408	1560	4.11	32.04
23	26/08/201	6	200	189	6804	1560	4.36	34.02
24	27/08/201	6	200	196	7056	1560	4.52	35.28
25	29/08/201	6	200	184	6624	1560	4.25	33.12
26	30/08/201	6	200	186	6696	1560	4.29	33.48
<b>TOTAL PROMEDIO</b>							<b>4.37</b>	<b>34.10</b>

Fuente: Piel Trujillo S.A.C.

En los 30 días anteriores al método propuesto se ha identificado que el promedio de la productividad de tiempo es 4.37 pie<sup>2</sup> / min y la productividad de materia prima es igual a 34.10 pie<sup>2</sup> / piel.

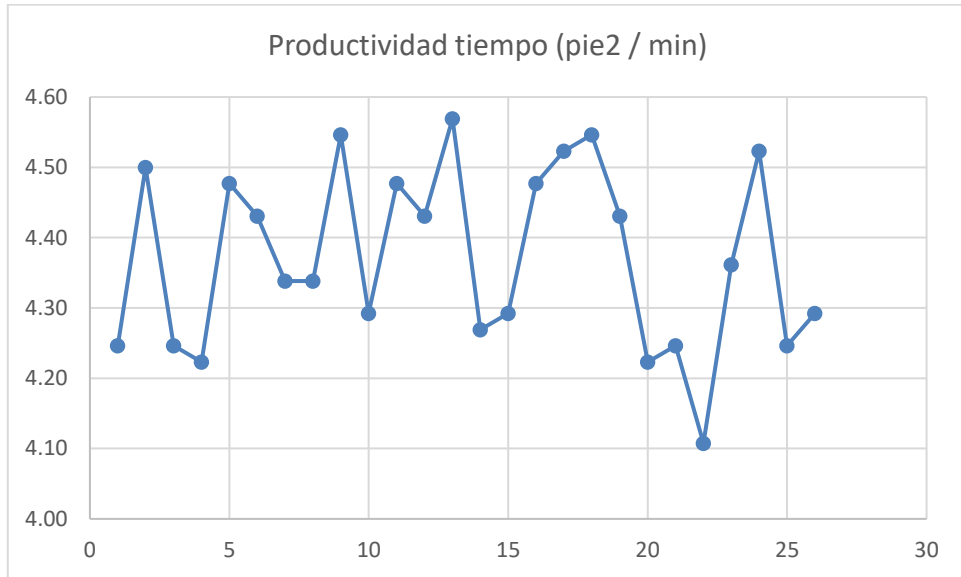


Figura 5. Productividad Tiempo (pie<sup>2</sup> / min) Piel Trujillo S.A.C

Fuente: Tabla 7. Cálculo de productividad piel Trujillo S.A.C - Agosto - 2016

En la figura 3 puede evidenciar cual es la frecuencia diaria de la productividad de tiempo, cuyo punto mínimo es 4.11 pie<sup>2</sup> / min y el punto más alto es 4.57 pie<sup>2</sup> / min, con un promedio de 4.37 pie<sup>2</sup> / min.



### 3.3. Mejora propuesta usando la metodología de la teoría de restricciones (TOC).

#### 3.3.1. Identificar las restricciones

En primer lugar, se procedió a realizar un estudio de tiempos para identificar los cuellos de botella, tal como se identificó en el objetivo uno, la principal causa es la existencia de los mismos, por lo que presenta el siguiente cuadro donde se ha realizado el cálculo, previamente se identificó que el número de muestras a analizar es 15, de acuerdo a fórmula.

Tabla 4. Cálculo de tiempo estándar empresa Piel Trujillo SAC - Agosto 2016

Nr o.	Operaciones	Actividades	TP	ritmo de trabajo	TN	Suplementos	TS
1		Seleccionar las pieles para el proceso	34.63	0.08	37.40	0.17	45.06
2		Llevar a la zona de remojo	5.15	0.08	5.56	0.17	6.70
							1209.
3		Remojo	929.4		1003.		34
			0	0.08	75	0.17	
4		Dejar reposar en el botal	67.31	0.08	72.69	0.17	87.58
			386.2		417.1		502.6
5	RIVERA	Realizar pelambre en botal	6	0.08	6	0.17	0
6		Realizar lavado	25.57	0.08	27.61	0.17	33.27
7		Transportar a zona de descarnado	3.78	0.08	4.09	0.17	4.92
					104.9		126.4
8		Realizar descarnado	97.17	0.08	4	0.17	3
9		Transportar a zona de dividido	6.73	0.08	7.27	0.17	8.76
					103.3		124.4
10		Realizar dividido	95.66	0.08	1	0.17	7
11		Traslado de cuero al botal	6.17	0.10	6.79	0.18	8.28
12		Colocar cuero en botal	10.28	0.10	11.30	0.18	13.79
13		Realizar desencallado del cuero en botal	22.61	0.10	24.87	0.18	30.33
14		Lavar el cuero	15.36	0.10	16.90	0.18	20.61
15	CURTIDO	Realizar el piquelado del cuero	29.82	0.10	32.80	0.18	40.00
			150.1		165.1		201.4
16		Realizar curtido y basificación	6	0.10	8	0.18	3
17		Traslado a máquina escurridora	5.69	0.10	6.26	0.18	7.63
			355.7		391.3		477.2
18		Escurrir	8	0.10	6	0.18	6

19		Traslado a la maquina rebajadora	5.13	0.10	5.64	0.18	6.88
					105.4		128.5
20		Realizar rebajado	95.83	0.10	1	0.18	5
		Realizar lavado y neutralizado de					
21		botal	26.93	0.10	29.63	0.18	36.13
22		Trasladar al botal de Recurtido	4.15	0.10	4.57	0.15	5.37
23		Colocar los cueros en botal	8.37	0.10	9.21	0.15	10.84
			292.9		322.2		379.1
24		Recurtir cuero	5	0.10	4	0.15	1
25		Sacar cuero del botal	13.34	0.10	14.67	0.15	17.26
		Trasladar al área de secado al					
26		vacío	3.63	0.10	4.00	0.15	4.70
	RECURTID	Realizar secado al vacío	143.5		157.9		185.8
27	O		8	0.10	4	0.15	1
		Realizar secado al ambiente	1563.		1563.		1563.
28			00		00		00
		Trasladar a la máquina de					
29		ablandado	3.16	0.10	3.48	0.15	4.10
30		Realizar ablandado de cuero	40.18	0.10	44.20	0.15	52.00
31		Trasladar al acabado	4.16	0.10	4.58	0.15	5.38
		Medir humedad del cuero(100%					
32		seco)	6.63	0.10	7.29	0.13	8.38
33		Trasladar al área de lijado	3.01	0.10	3.31	0.13	3.81
34		Lijar el cuero	51.24	0.10	56.36	0.13	64.79
35		Traslado al pintado	2.05	0.10	2.26	0.13	2.59
36	ACABADO	Realizar pintado	59.60	0.10	65.56	0.13	75.36
37		Realizar secado en la estufa	38.32	0.10	42.15	0.13	48.44
38		Trasladar al planchado	3.14	0.10	3.46	0.13	3.98
39		Planchar el cuero	41.11	0.10	45.22	0.13	51.98
40		Medir el cuero	34.31	0.10	37.74	0.13	43.38
41		Trasladar a almacén de P.T	4.06	0.10	4.47	0.13	5.13
		<b>TOTAL</b>	<b>4695.</b>		<b>4975.</b>		<b>5655.</b>
			<b>39</b>		<b>60</b>		<b>42</b>

Fuente: Piel Trujillo S.A.C.

Leyenda: TP: Tiempo promedio, TN: Tiempo Normal, TS: Tiempo estándar.

Para explicación se tomó la primera actividad como ejemplo de cálculo, de esta manera: El tiempo promedio para la primera actividad es igual al promedio de las 15 muestras que se tomaron así en la primera actividad el tiempo promedio es 34.63 min, la calificación del desempeño del

trabajador es 1.08 (Anexo Tablas) y el tiempo normal se halla de la multiplicación del TP x Calif. Esto sería  $TN = 34.63 \times 1.08$ ;  $TN = 37.40$  min/h. El siguiente resultado es el Tiempo estándar  $TS = TN / (1 - \text{supl})$ ; el suplemento está en anexos. Calculándose de la siguiente manera:  $TS = 37.40 / (1 - 0.17)$ ,  $TS = 45.06$  min/200 pieles. Luego de esto se procedió a identificar la actividad cuello de botella que es realizar secado al ambiente, la cual se utilizó en primer lugar para aplicar los siguientes pasos de la teoría de las restricciones.

