

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Bibliotecas Bucaramanga
Universidad Santo Tomás**

**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE
AVINSA S.A.S.**

**ANDRÉS MAURICIO GARCÍA REY
MAURA ALEXANDRA GARCÍA REY**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y
ARQUITECTURA
BUCARAMANGA
2016**

**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE
AVINSA S.A.S.**

**ANDRÉS MAURICIO GARCÍA REY
MAURA ALEXANDRA GARCÍA REY**

Proyecto de grado como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial

**Director:
Magister. FRANK NICOLÁS DELGADO MORENO**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y
ARQUITECTURA
BUCARAMANGA
2016**

DEDICATORIA

A nuestra familia que nos brindó todo su apoyo y mejores deseos; a quienes de una u otra forma hicieron parte de este proyecto con sus colaboraciones y aportes.

**Andrés Mauricio García Rey
Maura Alexandra García Rey**

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Principalmente a Dios quien nos permitió llevar a cabo todo el proceso que finaliza con este proyecto satisfactoriamente.

El señor Juan Pablo Sánchez, Subgerente Operativo de Avinsa S.A.S y a la ingeniera María Isabel Gómez, líder de beneficio de Avinsa S.A.S.

A nuestro tutor y director el señor Frank Nicolás Delgado Moreno, quien con su guía y apoyo, y con su siempre elocuente objetividad, nos permitió ver materializado todo lo estudiado y aprendido en lo que va de nuestro proceso académico.

A nuestros padres Mauricio García Villamizar y Olga lucia Rey Meléndez; y a nuestra hermana y amiga Lina Raquel García Rey.

Al esposo y cuñado Jonatan Ricardo Márquez Rodríguez, a los hijos y sobrinos Gabriel Márquez García y María Lucía Márquez García, personas fundamentales, motivadores e inspiradores.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCION	14
1. ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE AVINSA S.A.S.....	15
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2 JUSTIFICACIÓN	21
1.3 OBJETIVOS.....	22
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	22
1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.	22
1.4 ALCANCE DEL PROYECTO	22
2. MARCO REFERENCIAL.....	23
2.1 MARCO CONCEPTUAL	23
2.1.1 MEJORA CONTINUA.	23
2.1.2 REINGENIERÍA.	23
2.1.3 ANÁLISIS DE PROCESOS.....	23
2.1.4 ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS.....	24
2.1.5 AUTOMATIZACIÓN.	24
2.1.6 PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	24
2.1.7 POLLO EN PIE.	24
2.1.8 POLLO CANAL.....	24
2.1.9 PARADAS.....	25
2.1.10 CLIMA LABORAL.	25
2.1.11 SALUD OCUPACIONAL.....	25
2.1.12 ROTACIÓN DE PERSONAL.....	25
2.1.13 CUELLO DE BOTELLA.....	26
2.1.14 MATADERO.....	26
2.2 MARCO TEÓRICO	26
2.2.1 MANUFACTURA ESBELTA (LEAN MANUFACTURING)	26
2.2.2 JUSTO A TIEMPO (JIT).....	29
2.2.3 POKA – YOKE.	30
2.2.4 KAIZEN.....	31
2.3 MARCO LEGAL	33
2.4 MARCO HISTÓRICO.....	35
2.5 ESTADO DEL ARTE.....	37
3. DISEÑO METODOLÓGICO.....	42
3.1 METODOLOGÍA	42
3.1.1 FASE 1.....	42
3.1.2 FASE 2.....	43
3.1.3 FASE 3.....	44
4. DESARROLLO DEL DISEÑO METODOLÓGICO	45

4.1 FASE 1. FASE DIAGNÓSTICA.....	45
4.1.1 PASO 1: RECONOCIMIENTO DEL PROCESO.....	47
4.1.2 PASO 2: DISEÑO DE TABLAS.....	54
4.1.3 PASO 3: TOMA DE DATOS.	58
4.1.4 PASO 4: ANÁLISIS DE LOS DATOS	65
4.1.5 PASO 5: MÉTRICO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1	69
4.2 FASE 2. IDENTIFICACIÓN DEL PRINCIPAL ERROR	69
4.2.1 PASO 6: IDENTIFICACIÓN DE LOS ERRORES	70
4.2.2 PASO 7: DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS.....	71
4.2.3 PASO 8: RECOLECCIÓN DE DATOS.	72
4.2.4 PASO 9: ESCOGER LA CAUSA PRINCIPAL.....	72
4.2.5 PASO 10: MÉTRICO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2.	81
4.3 FASE 3. PROPUESTA DE MEJORA.....	82
4.3.1 PASO 11: ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL ERROR.....	82
4.3.2 PASO 12: ELABORACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA.	83
4.3.3 PASO 13: IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.	84
4.3.4 PASO 14: SIMULACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA.....	84
4.3.5 PASO 15: MÉTRICO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3.	92
5. CONCLUSIONES	95
6. RECOMENDACIONES.....	97
BIBLIOGRAFÍA	102
ANEXOS.....	105

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Consumo per cápita de pollo	16
Figura 2. Relación entre los defectos reprocesables y la cantidad promedio de veces por hora que se presenta el defecto.	20
Figura 3. Efectos generales de la implementación de herramientas de manufactura esbelta	29
Figura 4. Metodología	42
Figura 5: Diagrama de flujo del proceso de eviscerado de Avinsa s.a.s	53
Figura 6: Diagrama de espina de pescado del defecto principal al final del proceso de beneficio.....	77
Figura 7. Organización del escenario actual.....	85
Figura 8: Escenario actual en 3612 segundos de ejecución.....	86
Figura 9: Organización de la propuesta de mejora 1.	87
Figura 10: Propuesta de mejora 1 en 3989 segundos de ejecución	88
Figura 11: Organización de la propuesta de mejora 2.	89
Figura 12. Propuesta de mejora 2 en 3612 segundos de ejecución.	90
Figura 13: Organización de la propuesta de mejora 1 con la recomendación sugerida.	97
Figura 14. Propuesta de mejora 1 aplicando la recomendación luego de 3624 segundos de proceso.....	98

LISTA DE TABLAS

Pág.

TABLA 1. SACRIFICIO DE AVES AÑO 2012	17
TABLA 2. SACRIFICIO DE AVES AÑO 2013	17
TABLA 3. SACRIFICIO DE AVES AÑO 2014	18
TABLA 4. DEFECTOS RE-PROCESABLES MANUALMENTE	20
TABLA 5. TÉCNICAS UTILIZADAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN JIT	30
TABLA 6. MARCO LEGAL APLICADO A PLANTAS DE BENEFICIO	33
TABLA 7: RELACIÓN ENTRE LOS DEFECTOS DEL POLLO CANAL Y LOS SUB- PROCESOS QUE LOS GENERAN.	55
TABLA 8: TEMPERATURA DEL AGUA DE LA MÁQUINA DESPLUMADORA.....	74
TABLA 9: VALOR DEL INDICADOR JSI.	81
TABLA 10: COMPARACIÓN DE LOS ÍNDICES DE CANALES SIN PLUMA AL FINAL DEL ÁREA DE EVISCERADO.....	94

LISTA DE CUADROS

Pág.

CUADRO 1: DELIMITACIÓN TEMPORAL DEL PROYECTO	45
CUADRO 2: CONDICIONES DE LOS SUBPROCESOS DONDE SE PRODUCEN ERRORES QUE PODRÍAN GENERAN EL ERROR PRINCIPAL (POLLO CANAL CON PLUMA)	56
CUADRO 3: RELACIÓN ENTRE VELOCIDAD DE LA CADENA, TEMPERATURA DE LA CALDERA Y TAMAÑO DEL POLLO	56
CUADRO 4: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA EL CONTEO DE POLLO CANAL CON PLUMA POR CADA SUBPROCESO.....	59
CUADRO 5: REGISTRO DE LAS MUESTRAS DE LAS TEMPERATURAS DE LA ESCALDADORA.....	60
CUADRO 6: REGISTRO DEL CONTEO DE DESPLUME.....	61
CUADRO 7: REGISTRO DE LAS MUESTRAS DE REVISIÓN DE PLUMA EN COLA.....	62
CUADRO 8: REGISTRO DE LA MUESTRA DE REVISIÓN EN ALA.....	63
CUADRO 9: REGISTRO DE LA MUESTRA DE REVISIÓN CANAL FINAL.....	64
CUADRO 10: EFICIENCIA DE LA ACTIVIDAD DE DESPLUME.....	66
CUADRO 11: EFICIENCIA DEL PUESTO DE TRABAJO DE REVISIÓN DE PLUMA EN COLA.....	66
CUADRO 12: EFICIENCIA DEL PUESTO DE TRABAJO DE REVISIÓN DE PLUMA EN ALA.....	67
CUADRO 13: EFICIENCIA DEL PUESTO DE TRABAJO DE REVISIÓN FINAL.....	68
CUADRO 14: INCIDENCIA DEL DEFECTO AL FINAL DE PROCESO DE EVisCERADO DURANTE UN RANGO DE TIEMPO DE 1 MINUTO.....	69
CUADRO 15: ERRORES POTENCIALES RELACIONADOS CON CADA UNO DE LOS SUBPROCESOS.....	70
CUADRO 16: REQUERIMIENTOS PARA EL PROCESO DE ESCALDADO SEGÚN EL MINISTERIO DE AGRICULTURA DE ESPAÑA EN SU GUÍA DE MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES EN ESPAÑA DEL SECTOR MATADERO Y DE LOS TRANSFORMADOS DE POLLO Y GALLINA.....	73
CUADRO 17: FACTORES MULTIPLICADORES PARA JSI PARA SUBPROCESO DE REVISIÓN DE PLUMA.....	75
CUADRO 18: FACTORES MULTIPLICADORES PARA JSI PARA SUBPROCESO DE REVISIÓN FINAL.....	76
CUADRO 19: RELACIÓN ENTRE LOS REQUERIMIENTOS DE LAS ACTIVIDADES INVOLUCRADAS EN EL DEFECTO Y SU DESFASE.....	78
CUADRO 20: MATRIZ MULTICRITERIO DE PRIORIZACIÓN DE LOS ERRORES DE LAS ACTIVIDADES.....	80

CUADRO 21: ANÁLISIS DE LAS PRIORIDADES EN LOS REQUERIMIENTOS DE LAS ACTIVIDADES QUE INCIDEN EN MAYOR MEDIDA DENTRO DEL DEFECTO.....	82
CUADRO 22: VARIABLES PARA LA SIMULACIÓN	84
CUADRO 23: CONDICIONES DE INICIO DEL ESCENARIO ACTUAL	85
CUADRO 24: TIPOS DE RESULTADOS AL FINAL DEL PROCESO DE EVISCERADO (ALMACENAMIENTOS) PARA EL ESCENARIO ACTUAL.....	86
CUADRO 25: CONDICIONES DE INICIO DE LA PROPUESTA 1.....	87
CUADRO 26: TIPOS DE RESULTADOS AL FINAL DEL PROCESO DE EVISCERADO (ALMACENAMIENTOS) DE LA PROPUESTA DE MEJORA 1.....	88
CUADRO 27: CONDICIONES DE INICIO DE LA PROPUESTA 2.....	90
CUADRO 28: TIPOS DE RESULTADOS AL FINAL DEL PROCESO DE EVISCERADO (ALMACENAMIENTOS) DE LA PROPUESTA DE MEJORA 2.....	91
CUADRO 29: RELACIÓN DE LOS DATOS DE UNA HORA DE SIMULACIÓN PARA LOS TRES ESCENARIOS.....	91
CUADRO 30: TIPOS DE RESULTADOS AL FINAL DEL PROCESO DE EVISCERADO (ALMACENAMIENTOS) DE LA PROPUESTA DE MEJORA 1 APLICANDO LA RECOMENDACIÓN.....	98
CUADRO 31: RELACIÓN DE LOS DATOS DE UNA HORA DE SIMULACIÓN PARA LOS CUATRO ESCENARIOS SIMULADOS	99