### 3.3.2. Decidir cómo EXPLOTAR las restricciones

Como ya se identificó principalmente la operación con capacidad restrictiva que es realizar secado al ambiente, se procede a realizar un modelado del sistema de producción mediante el programa ProModel.

En primer lugar, se ingresan las locaciones o estaciones de trabajo:

#### LOCACIONES DE TRABAJO INGRESADAS EN PROMODEL 2016

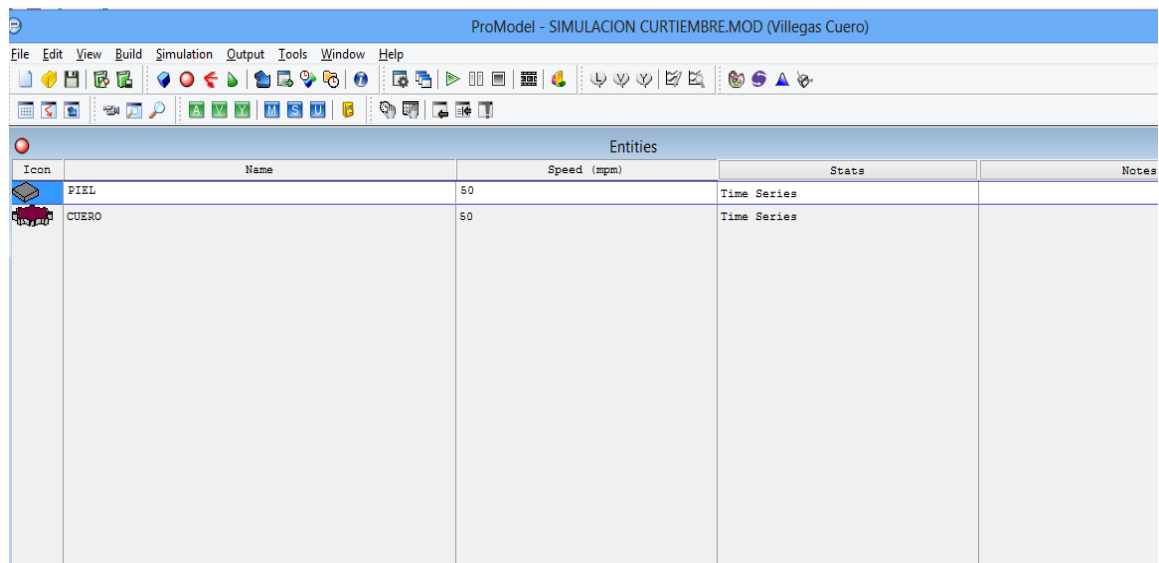
Icon	Name	Cap.	Units	Dfs...	Stats	Rules...
	Almacén_MP	1	1	None	Time Series	Oldest
	REMOJO	1	1	None	Time Series	Oldest
	PELAMBRE	1	1	None	Time Series	Oldest
	DESCARNADO	1	1	None	Time Series	Oldest
	DIVIDIDO	1	1	None	Time Series	Oldest
	DESENCALADO	1	1	None	Time Series	Oldest
	PIQUELADO	1	1	None	Time Series	Oldest
	ESCURRIDO	1	1	None	Time Series	Oldest
	REBAJADO	1	1	None	Time Series	Oldest
	RECURTIDO	1	1	None	Time Series	Oldest
	SECADO_AL_VACIO	1	1	None	Time Series	Oldest
	SECADO_AL_AMBIENTE	1	1	None	Time Series	Oldest
	ABLANDADO	1	1	None	Time Series	Oldest
	LIJADO	1	1	None	Time Series	Oldest
	PINTADO	1	1	None	Time Series	Oldest
	SECADO_ESTUFA	1	1	None	Time Series	Oldest
	PLANCHADO	1	1	None	Time Series	Oldest
	ALMACEN_FT	1	1	None	Time Series	Oldest

Figura 6. Locaciones ingresadas en Promodel, Piel Trujillo S.A.C. 2016

Fuente: Promodel Simulación Curtiembre

Se pueden observar las estaciones de trabajo determinadas en el proceso anterior.

## ENTIDADES INGRESADAS EN PROMODEL



The screenshot shows the ProModel software interface with the 'Entities' table. The table has five columns: Icon, Name, Speed (mpm), Stats, and Notes. Two entities are listed: PIEL and CUERO. Both have a speed of 50 mpm and 'Time Series' stats. The 'Notes' column is empty for both.



Icon	Name	Speed (mpm)	Stats	Notes
	PIEL	50	Time Series	
	CUERO	50	Time Series	

Figura 7. Entidades ingresadas en Promodel Piel Trujillo S.A.C. 2016

Fuente: Promodel Simulación Curtiembre

## RECURSOS INGRESADOS EN PROMODEL

Icon	Name	Units	Dts...	Stats	Specs...	Search...	Logic...	Pts...	Notes...
	OPERARIO	1	None	By Unit	No Network	None	0	0	

Figura 8. Recursos ingresados en Promodel Piel Trujillo S.A.C. 2016

Fuente: Promodel Simulación Curtiembre

## TIEMPOS DE PROCESOS INGRESADOS EN PROMODEL

Entity...	Location...	Operation...
PIEL	Almacén_MP	WAIT 45.06 MIN
PIEL	REMOJO	WAIT 1296.92 MIN
PIEL	PELAMBRE	WAIT 502.6 MIN
PIEL	DESCARNADO	WAIT 126.48 MIN
PIEL	DIVIDIDO	WAIT 124.47 MIN
PIEL	DESENCALADO	WAIT 64.73 MIN
PIEL	FIQUELADO	WAIT 241.43 MIN
PIEL	ESCURRIDO	WAIT 477.26 MIN
PIEL	REBAJADO	WAIT 128.55 MIN
PIEL	RECURTIDO	WAIT 989.94 MIN
PIEL	SECADO_AL_VACIO	WAIT 185.81 MIN
PIEL	SECADO_AL_AMBIENTE	WAIT 1563 MIN
PIEL	ABLANDADO	WAIT 52 MIN
PIEL	LIJADO	WAIT 64.79 MIN
CUERO	PINTADO	WAIT 75.36 MIN
CUERO	SECADO_ESTUFA	WAIT 48.44 MIN
CUERO	FLANCHADO	WAIT 103.96 MIN
CUERO	ALMACEN_PT	

Figura 9. Procesos ingresados en Promodel Piel Trujillo S.A.C. 2016

Fuente: Tabla 10. Cálculo de tiempo estándar empresa Piel Trujillo SAC - Agosto 2016.

## MODELADO DE SISTEMA PRODUCTIVO

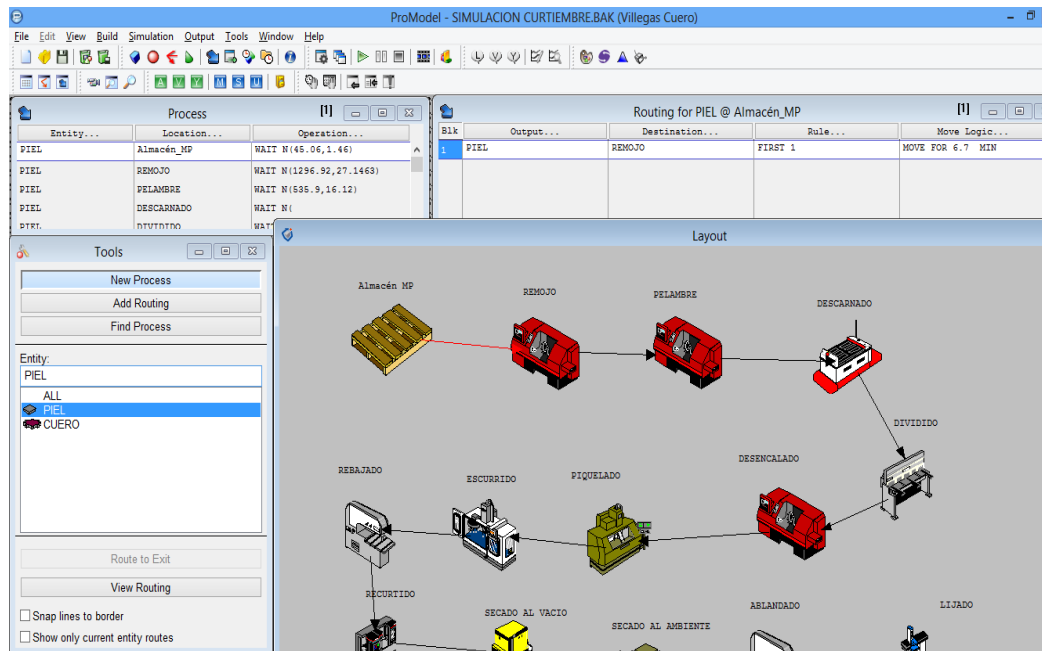


Figura 10. Modelado de Sistema productivo, Piel Trujillo S.A.C. 2016

Fuente: Tabla 10. Cálculo de tiempo estándar empresa Piel Trujillo SAC - Agosto 2016 y Figuras 3, 4 y 5 Locaciones, Entidades y Recursos ingresados en Promodel Piel Trujillo S.A.C 2016

Con los datos de tiempo estándar se procede a realizar el ingreso de los datos al sistema y realizar el análisis de los resultados:

Tabla 5. Reporte de locaciones en ProModel, Piel Trujillo S.A.C. 2016

REPORTE GENERAL DE LOCACIONES EN PROMODEL								
Nombre actividad	Tiempo programado (HR)	Capacidad	Entradas totales	Tiempo promedio por entrada (MIN)	Contenido promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
SECADO AL AMBIENTE	168	1	7	1439.1	1.00	1.00	1.00	99.94
SECADO AL VACIO	168	1	7	1436.0	1.00	1.00	1.00	99.72
PIQUELADO	168	2	9	2232.7	1.99	2.00	2.00	99.67
ESCURRIDO	168	1	8	1253.3	0.99	1.00	1.00	99.47
RECURTIDO	168	2	8	2494.2	1.98	2.00	2.00	98.98
DESENCALADO	168	1	9	1106.1	0.99	1.00	1.00	98.76
DIVIDIDO	168	1	9	1093.4	0.98	1.00	1.00	97.63

REBAJADO	168	1	8	1214.8	0.96	1.00	1.00	96.41
REMOJO	168	2	10	1935.4	1.92	2.00	2.00	96.00
DESCARNAD								
O	168	1	9	948.8	0.85	1.00	1.00	84.71
PELAMBRE	168	2	9	1885.9	1.68	2.00	2.00	84.19
				103.8397				
PLANCHADO	168	1	41	317	0.42	1.00	0.00	42.24
SECADO								
ESTUFA	168	1	34	100.0	0.34	1.00	0.00	33.72
PINTADO	168	1	27	98.9	0.26	1.00	0.00	26.50
LIJADO	168	1	20	91.9	0.18	1.00	0.00	18.24
ABLANDADO	168	1	13	83.5	0.11	1.00	0.00	10.77
Almacén MP	168	10	7	201.0	0.14	1.00	0.00	1.40
ALMACEN PT	168	4	48	0	0.00	1.00	0.00	0.00

Fuente: El reporte General de locaciones, Piel Trujillo S.A.C, ProModel.

En este caso como bien se definió el cuello de botella, la operación secado al ambiente es la que tiene un porcentaje mayor de utilización, por esto es que se enfoca en está para reducir la capacidad restrictiva del sistema. Se propone cambiar el método de secado e implementar un túnel de secado que genere mayor productividad. Este túnel de secado tiene 4 veces la capacidad actual, por lo que se plantea nuevamente en el ProModel para verificar el cambio

Además de este indicador de utilización también se verifica el porcentaje de bloqueo, que hace referencia al tiempo promedio que las entidades permanecieron esperando una locación desocupada.

Tabla 6. Actividad de la entidad en ProModel, Piel Trujillo S.A.C. 2016

ACTIVIDAD DE LA ENTIDAD EN PROMODEL				
Nombre	% la lógica del movimiento	% Esperando	% en Operación	% Obstruido
PIEL		0.000	0.000	0.000
CUERO		1.398	0.000	49.458

Fuente: Promodel, Piel Trujillo S.A.C. 2016, Tabla 5. Reporte de locaciones en ProModel, Piel Trujillo S.A.C. 2016

Se determina que el porcentaje de bloqueo es de 49.144% lo que es casi la mitad en tiempo esperando una locación desocupada.

### 3.3.3. Subordinar todo a la restricción

Se procede a subordinar todo a la restricción de la operación de secado al ambiente, por lo que se puede notar en la siguiente imagen:

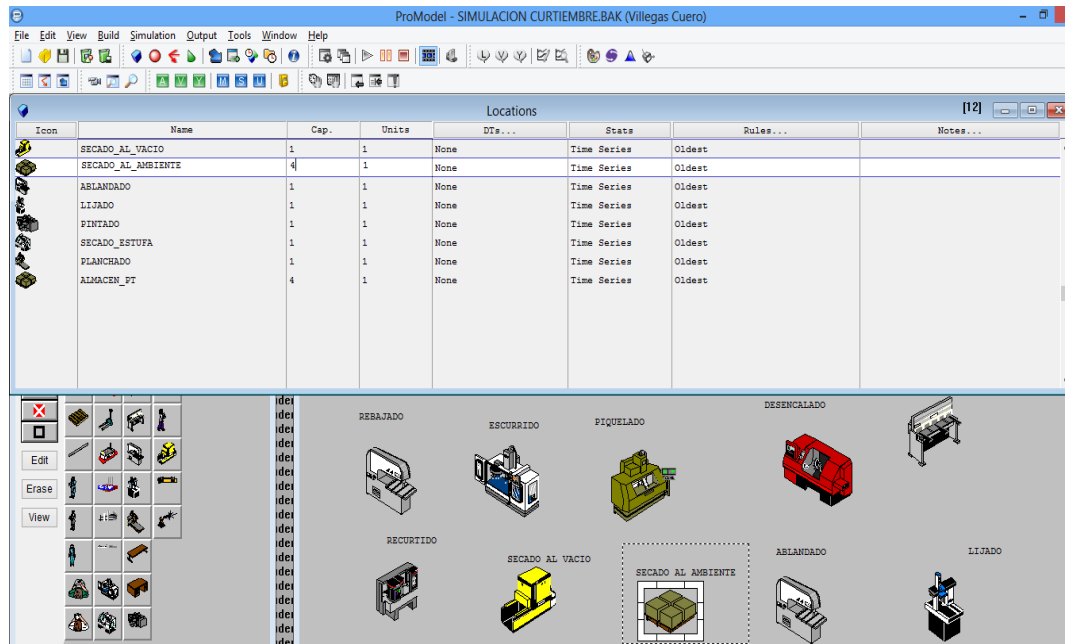


Figura 11. Explotación de restricción en ProModel, Piel Trujillo S.A.C. 2016

Fuente: Tabla 5. Reporte de locaciones en ProModel, Piel Trujillo S.A.C. 2016

### 3.3.4. Elevar la restricción

Tabla 7. Reporte de locaciones después de explotación de restricciones, Piel Trujillo S.A.C. 2016

REPORTE GENERAL DE LOCACIONES EN PROMODEL DESPUES DE EXPLOTACIÓN								
Nombre	Hora programada (HR)	Capacidad	Total de Entradas	Promedio de tiempo por entrada (MIN)	Contenido promedio	Contenido máximo	Contenido actual	% Utilización
PIQUELADO	168	2	21	956.84	1.99	2	2	99.67
ESCURRIDADO	168	1	20	496.75	0.99	1	1	98.56
DESENCALADO	168	1	21	463.48	0.97	1	1	96.56