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A Vista satelital de Avinsa S.A.S.	105
ANEXO B. Organigrama Avinsa S.A.S.	106
ANEXO C. Plano de la planta de beneficio de Avinsa S.A.S.	107
ANEXO D. Plano área de colgado, planta de beneficio de Avinsa S.A.S.	108
ANEXO E. Plano area de eviscerado, planta de beneficio de Avinsa S.A.S.....	109
ANEXO F. Plano area de empaque, palnta de beneficio de Avinsa S.A.S.	110
ANEXO G. Diagrama de flujo de la planta de beneficio de Avinsa S.A.S.	111
ANEXO H. Resultados de los factores multiplicadores para la actividad de revisión ala y cola de la planta de beneficio de Avinsa S.A.S.	117
ANEXO I. Resultados de los factores multiplicadores para la actividad de revisión final de la planta de beneficio de Avinsa S.A.S.....	120
ANEXO J. Descripción de los factores multiplicadores y su participación en el cálculo del indicador JSI	124
ANEXO K. Resultado JSI y factores multiplicadores para propuesta de mejora 1	131
ANEXO L. Resultado JSI y factores multiplicadores para propuesta de mejora 2	132
ANEXO M. Datos recopilados para la elaboración del proyecto.....	133
ANEXO N. Resultado JSI y factores multiplicadores para propuesta de mejora 1 aplicando la recomendación sugerida.....	136
ANEXO O. Costos de implementación de las mejoras propuestas al proceso productivo de la planta de beneficio de aves AVINSA S.A.S.	137
ANEXO P. Liquidación mensual de un operario para el puesto de revisión final y reproceso de la planta de beneficio de aves AVINSA S.A.S.	138
ANEXO Q. Cotización de materiales para la implementación de las propuestas de mejora.....	139

GLOSARIO

PROPUESTA: manifestación de una idea o plan que exterioriza una finalidad determinada.

MEJORA: cambio o progreso de una cosa que está en condición precaria hacia un estado mejor.

BENEFICIO: conjunto de actividades que comprenden el sacrificio y faenado de animales para el consumo humano.

PROCESO: conjunto de operaciones a que se somete una cosa para elaborarla o transformarla.

POLLO CANAL: el cuerpo entero de un ave después de insensibilizado, sangrado, desplumado y eviscerado.

DEFECTO: imperfección o falta que tiene alguien o algo en alguna parte o de una cualidad o característica.

ERROR: diferencia entre el valor real o exacto de una magnitud y el que resulta del cálculo hecho por una persona o una máquina.

CAUSA: cosa a la que se debe que ocurra otra cosa determinada.

ENFERMEDAD LABORAL: alteración del funcionamiento normal de un organismo o de alguna de sus partes debido a una causa laboral.

EFICIENCIA: capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función

EVISCERADO: extracción de vísceras de un cadáver.

POLLO EN PIE: es el ave de género y especie *Gallus gallus*, seleccionada genéticamente y sometida a un régimen de manejo intensivo que permite obtener una conversión alimento/peso adecuado para su sacrificio

RESUMEN

Dentro de este trabajo se lleva a cabo una propuesta de mejora sobre el proceso productivo de la planta de beneficio de Avinsa S.A.S, orientada hacia el aumento de los volúmenes de producción, por medio de la disminución de pollo canal defectuoso; Esto se logró, Examinando la cantidad de pollo canal en mal estado, debido a la presencia de pluma al final del proceso de eviscerado de Avinsa S.A.S, identificando las causas que ocasionan la presencia de plumas en el pollo canal y estableciendo Propuestas de mejora utilizando la información recolectada.

Este proyecto se estructuro por medio de la metodología de observación directa, a través del conocimiento de la situación actual del proceso de producción de la planta de beneficio Avinsa S.A.S; por medio de esta metodología, se llegó al conocimiento de las causas principales que ocasionan el defecto principal y con la información recolectada a través de la ejecución del mismo, se plantearon dos propuestas de mejora que fueron simuladas dentro de un programa especializado (Flexsim), el cual nos brindó la información necesaria para identificar la propuesta que mejor se adecua al propósito de este proyecto.

Palabras clave: Propuesta de mejora, proceso de beneficio de aves, mejora de proceso, reducción de defecto.

INTRODUCCION

La planta de beneficio de aves Avinsa S.A.S., realiza el proceso de beneficio de los pollos de y para Mac Pollo S.A. A principios del año 2014, Avinsa tecnificó el 60% del proceso en su planta, lo que naturalmente representó cambios en las actividades de todo el proceso y diferentes tipos de no conformidades en el producto final, resultado de nuevas causas. Lo anterior, sumado al aumento de demanda de pollo en Colombia (teniendo en cuenta que Mac Pollo es una de las marcas de pollo más importantes del país), construyen el escenario apropiado para realizar cambios en el proceso, que impacten en la cantidad de producto que cumpla con los requerimientos en general.

Con el desarrollo del presente proyecto se busca aumentar la cantidad de pollo canal en condiciones aceptables para el cliente, mediante la disminución de producto defectuoso. Para esto, se realiza la observación directa de todo el proceso, para encontrar y priorizar el principal defecto del pollo en canal al final del área de eviscerado, se halla también el principal error que produce dicho defecto y las causas que provocan el error. Al finalizar el análisis, se exponen propuestas de mejora con el fin de reducir la cantidad de productos defectuosos y se simulan los resultados de la aplicación de estas para conocer cuál es la más eficiente a la hora de cumplir el objetivo trazado.

El desarrollo del presente proyecto, además de enfocarse en cumplir con su objetivo principal, ha permitido encontrar algunos otros focos problemáticos para el desarrollo eficiente de los procesos misionales no sólo de la empresa analizada sino que en general de las plantas de beneficio avícola, que se caracterizan por altos índices de rotación de personal, por ejemplo. Así también, se demuestra el hecho de que la Ingeniería Industrial en el contexto empresarial es un campo en el que convergen diferentes disciplinas que aplicadas a determinado proceso, deben trabajar como un sistema, complementándose entre sí, para obtener los resultados esperados.

1. ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE AVINSA S.A.S.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En un mundo en el que la economía se encuentra en constantes y rápidos cambios, se requiere que las empresas tengan la capacidad de anticiparse a éstos¹, o de adoptar modificaciones tales como requisitos de clientes, normativas legales, innovación, satisfacción de necesidades, entre otras. Dicha capacidad de anticipación le permitiría, a la empresa que la posea, prever su futuro entorno, y adaptarse a éste de una forma rápida y flexible². Con el fin de tener una mayor oportunidad y capacidad de competencia en la participación de su mercado meta. Así. Lograría aumentar los niveles de rentabilidad sobre la inversión, mayor valor agregado y mejores respuestas de satisfacción que presentan los clientes sobre los productos y/o servicios que ofrece la empresa.

En la economía colombiana uno de los sectores que ha aportado un significativo porcentaje para el PIB (Producto Interno Bruto) es el sector avícola. Santander es uno de los departamentos en el ámbito nacional con mayor cobertura dentro de este sector, lo cual se señaló en un estudio regional económico realizado por el Centro Regional de Estudios Económicos de Bucaramanga³. Sumado a lo divulgado por el estudio regional económico, se muestra en la Figura 1 el comportamiento del consumo per cápita en kilogramos de pollo en Colombia, a partir del año 1998 y hasta el 2013⁴.

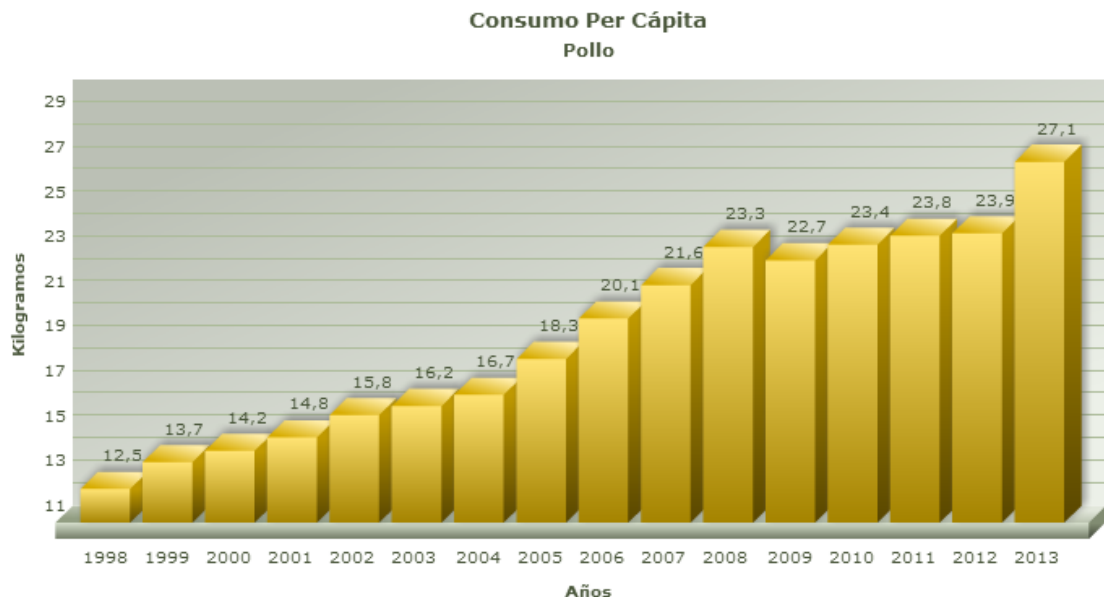
¹ Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. Los sistemas de información y el desafío de los cambio globales. 1995.

² Ibid

³ MOJICA, Amilcar; PAREDES, Joaquín. Características del sector avícola colombiano y su reciente evolución en el departamento de Santander. 2005. Banco de la República

⁴ Federación Nacional de Avicultores de Colombia [FENAVI]. Febrero 23 de 2015. Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2160&Itemid=556

Figura 1. Consumo per cápita de pollo



Fue

nte: Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI)

En la figura anterior se identifica una curva de crecimiento del consumo de pollo en Colombia. De igual forma se evidencia que desde el año 2005 el crecimiento del consumo comenzó a desarrollarse en mayor proporción entre año y año con respecto a los años anteriores. En el 2009 se presentó una caída de 1 punto en el consumo Per Cápita, no obstante no alcanzó a igualar o a estar por debajo del porcentaje del año 2007; en el 2013 se observa un incremento considerable con respecto al consumo del año 2012, el aumento fue de 3.2 puntos en el consumo Per Cápita de pollo.

Según lo expresado verbalmente por el señor Juan Pablo Sánchez, Subgerente Operativo de Avinsa S.A.S, este tipo de organizaciones comerciales, como Avinsa S.A.S necesita desarrollar un proceso de fácil adaptabilidad y acople a las necesidades del mercado para realizar cambios dentro de las organizaciones en cuanto a productos, servicios y procesos necesarios, para anticiparse a la competencia y a las necesidades del consumidor.