<b>ACTIVIDAD DE LA ENTIDAD EN PROMODEL DESPUES DE EXPLOTACIÓN DE RESTRICCIONES</b>								
<b>Nombre</b>	<b>% la lógica del movimiento</b>			<b>% Esperando</b>	<b>% En Operación</b>		<b>% Obstrucción</b>	
PIEL	0	0	0	0	0	0	0	0
CUERO	1.45	0.00	74.19	24.36				
SECADO AL AMBIENTE	168	4	26	1470.34	3.79	4	3	94.81
SECADO AL VACIO	168	1	26	354.63	0.91	1	1	91.47
DIVIDIDO	168	1	20	457.02	0.91	1	1	90.68
REMOJO	168	2	14	1214.89	1.69	2	2	84.37
RECURTIDO	168	2	27	566.84	1.52	2	2	75.92
DESCARNADO	168	1	19	394.10	0.74	1	1	74.29
REBAJADO	168	1	25	220.52	0.55	1	1	54.69
PLANCHADO	168	1	52	103.96	0.54	1	0	53.63
PELAMBRE	168	2	13	815.07	1.05	2	1	52.56
SECADO ESTUFA	168	1	47	86.06	0.40	1	0	40.13
PINTADO	168	1	42	90.03	0.38	1	1	37.51
LIJADO	168	1	35	81.58	0.28	1	0	28.33
ABLANDADO	168	1	29	69.61	0.20	1	1	20.03
Almacén MP	168	10	7	44.50	0.03	1	0	0.31
ALMACEN PT	168	4	59	0.00	0.00	1	0	0.00

Con el nuevo reporte se puede determinar que la actividad restrictiva dejó de serlo y se redujo de un 99.94% de utilización a un 94.81% con lo cual se procede a verificar el porcentaje de bloqueado en la siguiente tabla:

Tabla 8. Actividad de la entidad en ProModel después de explotación de restricciones

Fuente: Análisis de la entidad en Piel Trujillo S.A.C. ProModel.

Se puede observar en la tabla anterior que el porcentaje de bloqueo es esta vez un 24.36% lo que se ha reducido significativamente.

### 3.3.5. Regresar al paso 1

Ahora la restricción identificada está en el área de piquelado que es el área que tiene un mayor porcentaje de utilización y mayor productividad.

### 3.4. Estimar el efecto de la mejora usando Promodel

Tabla 14. Análisis técnico de variación de productividad

ANÁLISIS TÉCNICO DE VARIACIÓN DE PRODUCTIVIDAD					
	Lotes	Cueros	Pie2 total semana	Tiempo Utilizado (H)	Productividad Pie2/H
Productividad anterior	48	9600	345600	168	2057.14
Productividad nueva	59	11800	424800	168	2528.57
Diferencia					471.43
% Variación					22.9%

Fuente: Comparación de Productividad Piel Trujillo S.A.C, ProModel.

Los lotes son los que se han obtenido de la simulación en ProModel, ya que se trabajó por lotes de 200 pieles, se obtiene los cueros en total multiplicando los lotes en el primer caso 48 lotes \*200 pieles / lotes= 9600 pieles, además se multiplica por los pies<sup>2</sup> obtenido, 9600 pieles \*36 pies<sup>2</sup>/piel = 345600 pies<sup>2</sup> / semana, el tiempo utilizado semanal o programado es 168 H, de esta manera la productividad será dividiendo los pies<sup>2</sup>/tiempo usado = 345600 pies<sup>2</sup> / 168 H = 2057.14 pies<sup>2</sup>/H.

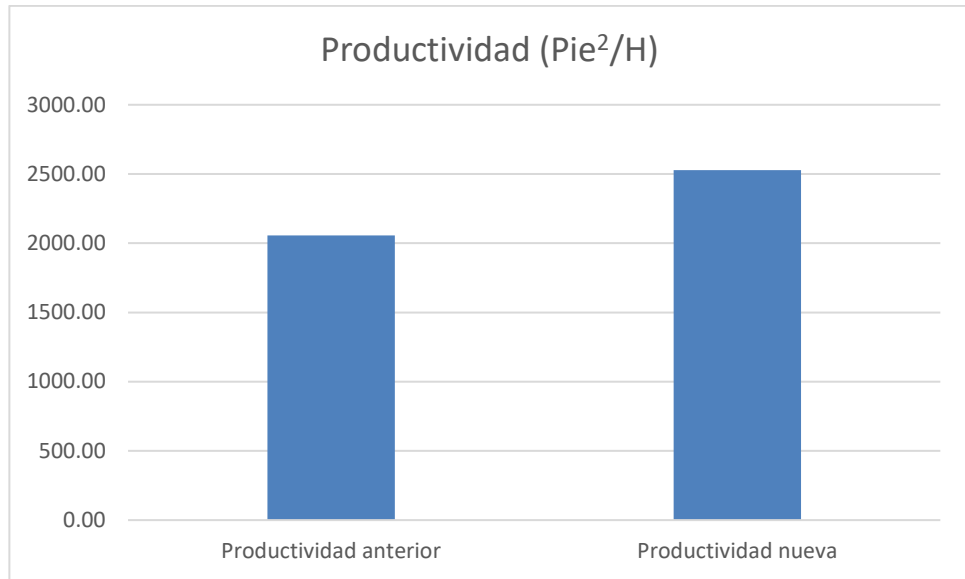


Figura 12. Análisis técnico de variación de productividad

La variación de la productividad después de aplicar TOC en el ProModel, se verifica que hay un incremento de 22.9%.

### 3.5. Evaluación económica de la propuesta de implementación para elevar restricciones.

Tabla 15. Evaluación económica de proyecto de secado en cámaras

<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTO DE SECADO EN CAMARAS</b>			
<b>Activo Fijo Intangible</b>		<b>Activo Fijo Tangible</b>	
Estudios Previos	2500		
Estudios definitivos	3000		
Organización	3000	Maq. y Equipo	87000
Supervisión	3000	Muebles y Enseres	20000
Gastos puesta en marcha	6000	Imprevistos	5000
Contingencias	2500	<b>TOTAL</b>	<b>S/. 112,000</b>
Know How Proveedor			
Japonés	8000	<b>Capital de Trabajo</b>	<b>S/. 25,000</b>
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 28,000</b>		

<b>FLUJO PROYECTADO DE VENTAS</b>										
P. Venta	S/. 9.00	c/pie 2								
	<b>año 1</b>	<b>año 2</b>	<b>año 3</b>	<b>año 4</b>	<b>año 5</b>	<b>año 6</b>	<b>año 7</b>	<b>año 8</b>	<b>año 9</b>	<b>año 10</b>
<b>VENTAS (pie2)</b>	424800	446040	468342	491759	516347	542164	569273	597736	627623	659004
				S/.						S/.
<b>VENTAS (S/.)</b>	3,823,200	S/. 4,014,360	S/. 4,215,078	4,425,83	S/. 4,647,123	S/. 4,879,480	S/. 5,123,454	S/. 5,379,626	S/. 5,648,608	5,931,0
				2						38

<b>PRESUPUESTO DE COSTOS</b>										
<b>Costo directo</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
Tasa de crecimiento	Año Base	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%
<b>Costo</b>				3319373				4034719.	4236455.7	444827
<b>Producción (S/.)</b>	2867400	3010770	3161308.5	.925	3485342.621	3659609.752	3842590.24	752	4	8.526
Gastos Adm. Y Ventas	573,480	602,154	632,262	663,875	697,069	731,922	768,518	806,944	847,291	889,65



Tabla 17. Cuadro de Reembolso - Préstamo bancario Cofide

CUADRO DE REEMBOLSO - PRESTAMO BANCARIO 1								
Monto de préstamo	S/. 57,750							
TEA	15.00%							
Años	8							
ITF	0.06%							
<b>Modalidad</b>	<b>Amortización Fija, Intereses al rebatir</b>							
Periodo	Cuota(S/.)	Capital Amortizado(S/.)	Intereses	IE (%)	Saldo de Préstamo (S/.)	ITF (%)	ITF (\$)	TOTAL PAGO PRÉSTAMO(S/.)
0	-	-	-	-	57,750	-	-	-
1	8,662.50		8662.50	15.00%	57,750	0.06%	5.20	8667.70
2	8,662.50		8662.50	15.00%	57,750	0.06%	5.20	8667.70
3	8,662.50		8662.50	15.00%	57,750	0.06%	5.20	8667.70
4	20,212.50	11,550.00	8662.50	15.00%	46,200	0.06%	12.13	20224.63
5	18,480.00	11,550.00	6930.00	15.00%	34,650	0.06%	11.09	18491.09
6	16,747.50	11,550.00	5197.50	15.00%	23,100	0.06%	10.05	16757.55
7	15,015.00	11,550.00	3465.00	15.00%	11,550	0.06%	9.01	15024.01
8	13,282.50	11,550.00	1732.50	15.00%	0	0.06%	7.97	13290.47
<b>TOTAL</b>	<b>109,725</b>	<b>57,750</b>	<b>51975</b>	<b>1.2</b>	<b>346,500</b>	<b>0.00</b>	<b>65.84</b>	<b>109,790.84</b>

En total el préstamo de S/.57750 realizado a COFIDE se pagará en 10 años con un pago total de S/. 109 790.84

Tabla 18. Cuadro de reembolso - Préstamo Bancario BCP

CUADRO DE REEMBOLSO - PRESTAMO BANCARIO 2								
Monto de préstamo	S/. 24,750							
TEA	19.25%							
Años	8							
ITF	0.06%							
<b>Modalidad</b>	<b>Amortización Fija, Intereses al rebatir</b>							
Periodo	Cuota(S/.)	Capital Amortizado(S/.)	Intereses	IE (%)	Saldo de Préstamo(S/.)	ITF (%)	ITF (\$)	TOTAL PAGO PRÉSTAMO(S/.)
0	-	-	-	-	24,750	-	-	-
1	4,764.38		4764.38	19.25%	24,750	0.06%	2.86	4767.23
2	4,764.38		4764.38	19.25%	24,750	0.06%	2.86	4767.23
3	4,764.38		4764.38	19.25%	24,750	0.06%	2.86	4767.23
4	9,714.38	4,950.00	4764.38	19.25%	19,800	0.06%	5.83	9720.20
5	8,761.50	4,950.00	3811.50	19.25%	14,850	0.06%	5.26	8766.76
6	7,808.63	4,950.00	2858.63	19.25%	9,900	0.06%	4.69	7813.31
7	6,855.75	4,950.00	1905.75	19.25%	4,950	0.06%	4.11	6859.86
8	5,902.88	4,950.00	952.87	19.25%	0	0.06%	3.54	5906.42
<b>TOTAL</b>	<b>53,336</b>	<b>24,750</b>	<b>28586.25</b>	<b>1.54</b>	<b>148,500</b>	<b>0.00</b>	<b>32.00</b>	<b>53,368.25</b>

El préstamo realizado al BCP con un monto de S/. 24750, se pagará en total S/. 53368.25 en un periodo de 10 años.

Tabla 19. Resumen de Reembolso de préstamos consolidado

<b>CUADRO DE REEMBOLSO – CONSOLIDADO</b>		
Monto de préstamo	S/. 82,500	
Años	8	
ITF	0.06%	
<b>Periodo</b>	<b>CUOTAS</b>	<b>TOTAL PAGO PRESTAMO</b>
0		
1	S/. 13,426.88	13434.93
2	S/. 13,426.88	13434.93
3	S/. 13,426.88	13434.93
4	S/. 29,926.88	29944.83
5	S/. 27,241.50	27257.84
6	S/. 24,556.13	24570.86
7	S/. 21,870.75	21883.87
8	S/. 19,185.38	19196.89
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 163,061.25</b>	<b>S/. 163,159</b>

En total por el préstamo de S/. 82500 se pagará en un periodo de 10 años S/. 163159.



Tabla 20. Flujo de caja de proyecto de Inversión

<b>FLUJO DE CAJA</b>											
	<b>AÑO 0</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>	<b>AÑO 6</b>	<b>AÑO 7</b>	<b>AÑO 8</b>	<b>AÑO 9</b>	<b>AÑO 10</b>
Ventas		3823200	4014360	4215078	4425832	4647123	4879480	5123454	5379626	5648608	5931038
				<b>3161308.</b>	<b>3319373.</b>	<b>3485342.</b>	<b>3659609.</b>	<b>3842590.</b>	<b>4034719.</b>	<b>4236455.</b>	<b>4448278.</b>
(-) Costo de ventas		<b>2867400</b>	<b>3010770</b>	<b>5</b>	<b>925</b>	<b>621</b>	<b>752</b>	<b>24</b>	<b>752</b>	<b>74</b>	<b>53</b>
Gastos Operativos:		<b>573480</b>	<b>602154</b>	<b>632262</b>	<b>663875</b>	<b>697069</b>	<b>731922</b>	<b>768518</b>	<b>806944</b>	<b>847291</b>	<b>889656</b>
(-) Gastos de Adm. y ventas		573480	602154	632261.7	5	43	05	8	04	479	05
(-) Depreciación		14450	14450	14450	14450	14450	14450	14450	14450	14450	14450
<b>Subtotal</b>		<b>367870</b>	<b>386986</b>	<b>407058</b>	<b>428133</b>	<b>450262</b>	<b>473498</b>	<b>497895</b>	<b>523513</b>	<b>550411</b>	<b>578654</b>
Impuesto a la renta (30%)		<b>110361</b>	<b>116096</b>	<b>122117</b>	<b>128440</b>	<b>135079</b>	<b>142049</b>	<b>149369</b>	<b>157054</b>	<b>165123</b>	<b>173596</b>
<b>FLUJO DE CAJA ECONOMICO</b>	<b>-165000</b>	<b>271959</b>	<b>285340</b>	<b>299390</b>	<b>314143</b>	<b>329634</b>	<b>345899</b>	<b>362977</b>	<b>380909</b>	<b>399738</b>	<b>444508</b>
<b>FLUJO DE CAJA FINANCIERO</b>	<b>-S/.</b>	<b>S/.</b>	<b>S/.</b>	<b>S/.</b>	<b>S/.</b>	<b>S/.</b>	<b>S/.</b>	<b>S/.</b>	<b>S/.</b>		
	82,500	13,426.88	13,426.88	13,426.88	29,926.88	27,241.50	24,556.13	21,870.75	19,185.38	0	0
<b>FLUJO DE CAJA NETO [FEN]</b>	<b>-82500</b>	<b>258532</b>	<b>271913</b>	<b>285964</b>	<b>284216</b>	<b>302392</b>	<b>321342</b>	<b>341106</b>	<b>361723</b>	<b>399738</b>	<b>444508</b>

Tabla 21. Indicadores de rentabilidad de proyecto de inversión.

<b>INDICADORES DE RENTABILIDAD</b>				
<b>N</b>	<b>VANE</b>	<b>TIRE</b>	<b>CPPC</b>	<b>17.64%</b>
<b>0</b>	-165000	-165000		
<b>1</b>	258532	258532		
<b>2</b>	271913	271913		
<b>3</b>	285964	285964		
<b>4</b>	284216	284216		
<b>5</b>	302392	302392		
<b>6</b>	321342	321342		
<b>7</b>	341106	341106		
<b>8</b>	361723	361723		
<b>9</b>	399738	399738		
<b>10</b>	444508	444508		
<b>VNA</b>	<b>S/. 1,384,091.71</b>	<b>161%</b>		
<b>VAN</b>	<b>S/. 1,219,091.71</b>			

Llegamos a la conclusión de que el proyecto de secado a cámaras, es viable porque nos da un VNA de S/. 1384091.71 con TIR de 161%, lo cual es mayor al CPPC del proyecto de inversión de 17.64%.