Avinsa S.A.S ha sido consciente del crecimiento en la demanda y el consumo de pollo mencionado anteriormente, dicho motivo ha llevado a la organización a atravesar por una serie de cambios y mejoras desde su estructura administrativa hasta sus procesos, buscando anticiparse a las aparentes y continuas alzas en los niveles de demanda de pollo, como se muestra en las siguientes tablas en las que se puede observar el crecimiento de la cantidad de pollo procesado durante los últimos 3 años.

Tabla 1. Sacrificio de aves año 2012

Mes	Días programados	Promedio de aves facturadas
Enero	21	41.024
Febrero	21	40.955
Marzo	25	41.544
Abril	21	37.525
Mayo	23	36.803
Junio	22	42.853
Julio	22	43.534
Agosto	23	42.881
Septiembre	25	43.642
Octubre	25	42.307
Noviembre	23	45.778
Diciembre	24	44.776
Total	275	503.622
Promedio	23	41.969

Fuente: Avinsa S.A.S

En la tabla 1. Se observa que para el año 2012, en promedio se realizaron actividades 23 días al mes, procesando con éxito aproximadamente 41.969 canales en el mismo periodo de tiempo. Se muestra además que diciembre es el mes que mayor producción reportó, cantidad equivalente al 8.9% de la producción total del año. A continuación, se exponen las cifras correspondientes a la producción del año 2013, para ser comparadas con las del 2012.

Tabla 2. Sacrificio de aves año 2013

Mes	Días programados	Promedio de aves facturadas
Enero	24	45.749
Febrero	21	43.102
Marzo	22	45.305
Abril	25	44.536
Mayo	25	46.322
Junio	22	47.805
Julio	24	47.538
Agosto	24	47.700

Septiembre	24	45.136
Octubre	25	47.743
Noviembre	25	47.196
Diciembre	24	48.866
Total	285	556.998
Promedio	24	46.416

Fuente: Avinsa S.A.S

La tabla anterior muestra un comportamiento similar al del año 2012, siendo diciembre el mes de mayor producción con un total de 8,8% de la producción total del año. Sin embargo, los valores tanto de días de actividad en el mes, como de producción promedio, aumentaron aproximadamente un 4% y un 10% respectivamente. Pero lo revelado por la tabla 3, aun cuando ésta se encuentra incompleta, confirma lo expuesto anteriormente respecto al aumento de la demanda de pollo en Colombia.

Tabla 3. Sacrificio de aves año 2014

Mes	Días programados	Promedio de aves facturadas
ENERO	24	49.407
FEBRERO	24	49.672
MARZO	25	49.469
ABRIL	23	46.875
MAYO	25	50.810
JUNIO	21	54.589
JULIO	23	51.968
AGOSTO	24	54.638
SEPTIEMBRE	25	51.653
OCTUBRE	-	-
NOVIEMBRE	-	-
DICIEMBRE	-	-
Total	214	459.081
Promedio	24	51.009

Fuente: Avinsa S.A.S

Sin haber alcanzado a obtener los datos de los meses noviembre y diciembre, en el año 2014 se evidenció un aumento brusco de producción con respecto a los dos años anteriores, aun así, la producción promedio del año ya supera en un 9.9% a la producción del año inmediatamente anterior. Para el mes de agosto, el año 2013 incrementó la producción un 11.2% respecto al 2012, mientras que el incremento en 2014 fue de 14.5% y lo predecible es que el incremento del mes de diciembre hubiera sido aún mayor.

Al prever el crecimiento de la demanda, Avinsa S.A.S entró a principios del año 2014 en un proceso de tecnificación según informó la ingeniera María Isabel Gómez, quien en ese momento se desempeñaba como la líder del área de planeación y procesos, hoy día líder del proceso de beneficio. A partir de esta tecnificación, y pese a que la capacidad instalada de la planta tuvo un incremento del 40%, actualmente no le ha sido posible a la empresa alcanzar dicho incremento en términos de producción. Lo anterior, debido a que al aumentar las velocidades de producción de manera paulatina, proporcionalmente se vio afectada la cantidad de unidades de pollo canal con defectos (que pueden ser reprocesados manualmente o que no) o que no cumple con los requerimientos tanto del cliente como del ente de vigilancia INVIMA.

Ya que una parte de los defectos o no conformidades que se presentan en el proceso pueden ser corregidos manualmente, el alto índice de rotación que sufre la planta, que se promedia en un %7.5 mensual según indica Laura Rangel Zambrano líder de talento humano, ocasiona la pérdida del “*know how*” y la especialización en las diferentes actividades sobre todo el proceso, lo que genera una sobrecarga al operario.

Dicha sobrecarga se presenta dado que la cantidad de pollos que procesan los equipos por unidad de tiempo (entre 6000 y 9000 pollos por hora), al igual que la velocidad de la cadena, es mucho mayor a la cantidad de pollos que los operarios pueden revisar y reprocesar en los puestos de revisado que quedan justo después de cada equipo en la misma unidad de tiempo. Al dejar pasar pollos sin revisar en los actuales puntos de revisión, aumenta la probabilidad de que los canales lleguen al cliente, con defectos, generando inconformidades y disminuyendo la cantidad de pollo a maquilar que el cliente demanda.

Durante el desarrollo del proceso se encuentran dos grandes tipos de defectos en el pollo canal: los que no son re-procesables manualmente, por tratarse de defectos que modifican la anatomía de éste (despernilamiento, piel rasgada, ruptura de alas, mal matado y pollo con enfermedades críticas); mientras que por otra parte, se encuentran los defectos que sí pueden ser reprocesados manualmente, los cuales se relacionan a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 4. Defectos re-procesables manualmente

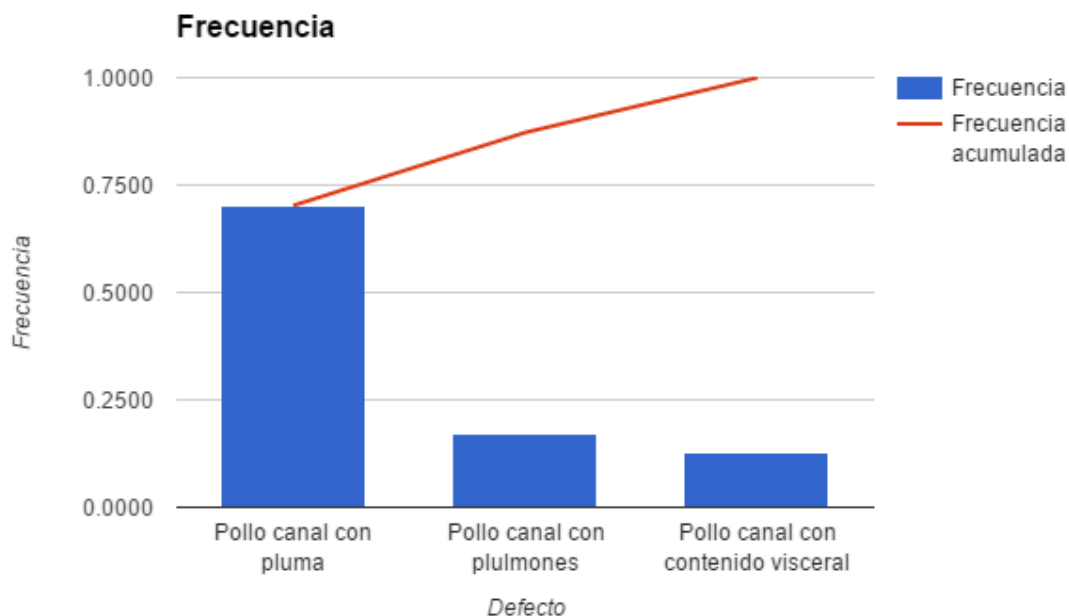
Defecto	Cantidad	Frecuencia	Frecuencia acumulada
Pollo canal con pluma	3968	0.7025	0.7025
Pollo canal con pulmones	960	0.1700	0.8725
Pollo canal con contenido visceral	720	0.1275	1.0000

Fuente: Autores del proyecto.

En la tabla anterior se evidencian los tres defectos que pueden ser reprocesados manualmente, con sus respectivas frecuencias; el defecto que con mayor frecuencia se encuentra es el pollo canal con pluma con una frecuencia del (0,7025); seguido del pollo canal con pulmones, con una frecuencia del (0,1700) y por último, el pollo canal con contenido visceral con una frecuencia del (0,1275).

A continuación se puede observar gráficamente los datos de la tabla anterior, en la cual se relaciona la frecuencia / defecto.

Figura 2. Relación entre los defectos reprocesables y la cantidad promedio de veces por hora que se presenta el defecto.



Fuente: Autores del proyecto

En la figura anterior se puede observar la relación entre los defectos reprocesables y la cantidad promedio de veces por hora que se presenta el defecto. Con mayor frecuencia se presenta el pollo canal con pluma, con una cantidad de 3968 pollos en promedio, en segundo lugar se encuentra el pollo canal con pulmones (960 canales por hora), mientras que la cantidad por hora de canales con contenido visceral es de 720.

Por medio de la información obtenida de la figura anterior, el desarrollo de este proyecto se enfocará en minimizar el defecto que con mayor frecuencia se repite; que en este caso es el pollo canal con pluma, atacando los principales errores que son causa de éste.

¿Qué propuesta se puede plantear con el fin de aprovechar el incremento de capacidad instalada de la planta de beneficio Avinsa S.A.S, contribuyendo en la disminución del número de pollo canal defectuoso?

1.2 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto pretende primero, proponer a Avinsa, mejoras con el fin de aumentar los volúmenes de producción, ayudando a satisfacer la demanda de pollo actual que tiene la sociedad colombiana. Dicha demanda, como se ha expuesto antes, va en constante crecimiento (ver figura 1.) y ubica a la producción avícola en una privilegiada posición, dentro de las actividades económicas más influyentes en el cálculo del PIB de Colombia.

Con la implementación de las propuestas de mejora contenidas en este proyecto, la empresa no sólo estaría en condiciones de cumplir con los requerimientos del cliente y la sociedad en general, sino que además vería el reflejo de los esfuerzos que requiere la implementación, representados en mayores volúmenes de producción. También, al implementar cambios tendientes al mejoramiento de procesos de producción, se podría mejorar el clima laboral para los trabajadores del área.

La realización de este trabajo trae consigo la invaluable oportunidad para los estudiantes de ver materializado el conocimiento adquirido a través de los años de ejercicio académico y de experimentar cómo el desarrollo consciente del trabajo del ingeniero industrial puede impactar positivamente en la sociedad. En este mismo sentido, la evaluación del presente trabajo, por parte de la Universidad Santo Tomás, da la oportunidad de conocer el resultado del proceso de formación académica, en la Facultad de Ingeniería Industrial, que ofrece a la sociedad bumanguesa.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general.

- “Presentar”⁵. Una propuesta de mejora sobre el proceso productivo de la planta de beneficio de Avinsa S.A.S, orientada hacia el aumento de los volúmenes de producción, por medio de la disminución de pollo canal defectuoso.

1.3.2 Objetivo específicos.

- “Examinar”⁶. La cantidad de pollo canal en mal estado, debido a la presencia de pluma al final del proceso de eviscerado de aves de Avinsa S.A.S, por medio de observación directa, a través del conocimiento de la situación actual del mismo.
- “Identificar”⁷. Las causas que ocasionan la presencia de plumas en el pollo canal por medio de observación, para llegar al conocimiento de las causas principales que ocasionan el defecto.
- “Establecer”⁸. Propuestas de mejora utilizando la información recolectada, resaltando la propuesta que más reduzca la cantidad de pollo canal con pluma, al final del proceso de eviscerado en Avinsa S.A.S.

1.4 ALCANCE DEL PROYECTO

Avinsa S.A.S cuenta con una sede como centro de sus operaciones, ubicada en el kilómetro 2 de la autopista Floridablanca-Piedecuesta (ver Anexo A). Hoy día, la organización se encuentra conformada por 255 empleados, distribuidos en las áreas administrativa y operacional, y cuenta con más de 40 cargos definidos dentro de la empresa (ver Anexo B). El presente proyecto abarca las dos primeras áreas en la línea de producción (ver anexos C al F), las cuales contienen actividades susceptibles a acciones de mejora. Las áreas que se analizarán se mencionan a continuación:

- Área de colgado.
- Área de eviscerado.

⁵ BENÍTEZ, Enns Solvey. Mi tesis en 100 Días: Una guía didáctica e instructiva para el universitario exitoso. 2012. Editorial. Palibro. 38p.

⁶ Ibid

⁷ Ibid

⁸ Ibid

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Mejora continua. “Acción recurrente que aumenta la capacidad para cumplir los requisitos.”⁹.

“La mejora continua de los procesos es una necesidad evidente para aquellas empresas que se propongan ser más competitivas.”¹⁰.

2.1.2 Reingeniería.

“Reingeniería significa volver a empezar arrancando de nuevo; reingeniería no es hacer más con menos, es con menos dar más al cliente. El objetivo es hacer lo que ya estamos haciendo, pero hacerlo mejor, trabajar más inteligentemente”¹¹.

Propiamente hablando: “reingeniería es a revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y actuales de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez”¹².

2.1.3 Análisis de procesos.

“Es la habilidad de convertir un problema de Ingeniería en una formulación matemática, para obtener la información final del problema, mediante la aplicación de las técnicas de computación.

Teniendo en cuenta estos elementos, no se puede considerar a la Modelación Matemática como un fin en sí mismo, sino como un paso hacia la simulación y a su vez la simulación se debe considerar como una herramienta a utilizar en el Análisis de Procesos en general y en este caso, en los Procesos Industriales.”¹³.

⁹ Organización Internacional de Normalización [ISO]. Manual de calidad. ISO 2008. 2012. Bogotá D.C. Editorial. El instituto

¹⁰ TRISCHLER, Willian. Mejora del valor añadido en los procesos. 1998. Barcelona. Editorial Gestión 2000

¹¹ OLIVA DUQUE, Jair. Universidad Nacional de Colombia. Fundamento de administración. Disponible en: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/economicas/2006862/lecciones/capitulo%206/cap6_i.htm

¹² NEMIÑA, Ricardo. Reingeniería. Santa Fe, Argentina. 2009. Pág. 20. Editorial El cid editor

¹³ CASTELLANOS, Roberto; GONZÁLES, Lavin, YIL, Mario Lorenzo; CURIEL, Lilian. Metodología de la investigación científica para las ciencias técnicas. 2003. 10p

2.1.4 Estudio de métodos y tiempos.

“Es el registro sistemático y el examen crítico de los factores y recursos implicados en los sistemas existentes y proyectos de ejecución, como medio de desarrollar y aplicar métodos más efectivos y reducir costes.”¹⁴.

2.1.5 Automatización.

“Proviene de la palabra griega automas, “semejante a la forma en que la mente trabaja” o actuación propia. La Real Academia Española la define como: “la disciplina que trata de los métodos y procedimientos cuya finalidad es la sustitución del operador humano por un operador artificial en la ejecución de una tarea física o mental previamente programada”¹⁵.

2.1.6 Proceso de producción.

“Es el conjunto de actividades que se llevan a cabo para elaborar un producto, bien o prestar un servicio. En este se conjugan la maquinaria, los insumos (materia prima) y el personal de una empresa necesarios para realizar el proceso”¹⁶.

2.1.7 Pollo en pie.

“Es el ave de género y especie *Gallus gallus*, seleccionada genéticamente y sometida a un régimen de manejo intensivo que permite obtener una conversión alimento/peso adecuado para su sacrificio”¹⁷

2.1.8 Pollo canal.

El cuerpo entero de un ave después de insensibilizado, sangrado, desplumado y eviscerado¹⁸.

¹⁴ MORO, María Aguirregoita. Métodos de trabajo. Métodos de trabajo y control de tiempos en la ejecución de proyectos de edición. 2011. 10p

¹⁵ GÓMEZ GALVIZ, Darío; CALA HERNÁNDEZ, Jhon. Automatización y prueba de manipuladores industriales con cilindros neumáticos y ventosas utilizando controlador lógico programable. 2013. 20p

¹⁶ VARGAS ARMAS, Andrés David; CADENA JÁCOME, Maribel de las Mercedes. Desarrollo de un sistema para el control del proceso productivo de empresas embotelladoras de bebidas no alcohólicas. Aplicación a un caso de estudio. 2007. 22p

¹⁷ Banco de normas Mexicanas. 1992. Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-080-1992.PDF>

¹⁸ SECRETARIA DISTRITAL DE SALUD DE BOGOTÁ. Dirección de salud publica. Disponible en: <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Protocolos%20de%20Vigilancia%20en%20Salud%20Publica/Plantas%20de%20Sacrificio%20de%20Aves.pdf>

2.1.9 Paradas.

- Paradas por calidad: “Paradas necesarias para corregir desviaciones en el proceso o en las piezas que afectan a la calidad del producto”¹⁹.
- Paradas logísticas: “Incidencias asociadas a la gestión de materiales como falta de suministro de piezas”²⁰
- Paradas por producción: “Paradas asociadas a la propia labor de fabricar. Generalmente son tiempos de preparación, de ajuste y de puesta en marcha”²¹

2.1.10 Clima laboral.

“Es sabida la dificultad formal que supone enunciar el concepto de clima laboral. En la actualidad, y casi 50 años después de que comenzara a caracterizarse y a intentar su formalización, no existe un grado de consenso sobre una definición al uso

En general, el clima laboral se entiende como una variable que actúa entre el contexto organizativo, en su más amplio sentido, y la conducta que presentan los miembros de la comunidad laboral, intentando racionalizar qué sensaciones experimentan los individuos en el desarrollo de sus actividades en el entorno del trabajo.”²²

2.1.11 Salud ocupacional.

“La Salud Ocupacional debe mantener la herramienta de gestión que le permite articular el trabajo y las acciones de los diferentes actores que integran el Sistema de Riesgos Profesionales, con el fin de sumar esfuerzos y estrategias para alcanzar la promoción de la seguridad y salud en el trabajo, fomentar una cultura de autocuidado, de la prevención de los riesgos profesionales y ocupacionales, ampliar la cobertura e impulsar el desarrollo técnico, tecnológico y científico del sistema y garantiza su viabilidad financiera, entre otros.”²³.

2.1.12 Rotación de personal.

“Se entiende como el fenómeno que describe la salida de un trabajador, voluntaria o no, de cualquier nivel jerárquico, que desempeña una función específica, y la contratación de uno nuevo que lo supla. (Ponce

¹⁹ HERNÁNDEZ VEGA, Álvaro; MERINO DÍAZ DE CERIO, Francisco Javier. Optimización de la producción de laterales Volkswagen. 2011

²⁰ Ibid

²¹ Ibid

²² OLAZ, Ángel; ORTIZ, Pilar. El clima laboral en la empresa familiar: un estudio empírico. 2014. 27p

²³ MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Plan Nacional de Salud Nacional. Bogotá D.C. 2008-2012. 6p

1988, p. 138) Otros autores mencionan que en términos estrictos, si un trabajador deja de laborar en un puesto determinado, y no es sustituido por otro, aunque simultáneamente se contrate otro trabajador para otro puesto, no es rotación”²⁴.

2.1.13 Cuello de botella.

“Estaciones o etapas del proceso que limitan, restringen y/o condicionan la fluidez del proceso y su capacidad.”²⁵.

2.1.14 Matadero.

“Todo establecimiento dotado con las instalaciones necesarias para el sacrificio de animales de abasto público o para consumo humano. Así como para tareas complementarias de elaboración o industrialización (decreto 2278 de 1982, título preliminar, artículo 5º). En general, estos establecimientos deben cumplir con lo estipulado en el título I, capítulos I, II, III, IV, V del decreto 2278 de 1982, y con el decreto 1036 de 1991.”²⁶.

2.2 MARCO TEÓRICO

En este numeral se mencionan algunas de las teorías más conocidas e implementadas dentro de las organizaciones empresariales, con el fin de brindar a los desarrolladores el proyecto en marcha una fundamentación teórica, la cual podría ser aplicada en la ejecución del proyecto.

2.2.1 Manufactura esbelta (*lean manufacturing*)

“*Lean manufacturing* es una metodología enfocada en diseñar un sistema de producción robusto que sea responsivo, flexible, predecible y consistente. Esto conlleva a un sistema operativo enfocado en el mejoramiento continuo a través de una fuerza de trabajo auto dirigida y alineada con los requerimientos de rendimiento del consumidor.”²⁷.

“Las metodologías lean aplicadas a manufactura son una serie de técnicas en donde el tiempo de trabajo requerido para producir un

²⁴ URIBE GARCÍA, Emmanuel; MARTÍNEZ SALAS, Antonio; VIVEROS CASTILLO, Nemesio; MIRANDA MALDONADO, Miguel. Desarrollo y competitividad de los sectores económicos en México. México. 2013. Editorial Centro de investigaciones sociales

²⁵ MARTÍNEZ GAMARRA, Karen Andrea; MARTÍNEZ JIMÉNEZ, Jhon Edison. Análisis de dos metodologías para identificar el cuello de botella en procesos productivos. Bucaramanga. 2012.

²⁶ MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. Plan Nacional de Salud Nacional. 2008-2012. 1p

²⁷ FELD, William M. Lean manufacturing. Tools, Techniques and how to use them. 2000. 6p

producto se hace secuencialmente, un producto a la vez, con una tasa previamente formulada, sin tiempos de espera, de cola u otros retrasos. La meta de *lean manufacturing* es establecer y diseñar una línea de producción capaz de producir múltiples productos usando solo el tiempo mínimo requerido para fabricar un producto.”²⁸

Se pueden definir 5 conceptos básicos del *lean manufacturing*, los cuales llevan una secuencia que permite que la filosofía tenga éxito en el momento de ser implementada por las organizaciones, estos 5 elementos se definen como²⁹

1. Organización: Se refiere al papel que realiza cada trabajador dentro de la implementación de la metodología. También comprende la comunicación dentro de la empresa³⁰.
2. Métrica: La forma como la empresa mide el cumplimiento de los objetivos planteados para el proyecto³¹.
3. Logística: Son las herramientas de planeación y control del flujo de insumos y de inventarios.³²
4. Flujo de los procesos de manufactura: Se refiere a la transformación que va experimentando el producto a lo largo del proceso y a cómo se ajustan los estándares y el diseño de dicho proceso.³³
5. Control de procesos: Es la forma cómo se monitorean, controlan y estabilizan las mejoras sobre los procesos³⁴

En cada uno de estos 5 elementos se debe tener en cuenta cada uno de los 5 principios de la metodología, estos principios son³⁵:

- El valor del producto lo define el cliente.
- El consumidor establece el sistema PULL, con el fin de producir solo lo que se demanda.
- Darle importancia al valor agregado por los empleados y personas relacionadas con el proceso.