#### IV. DISCUSIÓN

El estudio determinó que los tiempos de utilización en la capacidad restrictiva fueron de 99.94% según lo determinado en el ProModel, además se obtuvo un tiempo de bloqueo de 49.144% lo que es casi la mitad en tiempo esperando una locación desocupada por los datos de ingreso al programa, de esta manera se ha realizado parecido al estudio que hizo Elías Román Acero Navarro que encontró como resultado que, en varios procesos existía una demora por la falta la llegada tardía de los recursos e insumos y que esta incurría en un 85% del tiempo de fabricación normal, por otro lado el estudio de Ortiz y Caicedo (2013) han aplicado la programación lineal se logró construir un modelo matemático, que sirve a de la aplicación de la teoría un 69.78% de utilización en el proceso de “guarnición” la mejora es evidente sin embargo la operación de “soleteado” la cual forma parte del proceso de “guarnición” presenta un porcentaje de utilización de 99,07%, lo cual indica que este es un recurso de restricción de capacidad, una restricción de recursos.

En esta tesis se encontró que el aumento de la productividad por el uso de TOC, se ha definido en un 22.9% de incremento después de haber realizado el análisis en la simulación planteada, de la misma forma la tesis de Sarmiento y Harvey (2012) aplicaron los 5 pasos de (TOC), para ello se procedió a la recolección de datos, como de mano de obra, materia prima y todos los costos que incurren en el proceso de fabricación de calzado, se analizaron los costos de producción, procesos de producción, donde se identifica un impacto directo en la productividad notándose un incremento en su producción al mes en un 5% a 6% del total del mes a comparación de mes anterior.

En este estudio se logró una hallar en materia de indicadores económicos una TIR de 161% y un VNA de S/. 138409.71, después de plantear la propuesta de mejora aplicando la TOC, estos indicadores son parecidos a los que halló Reyes Delgado (2014), cuyo estudio generó una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 54,77% y un Valor Actual Neto (VAN) de \$280.639,12, lo que demuestra la factibilidad técnica. (Reyes Delgado, 2014).

## V. CONCLUSIONES

Según el análisis realizado hay 24 operaciones, 14 transportes, 2 actividades de espera, 2 de inspección y no hay almacenamientos, en total son 41 actividades en todos los 4 procesos del sistema productivo.

El segundo objetivo determinó la productividad actual diaria en los 30 días anteriores al método propuesto se ha identificado que el promedio de la productividad de tiempo de HH es 4.37 pie<sup>2</sup> / min y la productividad de materia prima es igual a 34.10 pie<sup>2</sup> / piel, utilizando como base la observación utilizada.

Se logró minimizar las restricciones teniendo un porcentaje de bloqueado de 49.144% lo que es casi la mitad en tiempo esperando una locación desocupada hasta un porcentaje de 24.36% y se redujo de un 99.94% de utilización a un 94.81%.

Con el impacto de la aplicación de la teoría de restricciones en la productividad mediante el análisis técnico, se obtuvo que la variación de la productividad después de aplicar ProModel en la TOC, es un incremento de 22.9%.

Después de realizar un estudio económico de la aplicación de la teoría de restricciones se determinó que: La propuesta a realizar para la aplicación de TOC en la empresa genera como resultado positivo que el proyecto de implementar una máquina de cámaras de secado es viable porque nos da un VNA de S/. 1384091.71 con TIR de 161%, lo cual es mayor al CPPC del proyecto de inversión de 17.64%.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que se haga extensivo el uso de aplicaciones para tomar decisión al momento de querer realizar cualquier mejora en el proceso productivo, de esta manera los resultados deseados se pueden pronosticar y elevar la eficacia de los mismos.

Para otros estudios futuros que se puedan realizar, se tiene que tener en cuenta otras y más variables que sean de fácil manejo a través de la teoría de restricciones tales como eficacia o eficiencia etc. que también oriente a una mejor toma de decisiones en busca de la optimización del desempeño de la empresa, así con el empleo de modelo matemático que permita pronosticar los resultados.

Con respecto a utilizar la teoría de restricciones combinada con el modelo de simulación en ProModel, es un buen método para obtener mejores resultados y saber cómo se debe aplicar, se recomienda extender el estudio tomando en cuenta variables como el costo de la materia prima o mano de obra.

Por otro lado, a la curtiembre piel Trujillo S.A.C, se le recomienda que implemente y mejore sus políticas de mejora continua ya que eso contribuirá a mejorar la productividad de la compañía.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Libros:

**Alessio, Fernando.** *Administracion y direccion de la produccion.* Lima : Pearson Educación de México, S.A. , 2004. ISBN 9702605431.

**Arnolleteo.** *Administracion de la Produccion como Ventaja Competitiva.* s.l. : eumed.net, 2006. ISBN-13: 9788469079041.

**Campos, Jair.** *Analisis y Mejora de procesos de una curtiembre ubicado en la ciudad de trujillo.* Lima : Facultad de Ingenieria, 2013.

**Campos, Victor.** *Analisis y mejora de procesos de una curtiembre ubicada en la ciudad de Trujillo.* Lima : Universidad Pontificia del Peru, 2010.

**Chapman, Stephen.** *Planificacion Y Control de la Produccion.* Ciudad de Mexico : Person Educacion, 2006. ISBN 970260771X.

**Cueronet.** www.cueronet.com. [En línea] Cueronet, 12 de 2005. [Citado el: 15 de 11 de 2016.] <http://www.cueronet.com/flujograma/secado.htm>.

**García Marquez, Fausto Pedro.** *Dirección y gestión de la producción, Una aproximación mediante simulación.* Barcelona : Marcombo, 2013. 9788426720207.

**Garcia, Alonso.** *Conceptos de Organizacion Industrial.* Barcelona : MARCOMBO.S.A, 1998. ISBN: 8426711391.

**Goldratt, Eliyahu.** *La carrera: en busca de ventajas competitivas.* Buenos aires : GRANICA, 1997. ISBN9789506411633.

**Groonroos, Christian.** *Marketing y Gestion de Servicios.* Madrid : Diaz de Santos, S.A., 1994. M. 10.9961994.

**Industrias, Sociedad Nacional de Industrias.** competencia desleal del calzado chino. [En línea] Diciembre de 2013. [http://www2.sni.org.pe/servicios/publicaciones/download/Industria\\_Peruana\\_887.pdf](http://www2.sni.org.pe/servicios/publicaciones/download/Industria_Peruana_887.pdf).

**Jacobs, Robert y Chase, Richard.** *Administracion de Operacions, Produccion y Cadena de suministros.* Mexico : McGRAW Education, 2009. ISBN: 9786071510044.

**Jara, Kiara.** *Estrategias de Calidad en los servicios para mejorar el nivel de satisfaccion de los clientes de la Curtiembre Cuenca S.A.C.* Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego , 2013.

**Jay, Henser y Barry, Render.** *Administración de Operaciones*. Mexico : Pearson Educación , 2009. ISBN: 9786074420999.

**Jaydeep, Balakrishnan y Chun Hung, Cheng.** *Theory of constraints and linear programming: a reexamination*. Canada : University of Calgary , 2010. ISBN/14591463.

**Krajewski, Lee.** *Administración de Operaciones, estratégica y análisis 5ta edición*. Mexico : Pearson Educación, 1999. ISBN 0201331187.

**Krajewski, Lee.** *Administración de Operaciones, procesos y cadena de valor*. Mexico : Pearson Educación de México, 2008. ISBN 013187294X.

**Meyers, Fred E. y Stephens, Matthew P.** *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Mexico : Pearson Educación, 2006.

**profesores, Equipo de.** *Guías de gestión de la innovación Producción y Logística*. Catalunya : © Generalitat de Catalunya, 2004. ISBN 8439361866.

**Prokovenko, Jhosep.** *Gestión de la Productividad*. Ginebra : Organización Internacional del Trabajo , 1989. ISBN 9223059011.

**Promodel.com.** Promodel.com. *Promodel.com*. [En línea] Promodel.com.mx, 10 de 2008. [Citado el: 10 de 11 de 2016.] <http://www.promodel.com.mx/promodel.php>.

**Reyes Delgado, Pedro Wilfrido.** *Mejoramiento de la productividad en la empresa Supan mediante aplicación de TOC*. Guayaquil : Universidad de Guayaquil, 2014.

**Robert L. Bulfin, Jr y Sippper, Daniel.** *Planeación y control de la producción* . Mexico : McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A., 1998. ISBN 97010194X .

**Rodrigues, Carlos.** *La cultura de calidad y la productividad en las empresas* . Jalisco : Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, 1999. ISBN 9686101284.

**Rojas.** *Generalidades del control de la Producción*. Trujillo : Editorial LibertadGeneral, 1996.

**Soto, Hernan.** *La competitividad de la industria del calzado en el Perú y sus proyecciones en el mediano plazo (caso Pyme Tobbex International y el papel del CITECcal)* . Lima : Facultad de Ciencias Contables Unidad de post grado, 2007.

**Meyers, Fred E, Stephens, Matthew .P.** *Diseño de Instalaciones de Manufactura y manejo de Materiales*. Ciudad de México: 2006.



**Tesis:**

**Acero, Elias.** Administracion de Operaciones Aplicando la Teoria de Restricciones en una Mype. Lima : Universidad Mayor de San Marcos, 2003.

**Campos, Victor.** *Analisis y mejora de procesos de una curtiembre ubicada en la ciudad de Trujillo.* Lima : Universidad Pontificia del Peru, 2010.

**Jaydeep, Balakrishnan y Chun Hung, Cheng.** Theory of constraints and linear programming: a reexamination. Ottawa : University of Calgary , 2010. ISBN/14591463.

**Sarmiento, Dias y Harvey, Wiliam.** Diseño e Implementacion de una mejora continua para la curtiembre. Bucaramanga : Universidad Pontificia Bolivariana, 2012.

**Ortiz, Viviana, Caicedo, Ivaro.** Programación óptima de la producción en una pequeña empresa de calzado. Cucuta : s.n., 2013. ISSN 18155936.

**Reyes Delgado, Pedro Wilfrido.** *Mejoramiento de la productividad en la empresa Supan meidante aplicación de TOC.* Guayaquil : Universidad de Guayaquil, 2014.

**Vazquez, Pablo, y otros.** *Teoria de restricciones aplicada en la planificacion de la produccion en una planta de terminacion de cuero.* Montevideo : AUQTIC, 2008.

# **ANEXOS**

**A. ANEXO DE TABLAS**

Tabla 11. A1. Cálculo de N empresa Piel Trujillo SAC - Agosto 2016

CÁLCULO DE N EMPRESA PIEL TRUJILLO SAC AGOSTO – 2016																				
N	Ítems	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	Número de datos
1	Seleccionar las pieles para el proceso	1108.89	1156.00	1156.00	1065.37	1332.25	1135.69	1115.56	1211.04	1072.56	1115.56	1317.69	1298.88	1298.88	1343.96	1292.40	1190.25	1156.00	20366.98	17
2	Llevar a la zona de remojo	25.00	29.70	23.04	28.09	30.25	23.04	26.01	27.04	23.04	20.25	27.56	25.00	36.00	28.09	27.04	34.22	38.45	471.83	17
3	Remojo	837225.00	912980.25	802099.36	849162.25	851929.00	831744.00	789876.56	851929.00	801741.16	835396.00	925828.84	920160.56	904781.44	944784.00	907370.55	834482.25	935089.00	14736579.23	17
4	Dejar reposar en el botal	4225.00	4658.06	4160.25	4296.80	5005.56	4624.00	4251.04	4316.49	4096.00	4356.00	4658.06	4692.25	5387.56	4754.10	4563.00	4205.52	4761.00	77010.71	17
5	Realizar pelambre en botal	139876.00	152607.42	133225.00	140625.00	144400.00	143262.25	133517.16	148533.16	143073.06	142884.00	170115.00	155472.49	153860.06	175142.25	164998.44	151476.64	162691.22	2555759.16	17
6	Realizar lavado	576.00	635.04	576.00	761.76	770.06	576.00	756.25	587.58	553.19	576.00	635.04	784.00	806.56	639.08	615.04	561.69	702.25	11111.54	17
7	Transportar a zona de descarnado	12.25	16.00	17.64	14.75	14.55	12.96	11.53	12.46	11.76	12.25	13.51	19.80	19.82	13.84	13.25	12.18	20.79	249.34	17
8	Realizar descarnado	8556.25	9604.00	10660.56	9139.36	10241.44	8464.00	8010.25	10712.25	8317.44	8100.00	9101.16	12365.44	10712.25	9283.32	8892.49	8121.61	9025.00	159306.83	17
9	Transportar a zona de dividido	42.25	46.92	42.90	43.56	51.84	47.61	39.75	43.10	40.58	42.25	47.61	49.70	50.41	46.24	45.56	41.99	49.00	771.28	17
10	Realizar dividido	8930.25	9845.60	8576.61	9073.71	10610.03	8892.49	8405.22	9109.75	8576.61	8930.25	9845.60	9633.42	9643.24	8836.00	8486.09	7823.40	8787.19	154005.47	17
11	Traslado de	36.00	39.69	34.57	36.58	42.77	36.00	33.87	36.72	34.57	36.00	39.69	46.79	38.94	40.96	39.34	36.24	40.96	649.70	17

1	cuero al botal Colocar																				2.0
2	en botal Realizar desenca llado del	100.00	110.25	96.04	101.61	118.81	121.00	94.09	102.01	96.04	100.00	110.25	109.20	106.92	112.36	107.91	105.06	111.72	1803.27	17	0
1	cuero																				2.0
3	en botal Lavar el	484.00	533.61	464.83	491.95	575.04	576.00	455.40	493.73	464.83	484.00	533.61	522.12	549.90	535.92	514.38	475.24	533.15	8687.72	17	5
4	cuero Realizar el piquela do del	225.00	248.06	216.09	228.61	267.32	256.00	211.70	229.52	216.09	225.00	248.06	243.36	240.25	249.64	239.63	222.01	248.06	4014.42	17	9
1	cuero																				2.9
5	Realizar curtido Y basifica ción	841.00	927.20	807.70	854.39	999.19	841.00	791.30	857.90	807.70	841.00	927.20	906.01	1102.2 4	948.64	910.83	838.10	943.72	15145.1 3	17	2
1	Traslad o a máquin a	21609. 00	23823. 92	20753. 28	21957. 31	25673. 65	22876. 56	20331. 91	22043. 34	20753. 28	21609. 00	23823. 92	23317. 29	23947. 56	23482. 50	22551. 03	20793. 64	23353. 95	382701. 16	17	7
1	escurrid ora	30.25	33.35	29.05	37.45	35.94	31.92	28.73	30.86	29.05	30.25	33.35	37.21	33.06	33.64	32.26	29.70	33.41	549.50	17	2.6
7	Escurrir	121104 .00	133517 .16	11560 0.00	12304 6.61	14388 3.66	12744 9.00	11394 6.75	12353 8.19	11630 8.28	12110 4.00	13351 7.16	12992 4.20	13068 2.25	13619 7.90	13081 2.42	12058 2.56	13545 3.44	215666 7.60	17	3
1	Traslad o a la maquin a																				6.0
9	rebajad ora Realizar	25.00	27.56	24.50	25.40	29.70	27.01	23.52	25.50	24.01	25.00	27.56	27.04	27.56	28.12	27.04	16.00	28.09	438.63	17	3
2	rebajad o Realizar lavado Y neutrali zado de	8649.0 0	9535.5 2	8464.0 0	8787.1 9	10275. 88	9331.5 6	8649.0 0	8822.8 4	8306.5 0	9604.0 0	9535.5 2	9506.2 5	9321.9 0	9731.8 2	9341.2 2	8611.8 4	9674.6 9	156148. 74	17	1.3
1	botal	729.00	803.72	576.00	740.71	866.12	635.04	685.92	743.65	700.13	625.00	803.72	739.84	655.36	820.25	788.49	726.30	815.10	12454.3 6	17	4.5
																					2