²⁸ HUBBS, Dennis P. Lean manufacturing impletmentation. A clompete execution manual for any size manufactures. Editorial J. Ross Publishing.. 2003. 3p

²⁹ FELD. Op. Cit.

³⁰ Ibid

³¹ Ibid

³² Ibid

³³ Ibid

³⁴ Ibid

³⁵ JOHN ALLEN, CHARLES ROBINSON, DAVID STEWARD. LEAN MANUFACTURING a plant floor guide.

- Eliminar cualquier desperdicio en la cadena de valor.
- Minimizar costos y tiempos maximizando seguridad y calidad del producto.

Las mejoras diseñadas e implementadas con base en la filosofía *lean manufacturing* usualmente impactan positivamente diferentes áreas de la empresa³⁶, lo que es evidente al reconocer la cantidad y variedad de herramientas con diversos enfoques que contiene dicha metodología. Algunos de los más importantes beneficios producto de su implementación son:

- Tiempos de respuesta reducidos
- Reducción de inventarios
- Disminución en el requerimiento del capital de trabajo.
- Control visual y simplicidad.
- Reducción de costos de producción
- Mejoramiento de la calidad
- Reducción de desperdicios

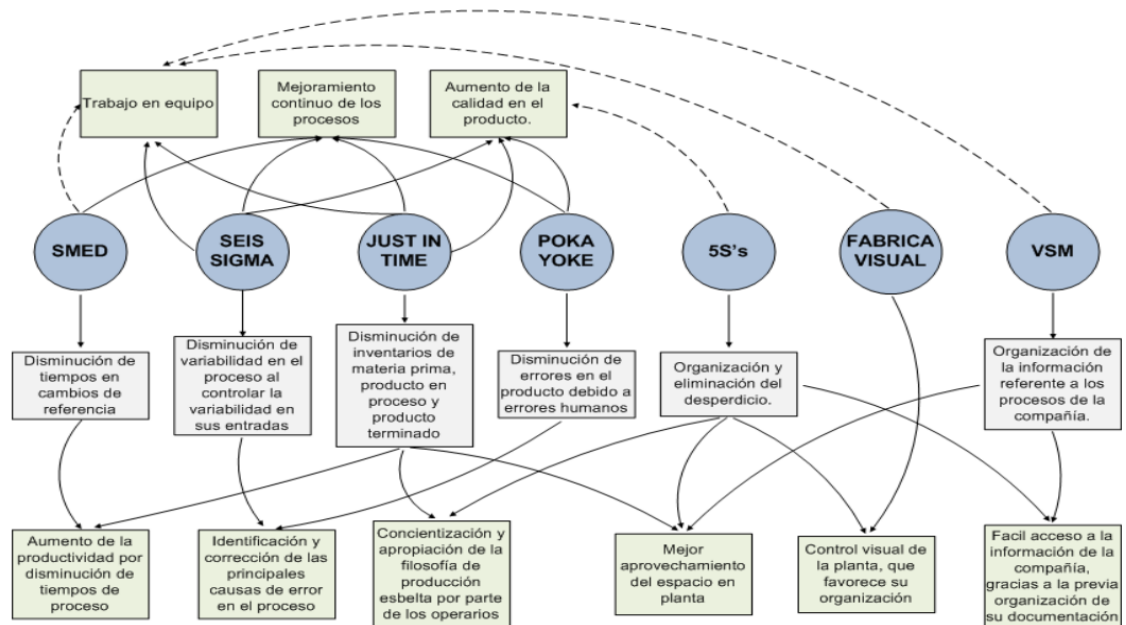
La gran cantidad de beneficios que resultan de la utilización de la metodología *lean manufacturing*, la convierten en una de las mejores y más completas metodologías que actualmente se utilizan para la mejora de sistemas de producción³⁷.

En la figura 3 se puede identificar los efectos generales de la implementación de algunas herramientas de manufactura esbelta dentro de la industria Colombiana. En el esquema las líneas continuas indican una relación directa entre la aplicación de las herramientas y las implicaciones de aplicar dicha herramienta, mientras que las líneas discontinuas, reflejan una relación indirecta.

³⁶ DENNIS P. HOBBS, LEAN MANUFACTURING implementation. A complete execution manual for any size manufacturer. Cap. 1

³⁷ QUESADA-PINEDA, Henry. Pensamiento lean: ejemplos y aplicaciones en la industria de productos de madera: Pensamiento lean y manufactura tradicional. En: Virginia Cooperative Extensión N° ANR-17S (Mayo 9, 2013). Disponible en: < <https://pubs.ext.vt.edu/420/420-002S/420-002S-PDF.pdf>>. [Citado en 18 de junio de 2015]

Figura 3. Efectos generales de la implementación de herramientas de manufactura esbelta



Fuente: Conferencia latinoamericana y del caribe de ingeniería y tecnología

2.2.2 Justo a tiempo (JIT).

Justo a tiempo, es una metodología que afecta a todo el sistema productivo de la empresa. El objetivo fundamental de la implementación de ésta metodología en la que coinciden Schonberger (1982) y Monden (1996) es <<Producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento en que se necesitan>>. Lo anterior, lo concreta Suzuki (1987), al incluir en el objetivo del JIT el concepto de eliminación de despilfarros³⁸.

Resumiendo, el propósito de la filosofía JIT consiste en desarrollar un flujo de productos lo suficientemente flexible que le permita una fácil adaptación a los cambios en la demanda, a la vez que se propone eliminar al máximo los despilfarros en el proceso. Para poder cumplir con el propósito, la metodología justo a tiempo cuenta con una serie de herramientas a modo de técnicas que se utilizan para la implementación, las cuales se exponen a continuación en la tabla 5.

³⁸ MARIN, Fernando; DELGADO, Joaquín. Las técnicas justo a tiempo y su repercusión en los sistemas de producción. 2000

Tabla 5. Técnicas utilizadas en los sistemas de producción JIT

Organización de las operaciones	Programación de la producción	Sistemas de apoyo a la producción	Recursos humanos
- Líneas de productos mezclados - Líneas de fabricación en forma de "U"	- Nivelado en la producción - Sistema de información pull - Sistema de aprovisionamientos JIT	- Aseguramiento de la calidad (TQM) - Mantenimiento productivo total (TPM) - Reducción de tiempos de preparación (SMED)	- Fomento de la polivalencia de los trabajadores - Control autónomo de defectos - Aprovechamiento ideas de los trabajadores

Fuente: Las técnicas justo a tiempo y su repercusión en los sistemas de producción.

Una de las ventajas más importantes que trae consigo la implementación de la metodología JIT, teniendo en cuenta que al suponerse un flujo de productos continuo, se entiende una disposición de insumos y recursos necesarios para el proceso productivo justo a tiempo³⁹. Lo anterior, de procurar un proceso con la menor cantidad de paradas, por tanto, menor cantidad de demoras.

2.2.3 Poka – Yoke.

“A prueba de errores”, es otra de las más conocidas y utilizadas en el desarrollo de procesos para prevenir errores desde la fuente.

“Es un sistema de producción orientado al mercado que descansa enteramente en el fundamento de servir las necesidades del cliente. Las palabras “*Just In Time*” se refieren a que los artículos se entregan a las líneas de producción Justo a Tiempo de usarse, justamente en las cantidades inmediatamente necesarias y justo cuando los procesos de producción los necesitan.

Para implementar estos sistemas, es necesario realizar ciertas mejoras. Éstas se enuncian a continuación: fabricación de flujo, manejo multiproceso, kanban, reducción del personal, control visual, cambio de útiles, asegurar la calidad, operaciones estándares”⁴⁰

³⁹ MARÍN, Fernando, DELGADO, Joaquín. Las técnicas justo a tiempo y su repercusión en los sistemas de producción. N°. 331 2000. Disponible en: <<http://www.minetur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/331/07.FERNANDO%20MARIN.pdf>>. [Citado el 18 de junio de 2015]

⁴⁰ CONFERENCIA LATINOAMERICANA Y DEL CARIBE DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (9: 2011: Medellín). Memorias de la 9° Conferencia Latinoamericana y del Caribe de Ingeniería y Tecnología. Aplicación lean manufacturing en la industria colombiana. Revisión de literatura en tesis y proyectos de grado, 2011.

2.2.4 Kaizen.

Según el artículo de la revista CIENCIA UNAL el KAIZEN se puede dividir en tres reglas fundamentales dependiendo de su área de ejecución, en el caso de Avinsa S.A.S es un área de producción. "En la empresa tiene fundamental importancia el lugar de trabajo o el lugar donde se agrega valor en manufactura, por lo tanto, se refiere a la zona de producción, y en esta debe practicarse el KAIZEN a partir de tres reglas fundamentales: el *housekeeping*, la eliminación del desperdicio y la estandarización."⁴¹

El *Housekeeping* también denominado 5S tiene su propósito dentro de la organización, se denomina 5S ya que son tomadas de cinco palabras japonesas que comienzan con S las cuales son: *SEIRI*, *SEITON*, *SEISO*, *SEIKETSU* Y *SHITSUKE*.

- El **SEIRI** "implica una clasificación de los elementos existentes en el lugar de trabajo entre necesarios e innecesarios. Para ello se establece un límite a los que son necesarios."⁴²

Según Mauricio León Lefcovich se pueden contar con dos métodos para hacer efectivo el *SEIRI* los cuales son:

Un método práctico para ello consiste en retirar cualquier cosa que no se vaya a utilizar en los próximos treinta días.

El otro método hace uso de una de las herramientas de gestión "el diagrama de Pareto", en función de ello habría que separar los pocos vitales de los muchos triviales. Ello significa que como promedio aproximadamente entre un 20% y un 30% de los elementos son utilizados entre el 80% y 70% de las oportunidades, mientras que entre un 80% y un 70% de los restantes elementos solo se utiliza entre el 20% y el 30% de las veces.⁴³

- El **SEITON** consiste en disponer de forma adecuado los elementos esenciales que quedan después de realizar el *SEIRI*. Según Mauricio Lefcovich⁴⁴, esta fase del *Housekeeping* está directamente relacionada con el *POKA-YOKE*, de este

⁴¹ GARZA, Adriana. Ciencia UANL. En: Kaizen, una mejora continua. Julio-Septiembre, 2005, edición VIII, ISSN 1405-9177, p 330-333

⁴² LEFCOVICH, Mauricio. Seiri –"Cuando menos es más". En: las 5S plus. Argentina: el cid editor, 2009. 14p

⁴³ Ibid., p 5.

⁴⁴ LEFCOVICH, Mauricio. Seiton –"un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar". En: las 5S plus. Argentina: el cid editor, 2009. 7p

modo poner las cosas en el lugar adecuado conlleva a poder encontrarlos con mayor facilidad.

- El **SEISO**⁴⁵ consiste en limpiar el entorno de trabajo, con el fin de poder identificar fácilmente las posibles fallas de funcionamiento o estructura que se puedan presentar, ya que si las áreas de trabajo no se encuentran limpias no se podría identificar a simple vista signos de mal funcionamiento.
- El **SEIKETSU**⁴⁶ consiste en velar por la protección y la limpieza del personal dentro de la organización. Se enfoca en brindar a los trabajadores un entorno de trabajo saludable y limpio.
- El **SHITSUKE** consiste en la implantación de la autodisciplina.

Entonces según el señor Mauricio león Lefcovich las 5s se puede considerar como una filosofía, una forma de vida en nuestro trabajo.

“Las 5 S puede considerarse como una filosofía, una forma de vida en nuestro trabajo diario. La esencia de las 5S es seguir lo que se ha acordado. Es este punto entra el tema de qué tan fácil resulta la implantación de las 5 S en una organización. Implantarlo implica quebrar la tendencia a la acumulación de elementos innecesarios, al no realizar una limpieza continua y a no mantener en su debido orden los elementos y componente.”⁴⁷

La segunda regla del KAIZEN que se basa en la eliminación del desperdicio o muda en japonés, consiste básicamente en eliminar las actividades que no añaden un valor económico al producto lo que le genera a la empresa la oportunidad de captar un mayor capital monetario. El muda hace referencia a todos y cada uno de los recursos tangibles y no tangibles que por no tener un adecuado funcionamiento, organización y/o gestión, no son utilizados correctamente; uno de los recursos que las empresas temen desperdiciar porque lo consideran el más importante de estos, es el tiempo, así como lo publica en su libro “KAIZEN detección, prevención y eliminación de desperdicios, una estrategia para reducción de costos”⁴⁸ el señor Mauricio León Lefcovich.

Por último, el tercer pilar del KAIZEN es la estandarización la cual según José Antonio Bonilla Castillo dice: “las empresas más modernas consideran la

⁴⁵ LEFCOVICH, Mauricio. Seiso. En: las 5S plus. Argentina: el cid editor, 2009. 7-8 p.

⁴⁶ Ibid. 11p

⁴⁷ Ibid. 12p

⁴⁸ LEFCOVICH, Mauricio. Kaizen, detección, prevención y eliminación de desperdicios, una estrategia para la reducción de costos. Argentina: el cid editor, 2009. 52p

estandarización como la herramienta gerencial más fundamental de la organización”.⁴⁹

Estandarizar un proceso le permite a la empresa descubrir, consensuar, registrar, experimentar, practicar, verificar y mejorar la forma más eficaz y eficiente de operar un sistema o proceso, generando así mayor productividad.

2.3 MARCO LEGAL

Según la Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI), las plantas de beneficio de aves están regidas bajo el siguiente margo legal; según el orden jerárquico el marco legal es:

Tabla 6. Marco legal aplicado a plantas de beneficio

Orden jerárquico	Título del artículo
1	Resolución 2015025427 de 2015
2	Manual de Aplicaciones para la Marca de Certificación de Inspección Oficial Permanente para Canales, y su Uso en Plantas de Beneficio Animal-Canal
3	Manual de Uso y Aplicaciones de la Marca de Certificación de Inspección Oficial Permanente por las Plantas de Beneficio Animal- Empaques
4	Resolución 2013005726 DE 2013 - INVIMA
5	Resolución 242 de 2013 - Ministerio de Salud y Protección Social
6	Resolución 241 de 2013 - Ministerio de Salud y Protección Social
7	Instructivo para Solicitud del servicio de inspección permanente
8	Decreto 2270 de 2012 - El cual se modifica parcialmente el Decreto 1500 de 2007

Fuente: federación nacional de avicultores de Colombia.

En el cuadro anterior se puso en evidencia y en orden jerárquico, el marco legal colombiano que las empresas dedicadas a la actividad de beneficio de aves en el país se deben regir; a continuación se realizará una breve descripción de cada uno de los numerales expuestos en el cuadro previo.

- Resolución 2015025427 de 2015: “Por la cual se adopta y reglamenta el uso de

⁴⁹ BONILLA, José Antonio. Gestión de la Calidad Total en el Servicio Público. Argentina: el cid editor, 2014. 352p

la marca de certificación para distinguir los productos de consumo humano que cuentan con inspección oficial permanente en plantas de beneficio animal”⁵⁰.

- Manual de Aplicaciones para la Marca de Certificación de Inspección Oficial Permanente para Canales, y su Uso en Plantas de Beneficio Animal-Canal: “En este documento se describe el logotipo, colores y tamaños, el cual será de uso exclusivo para plantas de beneficio que cuenten con inspección oficial permanente, los cuales podrán ubicar el sello en canales y cortes procesados dentro de estos. Para el caso de las aves, la marca no se colocará directamente sobre la canal, se podrá ubicar en el empaque primario o secundario”⁵¹.
- Manual de Uso y Aplicaciones de la Marca de Certificación de Inspección Oficial Permanente por las Plantas de Beneficio Animal- Empaques: “En este documento se describe el logotipo, colores y tamaños, el cual será de uso exclusivo de las plantas de beneficio animal que cuenten con inspección o parcial permanente, pueden utilizar la marca en los documentos expedidos por el establecimiento como guías de movilización de carne, facturas de venta, papelería, empaques de producto y embalajes entre otros”⁵²
- Resolución 2013005726 DE 2013 - INVIMA: “Por la cual se reglamenta el procedimiento para la elaboración, ajuste y seguimiento de los Planes Graduales de Cumplimiento de las plantas de beneficio animal, desposte y desprese y se establecen los requisitos para los procesos de Autorización Sanitaria y Registro de estos establecimientos”⁵³.
- Resolución 242 de 2013 - Ministerio de Salud y Protección Social: “Por la cual se establecen los requisitos sanitarios para el funcionamiento de las plantas de beneficio de aves de corral, desprese y almacenamiento, comercialización, expendio, transporte, importación o exportación de carne y productos cárnicos comestibles”⁵⁴.
- Resolución 241 de 2013 - Ministerio de Salud y Protección Social: “Por la cual se establecen los requisitos sanitarios que deben cumplir las plantas especiales

⁵⁰ Resolución 2015025427 de 2015. Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=3250:resolucion-2015025427-de-2015&catid=456:plantas-de-beneficio

⁵¹ Manual de Aplicaciones para la Marca de Certificación de Inspección Oficial Permanente para Canales, y su Uso en Plantas de Beneficio Animal-Canal. Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=3249:manual-de-aplicaciones-para-la-marca-de-certificacion-de-inspeccion-oficial-permanente-para-canales-y-su-uso-en-plantas-de-beneficio-animal-canal&catid=456:plantas-de-beneficio

⁵² Manual de Uso y Aplicaciones de la Marca de Certificación de Inspección Oficial Permanente por las Plantas de Beneficio Animal- Empaques. Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=3248:manual-de-uso-y-aplicaciones-de-la-marca-de-certificacion-de-inspeccion-oficial-permanente-por-las-plantas-de-beneficio-animal-empaques&catid=456:plantas-de-beneficio

⁵³ Resolución 2013005726 DE 2013 – INVIMA. Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2710:resolucion-2013005726-de-2013-invima&catid=456:plantas-de-beneficio

⁵⁴ Resolución 242 de 2013 - Ministerio de Salud y Protección Social. Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2687:resolucion-242-de-2013-ministerio-de-salud-y-proteccion-social&catid=456:plantas-de-beneficio

- de beneficio de aves de corral”⁵⁵.
- Instructivo para Solicitud del servicio de inspección permanente: “Instructivo para Solicitud del Servicio de Inspección Permanente”⁵⁶.
 - Decreto 2270 de 2012 - El cual se modifica parcialmente el Decreto 1500 de 2007: “Por el cual se modifica el Decreto 1500 de 2007, modificado por los Decretos 2965 de 2008, 2380, 4131, 4974 de 2009, 3961 de 2011, 917 de 2012 y se dictan otras disposiciones”⁵⁷.

2.4 MARCO HISTÓRICO

Los colonizadores arribaron al nuevo continente en el siglo XVI; trayendo consigo además de una cultura nueva para este continente, gran variedad de animales que no se encontraban en estas tierras, entre estos animales se encontraban las primeras especies de gallos, gallinas y patos que se conocen en el territorio colombiano hoy día; arribaron con el fin de servir de alimento para los colonizadores y sus familias.

“Con la llegada de los conquistadores en el siglo XVI se introdujeron las primeras especies de gallos, gallinas y patos al territorio de lo que hoy es Colombia. Estas aves fueron traídas para el autoconsumo de los colonizadores, quienes las entregaron a los indios para su crianza. Basado en las memorias de visitas a indios de las diversas regiones del país que reposan en el Archivo General de la Nación, durante los siglos XVI a XIX, entre las actividades económicas que desarrollaban los indígenas estaban la cría de aves domésticas y cerdos, cuya producción usaban como alimento y medio de cambio para obtener otros productos para su sustento.”⁵⁸

La carne de pollo, los huevos y los derivados de este, han sido una importante fuente alimenticia y económica para el país y sus habitantes; no obstante el sector avícola ha tenido que atravesar por una serie de reformas y mejoras de procesos que le han permitido persistir en el tiempo; durante el año de 1962 en el

⁵⁵ Resolución 241 de 2013 - Ministerio de Salud y Protección Social. Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2686:resolucion-241-de-2013-ministerio-de-salud-y-proteccion-social&catid=456:plantas-de-beneficio

⁵⁶ Instructivo para Solicitud del servicio de inspección permanente. Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2671:instructivo-para-solicitud-del-servicio-de-inspeccion-permanente&catid=456:plantas-de-beneficio

⁵⁷ Decreto 2270 de 2012 - El cual se modifica parcialmente el Decreto 1500 de 2007. Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2632:decreto-2270-de-2012-el-cual-se-modifica-parcialmente-el-decreto-1500-de-2007&catid=456:plantas-de-beneficio

⁵⁸ BANCO DE LA REPÚBLICA. Documento de trabajos sobre economía regional. Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER) Cartagena. Disponible en: http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser_214.pdf

cual se evidenció un déficit en materia alimentaria en Colombia, se dio el punto de partida para que los avicultores iniciaran estos procesos.

“En 1962 se dio en Colombia un déficit en materia alimentaria. El huevo solo lo consumía el 30% de la población y la carne de pollo era un lujo que pocos se daban en el país. Por tanto, debía fomentarse la producción de estas proteínas no solo para cubrir el déficit sino también para abastecer el crecimiento de la población que aumentaba cerca de 400 mil habitantes anualmente (Molina, 2002). Esto se convirtió en una oportunidad para que un mayor número de empresas avícolas se industrializaran e implantaran tecnología en genética, controles sanitarios para evitar las epidemias, especializarse en la avicultura de reproducción, incubación, pollo de engorde y producción de huevo, invertir en sistemas de alimentación controlados, ampliar las granjas y profesionalizar al personal.”⁵⁹

Los cambios tecnológicos en la avicultura colombiana iniciaron a mediados del siglo XIX después de la propagación de la epidemia de Newcastle que entre los años de 1951 – 1952 cobró gran cantidad de aves ponedoras en el país, según molina (2002).

“Acorde con Molina (2002), el cambio tecnológico en la avicultura en Colombia se comenzó a implantar a mediados del siglo XX, después de la propagación de la epidemia de Newcastle que, entre 1951-1952, cobró más de 10 millones de aves ponedoras en el país. En este periodo fue cuando el sector avícola comenzó a industrializarse y a entrenar personal en el exterior o contratar extranjeros para asesorar a empresarios y preparar técnicos con las nuevas tecnologías importadas de Estados Unidos, Italia, Alemania o Suiza. El desarrollo tecnológico avanzó así:

- En los años cincuenta se inició la construcción de galpones para confinar animales con confort, alimentos especiales para las distintas etapas de crecimiento y producción, y la vacunación para prevenir las enfermedades.
- En los años sesenta se conformaron algunas explotaciones industriales con más de cien mil aves en producción, similar a las de Estados Unidos, con galpones dotados de bebederos y comederos controlados, sistema eléctrico para la iluminación y aire acondicionado. Además de la producción de carne y huevo, se comenzó a aprovechar los subproductos como la 14 gallinaza —un fertilizante de buena calidad— y las gallinas que ya no eran productivas se vendían como carne.