	00%																				
	seco)																				
	Traslad																				
	ar al																				
3	área de																			10.	
3	lijado	5.76	6.55	9.00	10.56	9.00	9.92	8.12	10.56	9.92	9.49	8.70	10.56	10.24	10.24	8.18	9.61	10.56	156.99	17	00
3	Lijar el	2435.4	2304.0	2704.0	2621.4	2714.4	2830.2	2450.2	2756.2	2698.8	2830.2	2704.0	2450.2	2510.0	2667.7	2740.5	2851.5	2621.4	44890.5		1.3
4	cuero	2	0	0	4	1	4	5	5	0	4	0	5	1	2	2	6	4	6	17	9
	Traslad																				
3	o al																				1.8
5	pintado	4.00	4.41	3.84	4.08	4.75	4.24	3.76	4.08	3.84	4.00	4.41	4.33	4.62	4.49	4.33	4.00	4.49	71.68	17	1
3	Realizar	3364.0	3708.8	3230.7	3418.7	3996.7	3561.9	3047.0	3431.6	3230.7	3364.0	3708.8	4257.5	4719.6	3283.2	3152.8	2910.6	3266.1	59653.3		6.0
6	pintado	0	1	9	4	7	4	4	2	9	0	1	6	9	9	2	0	2	9	17	5
	Realizar																				
	secado																				
3	en la	1369.0	1509.3	1314.7	1391.2	1626.5	1449.5	1296.0	1396.5	1314.7	1369.0	1509.3	1477.6	1866.2	1624.0	1560.2	1436.4	1615.2	25125.9		3.6
7	estufa	0	2	9	9	1	5	0	2	9	0	2	3	4	9	5	1	4	5	17	2
	Traslad																				
3	ar al																				
3	plancha																				11.
8	do	9.00	9.92	8.64	9.14	10.69	9.53	9.00	9.18	8.64	9.00	9.92	9.73	17.22	10.11	9.73	9.92	10.06	169.47	17	48
	Plancha																				
3	rel	1600.0	1764.0	1536.6	1625.7	1900.9	1694.1	1521.0	1632.1	1536.6	1600.0	1764.0	1726.4	1944.8	1806.2	1734.7	1620.0	1797.7	28805.2		2.0
9	cuero	0	0	4	0	6	5	0	6	4	0	0	0	1	5	2	6	6	6	17	5
4	Medir	1122.2	1237.2	1077.8	1141.7	1333.3	1188.2	1089.0	1144.8	1077.8	1122.2	1237.6	1211.0	1218.0	1260.2	1210.3	1115.5	1253.1	20040.6		1.4
0	el cuero	5	8	1	6	5	8	0	1	1	5	3	4	1	5	4	6	6	0	17	8
	Traslad																				
	ar a																				
4	almacé																				2.4
1	n de P.T	16.00	17.64	15.37	16.26	19.01	16.94	15.05	16.32	15.37	16.00	17.64	17.22	18.06	15.60	14.98	13.84	15.60	276.91	17	3

Tabla 12. A2. Factores de calificación, Piel Trujillo S.A.C. - 2016

FACTORES DE CALIFICACIÓN, PIEL TRUJILLO S.A.C. 2016							
PROCESO		Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	TOTAL	
1	Riviera	Puntuación	0.03	0	0.02	0.03	
		Símbolo	C2	D	C	B	0.08
		Calificación	Bueno	Medio	Buenas	Excelente	
		Puntuación	0.03	0.02	0.02	0.03	
2	Curtido	Símbolo	C2	C2	C	B	0.1
		Calificación	Bueno	Bueno	Buenas	Excelente	
		Puntuación	0.03	0.02	0.02	0.03	
		Símbolo	C2	C2	C	B	0.1
3	Recurtido	Calificación	Bueno	Bueno	Buenas	Excelente	
		Puntuación	0.03	0.02	0.02	0.03	
4	Acabado	Símbolo	C2	C2	C	B	0.1
		Calificación	Bueno	Bueno	Buenas	Excelente	



Tabla 13. A3. Tablas de suplementos, Piel Trujillo S.A.C, 2016

		Suplementos Constantes				Suplementos Variables																		TOTAL
		Suplementos por necesidades personales		Suplementos básicos por fatiga		Suplemento por trabajar de pie		Suplementos postura anormal						Uso de fuerza/energía muscular		Intensidad de luz		Condiciones atmosféricas		Concentración intensa	Ruido	Tensión mental	Monotonía	
		H	M	H	M	H	M	Ligeramente incomoda	Incomoda inclinado		Muy incomoda		10 kg		Ligeramente por debajo de lo normal		Índice de enfriamiento Kata		Trabajos de cierta precisión	Intermitente y fuerte	Procesos nada complejo	Trabajo bastante monótono	Trabajo algo aburrido	
		H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M					
		0.05	0.07	0.04	0.04	0.02	0.04	0	0.01	0.02	0.03	0.07	0.07	0.03	0.04	0.00	0.00	0	0	0	2	0	1	0
1	Riviera	0.05		0.04		0.02		0		0.02				0.03									0.01	
2	Curtido	0.05		0.04		0.02				0.02				0.03							0.02			
3	Recurtido	0.05		0.04		0.02				0				0.03									0.01	
4	Acabado	0.05		0.04		0.02				0				0							0.02			

## B. ANEXO DE FIGURAS



Figura B10. Piel de cuero, Piel Trujillo S.A.C. 2016



Figura B11. Producto terminado, Piel Trujillo S.A.C. 2016



Figura B12. Materia prima, Piel Trujillo S.A.C. 2016



Figura B13. Secado al ambiente, Piel Trujillo S.A.C. 2016



Figura B14. Producto semiterminado, Piel Trujillo S.A.C. 2016

## C. OTROS ANEXOS

### CONTROL DE PROCESO

PARTIDA	N° DE PIELES	PESO	ESPESOR	N° GUIA	PROCESO
					<b>RECURTIDO</b>
N° BOTAL	ARTICULO	FECHA	RESPONSABLE		
ORDEN	PRODUCTOS QUIMICOS	TIEMPO		OBSERVACIONES	
		INICIO	FINAL		
1°	100% DE AGUA				
(20min)	ACTOL DB				
	ACIDO FORMICO				
Lavar - Enjuagar - Escurrir bien					
2°	40% DE AGUA CALIENTE				
(60min)	ACEITE				
	SALCROMO				
	ACTAN OM				
(30min)	ACTAN AC				
(30min)	ACTIDIAL WF				
REPOSOS 08 HORAS					
3°	ACTAN NH				
(45min)	FORMIATO DE SODIO				
Control pH:					
Lavar - Enjuagar - Escurrir bien					
4°	40% DE AGUA CALIENTE				
(30min)	ACRIL HARZ				
	ACTAN EF				
5°					
POLVOS					
(1h)					
6°					
ANILINAS					
(1h)					
7°	100% DE AGUA				
(20min)	ACIDO FORNICO				
Escurrir rodando					
8°					

ACEITES					
(1h)					
9°					
(20min)	ACIDO FORNICO				
REMONTE					
DE					
ANALINA					
(10min)					
Lavar - Escurrir rodando					

F - 25	<b>ORDEN DE PRODUCCION DE WET BLUE</b>	
Revisión 00		
Aprobado por Gerencia de Producción		

N°

Fecha de emisión:

N° Salida de

Pieles:

Tipo de piel:

N° de pieles:

Peso inicial (Kg):

OPERACIÓN	Responsable	Fecha		Hora		N° Botal	Cantidad (Kg/lados)	Firma
		Inicio	Fin	Inicio	Fin			
Remojo								
Pelambre								
Descarnado								
Dividido								
Curtido								
OBSERVACIONES								

## D) RECURSOS Y PRESUPUESTOS

### Recursos:

Recursos humanos:

- 01 Asesor metodológico
- 01 Asesor especialista
- 01 Investigador

Materiales y equipos:

- 4mill Papel bond A4
- 2 correctores
- 2 resaltadores
- 5 lapiceros
- 300 viajes urbanos
- 10 meses de servicio de teléfono e internet
- 18 juegos de impresiones (Proyecto y desarrollo de tesis: 2160 hojas)
- 18 anillados
- 3 empastados

### Presupuesto:

Tabla 9. Presupuesto estudio de investigación

<b>PRESUPUESTO ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN</b>				
<b>CLASIFICADOR DE GASTOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO S/.</b>	<b>COSTO TOTAL S/.</b>
<b>2.3.15</b>	<b>MATERIALES Y UTILES</b>			
	<b>PAPELERIA EN GENERAL, UTILES Y MATERIALES DE OFICINA</b>			
	Papel bond A4	4 mil	17	68
<b>2.3.15.11.2</b>	Corrector	2 uni.	2	4
	Resaltador	3 uni.	2	6
	Lapiceros	5 uni.	3	15