⁵⁹ Ibid.

- En los años setenta fue frecuente la estrategia de integración vertical en la industria avícola para reducir costos. La integración hacia atrás fue la más recurrente con inversiones en la incubación para producción de pollito de un día con los de engorde y la producción de huevos para consumo e incubación. La integración hacia delante se dio entre las empresas de beneficio y la comercialización de la producción con expendios propios, asaderos o industrialización. La integración buscó una economía de escala y ahorro de costos.

En las décadas siguientes se ha continuado con la tecnificación en la gran empresa avícola incorporando los sistemas de producción más avanzados del mundo, alcanzando el grado de tecnificación y desarrollo empresarial que tienen los avicultores en otros países.”⁶⁰

2.5 ESTADO DEL ARTE

Trabajo de grado “MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA PLANTA DE SACRIFICIO DE AVES DE LA EMPRESA AVINSA S.A.S”

Un estudio previo que se realizó en el año 2011 en AVINSA S.A.S el cual se llamó “Mejoramiento del proceso productivo en la planta de sacrificio de aves de la empresa AVINSA S.A.S”⁶¹ con la autoría de Yennit Constanza Silva Martínez, planteó como objetivo general: Analizar e implementar mejoras en el proceso productivo de la empresa Avinsa S.A.S., con el fin de aumentar sus niveles de productividad. Y como objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico general del proceso de sacrificio de aves de la empresa Avinsa S.A.S., para conocer su situación actual con el fin de priorizar las necesidades del mismo.
- Documentar y evaluar los procedimientos existentes en el proceso de sacrificio de aves.
- Implementar y evaluar las mejoras aprobadas que conduzcan a un mejor desempeño del sistema productivo.
- Capacitar al personal para llevar a cabo las mejoras aprobadas

⁶⁰ Ibid

⁶¹ SILVA, Yennit. Mejoramiento del proceso productivo en la planta de sacrificio de aves de la empresa Avinsa S.A.S. trabajo de grado ingeniera industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de estudios industriales y empresariales, 2011. 233p.

- Crear los controles e indicadores que permitan hacer seguimiento a las mejoras implementadas.

La ejecución de dicho proyecto permitió a su autora concluir que, se encontraron importantes falencias en procedimientos de varios departamentos relacionados con el proceso productivo para los cuales se implementaron oportunidades de mejora. La detallada descripción del proceso de sacrificio permitió el conocimiento a profundidad de las operaciones ejecutadas en las diferentes áreas de producción de la planta de sacrificio. El estudio de tiempos resolvió el problema de asignación y planeación del recurso humano, de acuerdo a las necesidades de producción. Finalmente, se pudo realizar una relación de aves sacrificadas, ingreso y egresos por el proceso de sacrificio, por lo cual se logró un aumento de \$84 por ave sacrificada.

Como recomendaciones, la Ingeniera Yennit resalta el seguimiento a las mejoras implementadas para asegurar la productividad de la planta, por otra parte, hace referencia a la necesidad de la continuidad a los controles establecidos a nivel de los diferentes procesos, para garantizar su funcionamiento óptimo y oportunas acciones correctivas. También se recomendó, como opción para el aumento de la competitividad del proceso de beneficio de la planta, la adquisición de la siguiente maquinaria:

- Maquina eviscerado automático.
- Contador de pollos.
- Maquina raspa mollejas.
- Maquina lavadora de huacales.

Trabajo de grado “MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CARLO VALDINI”

Tratándose de mejoramiento de procesos, se refiere el trabajo de grado “MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CARLO VALDINI”⁶² de José Manuel Colmenares León, quien plantea como objetivo general: Analizar, diseñar e implementar mejoras al sistema productivo de la empresa CARLO VALDINI para incrementar la productividad. Y como objetivos específicos:

⁶² COLMENARES, José. Mejoramiento del sistema productivo de la empresa Carlos Valdini. trabajo de grado ingeniera industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de estudios industriales y empresariales, 2014. 158p.

- Realizar un diagnóstico para identificar los principales problemas en el sistema productivo que impiden una mayor productividad y competitividad de la empresa.
- Establecer un plan para el mejoramiento de los principales problemas encontrados.
- Sensibilizar y capacitar al personal durante las etapas de implementación de las mejoras
- Implementar mejoras para el sistema productivo de la empresa CARLO VALDINI.
- Diseñar una herramienta en Excel que sirva como base para planear y programar la producción.
- Diseñar e implementar un manual de funciones para los cargos con responsabilidades en el proceso de producción en la empresa CARLO VALDINI.
- Diseñar un sistema de indicadores que permita evaluar y controlar las mejoras implementadas al sistema productivo de la empresa CARLO VALDINI.

Dicho trabajo arrojó, entre otras, conclusiones como que se pudo observar un claro panorama acerca de los aspectos importantes sobre los cuales actuar, que generarían mejoras significativas y cuantificables en el transcurso del desarrollo del proyecto. La elaboración de la herramienta en Excel fue de gran utilidad en el estudio de tiempos, para las fases de planeación y programación de la producción, dicha herramienta también aportó información para suministro de materiales y como guía para la asignación de tareas. Además, la implementación de la estrategia 5 S's produjo una mejora del 29% en el cumplimiento del sistema con respecto al diagnóstico inicial, alcanzando una puntuación de 185 de 260 posibles, lo que se considera una mejora significativa para una empresa en la cual nunca se había realizado ningún tipo de trabajo en el que se aplicara alguna técnica para la mejora de los procesos.

Dentro de las recomendaciones propuestas a la organización, se plantea adquirir un software que soporte el control que requiere la gran variedad de insumos diferentes que requiere la empresa por ofrecer variedad de diseños, de manera que se pueda tener certeza de qué existencia de materiales hay en bodega. Y asegurar la continuación de las inspecciones semanales que contribuyen con la mejora continua del proceso de producción

Trabajo de grado “MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DEL REENCAUCHE DE LLANTAS EN LA EMPRESA AUTOMUNDIAL S.A. REGIONAL SANTANDER”

Finalmente, se referencia el trabajo de grado de las Ingenieras Industriales Nataly Bravo Romero y Claudia Milena Cruz Archila “Mejoramiento de los procesos de producción del reencauche de llantas en la empresa AUTOMUNDIAL S.A. regional Santander”⁶³, en el cual se propone como objetivo general el diseñar e implementar mejoras a los procesos de producción del reencauche de llantas en la empresa AUTOMUNDIAL S.A., con base en el desarrollo y aplicación de los conocimientos, métodos, herramientas y estrategias propias de la ingeniería industrial. Como objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico inicial, en las diferentes áreas de los procesos de producción, con base en conocimientos técnicos en AUTOMUNDIALS.A.
- Definir la capacidad de producción actual de la empresa e identificar las actividades críticas mediante un estudio de métodos y tiempos.
- Plantear, implementar y validar las propuestas de mejora de los procesos de producción analizados, que impacten en la reducción de costos, defectos y en el nivel de servicio al cliente.
- Establecer e implementar un sistema de control de calidad e producto terminado.
- Valorar las mejoras implementadas mediante la evaluación de indicadores formulados.
- Realizar capacitaciones y sensibilizaciones con el fin de involucrar al personal en la implementación de las mejoras sugeridas y en los beneficios conjuntos del proyecto para obtener resultados superiores a los actuales.

En este mismo trabajo, se presenta como conclusiones que se pudo identificar oportunidades de mejora, con base en los 9 indicadores de producción, de los cuales 8 no cumplían su meta, en este sentido, se aplicaron herramientas de mejora. El análisis y capacitación a los empleados de producción respecto a despilfarros logró una notable reducción de desperdicio de recursos, se demostró una disminución en los tiempos de los procedimientos al realizarse las tareas como se describen en el manual de procedimientos.

⁶³ BRAVO, Nataly; CRUZ, Claudia. Mejoramiento de los procesos de producción del reencauche de llantas en la empresa automundial S.A. regional Santanderes. trabajo de grado ingeniera industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de estudios industriales y empresariales, 2011. 339p.

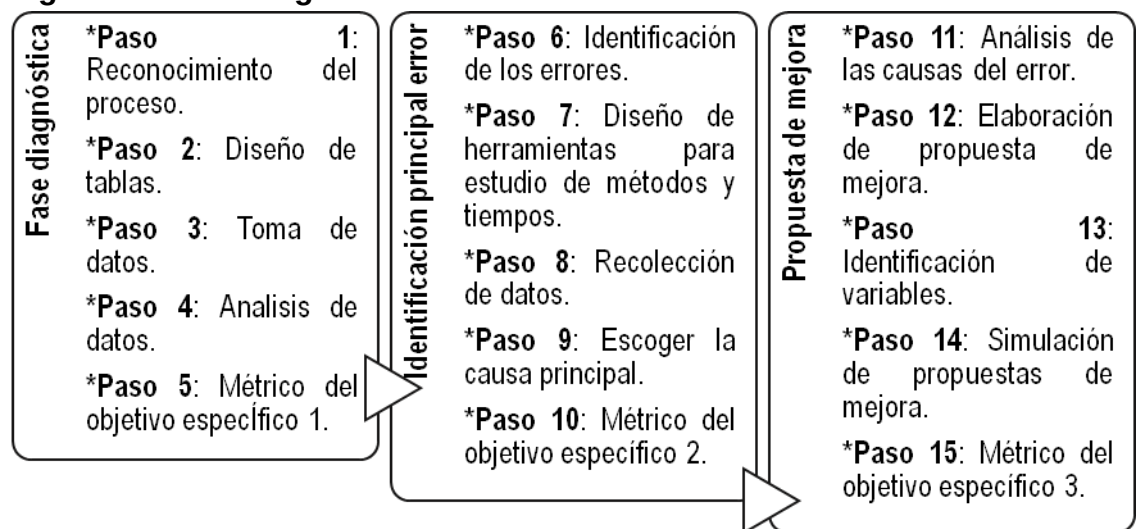
Se plantearon recomendaciones tendientes a dar continuidad a la sensibilización del personal de producción respecto a hábitos de orden y aseo con el fin de adecuar el clima laboral, para que éste permita resultados eficaces y eficientes de las tareas.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA

El desarrollo del presente proyecto consta de tres fases, por medio de las cuales se busca lograr el principal objetivo de este trabajo. Cada una de las fases se lleva a cabo mediante actividades específicas, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 4. Metodología



Fuente: Autores del proyecto.

3.1.1 Fase 1. Fase diagnóstica. Mediante recorridos periódicos en compañía de los coordinadores de cada una de las áreas que conforman el proceso de evisceración (colgado, eviscerado, empaque) en pleno turno productivo, se efectúa un estudio por medio del método de observación directa dentro de cada una de éstas, se cuantifican los puntos de trabajo que conforman cada una de las áreas y se ejecuta la descripción detallada de las actividades que se realizan en estos puntos. Esto, con el fin de conocer más detalladamente los métodos y actividades que se llevan a cabo dentro del proceso; conociendo al detalle las actividades se identifican puntos del proceso que puedan estar generando los principales defectos del pollo canal, que están afectando la productividad del proceso; después de realizar los recorridos periódico se procede a efectuar el análisis de las áreas y la recolección de la información, que permitan identificar puntos de trabajo en los que se presentan los defectos más significativos, los cuales puedan llegar a ser susceptibles a cambios de mejora. Se tabula la

información y se determina el defecto principal. Esta fase se desarrolla por medio de las siguientes actividades:

- Paso 1: Aunque el presente trabajo pretende mejoras en las áreas de colgado y/o eviscerado, se realiza una minuciosa observación del proceso completo (colgado, eviscerado, empaque y almacenamiento) describiendo y cuantificando los puntos de trabajo en cada área del proceso, con el fin de contextualizar las repercusiones que tiene la presencia de productos defectuosos, que son resultado de los procesos de las dos primeras áreas en la planta de beneficio Avinsa S.A.S., permitiendo así la identificación de las necesidades y recursos disponibles.
- Paso 2: Se procede a la recolección de datos que permitan cuantificar los principales defectos del pollo canal al final del proceso de eviscerado.
- Paso 3: Se realiza en condiciones normales del proceso, sobre los puntos de éste que arrojan información importante, identificados en la primera actividad (reconocimiento del proceso). Se tabulan en las tablas para posterior análisis.
- Paso 4: Con la aplicación de fórmulas matemáticas, se obtienen las variables estadísticas correspondientes a la información recolectada. De esta forma, se llega a concluir cuál de los defectos hallados es el que en mayor medida interviene en el nivel de pollo canal defectuoso.
- Paso 5: Métrico del objetivo específico 1, porcentaje de pollo canal con pluma.

3.1.2 Fase 2. Identificación del principal error. Teniendo como base la información recolectada en la primera fase del proyecto, se identifican los defectos hallados que en mayor medida están interviniendo en los niveles de pollo canal defectuoso, obteniendo como resultado (con una cantidad de 3968 pollos en promedio) la presencia de pollo canal con pluma al finalizar el proceso de evisceración. Por medio del desarrollo de esta segunda fase del proyecto, se busca encontrar los errores que producen pollo canal con pluma y priorizarlos, esto se llevará a cabo por medio de la ejecución de un estudio de métodos y tiempos para la obtención de la información de los errores que se están presentando, y la realización de una espina de pescado y una matriz de priorización de los errores encontrados, para identificar el más importante de éstos sujeto a mejoras. Se realiza mediante los siguientes pasos:

- Paso 6: Identificar las causas que ocasionan la presencia de plumas en el pollo canal por medio de observación, con el fin de conocer las causas principales que producen el defecto.
- Paso 7: Diseñar tablas y herramientas adecuadas para el desarrollo de un estudio de métodos y tiempos que permita medir el grado de afectación que tiene cada una de las causas del principal defecto ya identificadas.
- Paso 8: Recolectar los datos necesarios para la elaboración del estudio de métodos y tiempos.

- Paso 9: Realizar con los datos obtenidos en el estudio de métodos y tiempos, la espina de pescado y la matriz de priorización de las causas encontradas. Escoger la/las causa(s) de mayor incidencia sobre el defecto, de tal manera que la eliminación de dicho error contribuya en la disminución de producto defectuoso, que estimula mayor demanda por parte del cliente.
- Paso 10: métrico del objetivo específico 2, incidencia del error (x) sobre el defecto.

3.1.3 Fase 3. Propuesta de mejora. Escogidas las causas con mayor incidencia sobre el defecto, se procede a realizar la/las propuestas de mejora; En esta fase, se proponen y exponen acciones que contrarresten o eliminen las fuentes de error. Además, se simulan los resultados por medio de un software especializado de datos con el fin de conocer los efectos de la implementación de éstas.

- Paso 11: Análisis de las causas por las cuales se presenta el principal error que produce pollo canal con pluma.
- Paso 12: Elaboración de una o más propuestas que propendan la eliminación del principal error encontrado.
- Paso 13: Identificación de las variables que inciden directa o indirectamente sobre el defecto y su grado de incidencia.
- Paso 14: Calcular, por medio de simulación, los posibles resultados de la implementación de la mejora propuesta.
- Paso 15: métrico del objetivo específico 3, porcentaje de pollo canal con pluma dado la propuesta (x).

4. DESARROLLO DEL DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Fase 1. Fase diagnóstica.

Mediante recorridos periódicos en compañía de los coordinadores de cada una de las áreas que conforman el proceso de evisceración (colgado, eviscerado, empaque) en pleno turno productivo, se efectúa un estudio por medio del método de observación directa dentro de cada una de éstas, se cuantifican los puntos de trabajo que conforman cada una de las áreas y se ejecuta la descripción detallada de las actividades que se realizan en estos puntos. Esto, con el fin de conocer más detalladamente los métodos y actividades que se llevan a cabo dentro del proceso; conociendo al detalle las actividades se identifican puntos del proceso que puedan estar generando los principales defectos del pollo canal, que están afectando la productividad del proceso; después de realizar los recorridos periódico se procede a efectuar el análisis de las áreas y la recolección de la información, que permitan identificar puntos de trabajo en los que se presentan los defectos más significativos, los cuales puedan llegar a ser susceptibles a cambios de mejora. Se tabula la información y se determina el defecto principal

Cuadro 1. Delimitación temporal del proyecto

Cronograma de actividades																																													
Fases	Actividades	jul-14				ago-14				sep-14				oct-14				nov-14				dic-14				ene-16				feb-16				mar-16				abr-16				may-16			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
Fase diagnóstica	Reconocimiento del proceso																																												
	Diseño de tablas																																												
	Toma de datos																																												
	Análisis de datos																																												
	Métrico de objetivo específico 1																																												
Identificación del	Identificación de los errores																																												

[illegible]

4.1.1 Paso 1: Reconocimiento del proceso.

El estudio se realizó con la guía y acompañamiento de cada uno de los coordinadores de áreas de colgado, eviscerado, empaque y almacenamiento, quienes expusieron una introducción de cada una de las áreas. La descripción del proceso dividida en áreas de producción, se sintetiza en el siguiente resumen:

1. Área de colgado.

El proceso inicia con la llegada de los camiones provenientes de las granjas de engorde de Mac Pollo S.A.

- Se cuentan los huacales que traen los camiones, tanto los llenos como los vacíos. Cada huacal aproximadamente contiene 10 pollos en pie; esta cifra depende del tamaño del ave. La cantidad aproximada de aves por camión es de 2500. Se calcula un tiempo aproximado de descargue y posterior cargue de los camiones con los huacales vacíos, de 30 minutos
- Se descargan los huacales de los camiones y se ubican en el área de descargue de manera tal que no se afecte la respiración de las aves. Esto se consigue dejando un pasillo (de aproximadamente 1 metro) entre las filas de huacales.
- Se ingresa el pollo vivo a la cadena del proceso; colgándolo de las patas a una cadena adecuada para sujetarlos a unos dos metros del suelo, sin dejarlos caer.
- Los huacales de donde se sacan los pollos para ingresarlos a la cadena se pasan paralelamente al proceso a el área de lavado y desinfectado de guacales.
- Los guacales de donde se sacan los pollos para ingresarlos a la cadena se pasan paralelamente al proceso a el área de lavado y desinfectado de guacales.
- Se realiza un lavado por medio de la máquina lavadora de guacales para quitarle los restos residuos de heces de ave, plumas, entre otros.
- Un operario apila los guacales ya lavados.
- Se desinfectan los guacales
- Se embarcan de nuevo en el camión para ser despachados.
- Se hace una limpieza al camión en las áreas contaminadas.
- Se despacha el camión.
- Continuando por la línea principal del proceso, se desplazan los pollos a la tina de aturdimiento. Este sub-proceso consiste en sumergir los pollos en una salmuera (agua potable con una concentración de sal que favorece la conductividad de la electricidad) someterlos a una descarga eléctrica. Se tiene promediado que el pollo se encuentre aturdido por lo menos 2 minutos, luego debe llegar al punto de la actividad de degüelle en menos de 2 minutos.

- Los pollos aturridos pasan a la máquina de degüelle, que les hace el corte en el pescuezo.
- En la línea sigue un operario que verifica el corte del pescuezo, si la máquina no realiza el corte correctamente el operador se encarga de corregir este defecto manualmente.
- Se inicia un recorrido por un canal de desangre, el cual almacena la sangre del pollo para ser aprovechada posteriormente en un proceso paralelo al del beneficio; pero independiente.
- Se ingresa el pollo desangrado a una escaldadora que consta de una tina llena de agua a una temperatura aproximada de 55°C con cuatro líneas de recorrido; esto con el fin de dilatar los poros del ave, para facilitar su desplume.
- Seguido, se encuentra una segunda escaldadora que cuenta con dos líneas y una temperatura aproximada de 40°C.
- Con el plumaje apto para retirarse el pollo entra a la máquina de desplume.
- Dos operarios verifican que el desplume esté completo; retiran el exceso de plumas manualmente, especialmente las que quedan en la cola.
- El pollo canal pasa por una máquina que por medio de un estiramiento desprende la cabeza del resto del canal.
- Un operario realiza la inspección del proceso anterior, verifica que se hayan removido todas las cabezas del pollo, si encuentra defectos los corrige manualmente.
- La llamada maquina corta patas, corta las patas del cuerpo del pollo; el pollo sin patas pasa al proceso de la línea de eviscerado.
- Paralelamente se procesan las patas:
 - Las patas entran a una escardadora de patas a una temperatura de 61°C aproximadamente (tiene como propósito a aflojar el cuero con el que está recubierta la pata)
 - A continuación, las patas entran a la máquina denominada “pela patas” (esta máquina es una serie de rodillos con dedos de gomas que se encarga de remover el cuero que previamente se había aflojado, realizando un trabajo semejante al de la máquina de desplume).
 - Se comienza un proceso de selección de las patas aptas, no aptas pero con posibilidad de mejora para ser aceptadas y la que no son aceptadas; estos criterios se tienen según los requerimientos del cliente.
 - La pata aceptada se selecciona y se retiene para ser previamente trasladada a la línea de empaque.
 - La pata que no es aceptada pero con posibilidad de mejora para ser aceptada se almacena.

- Las patas aptas para el proceso de limpieza se llevan al mesón de limpieza donde tres operarios se encargan de retirar el hongo.
- Las patas con las mejoras y en óptimas condiciones pasan a la línea de empaque.
- Las patas que no son aptas porque tienen demasiado hongo se separan se depositan y almacenan en el pozo.

2. Área de eviscerado.

- Los pollos entran del área de colgado al área de eviscerado, cayendo a una mesa con dos bandas transportadoras.
- Las dos bandas mantienen los pollos represados mientras que una cantidad de operarios que oscila entre cuatro y siete (dependiendo de la velocidad de la cadena de eviscerado), se encargan de colgar los pollos en la cadena de eviscerado para iniciar el proceso.
- Un operario se encuentra en un punto del recorrido del pollo después de ser colgado, para revisar y extraer manualmente plumas que hayan quedado en las alas.
- El pollo sigue a una máquina llamada la máquina saca-cloacas, la cual extrae la cloaca del pollo que se considera contaminante para el producto.
- Se dirige a la máquina corta abdomen, esta tiene como finalidad realizar un corte en el área abdominal del pollo.
- Un operario se encarga de realizar una inspección del proceso anterior, corrobora que el corte abdominal tenga un tamaño adecuado. El empleado corrige los defectos.
- A continuación, el pollo pasa por una máquina denominada la saca vísceras, la cual tiene como propósito extraer las vísceras del pollo y dejarlas a la vista. Una vez extraídas las vísceras, el cuerpo del ave se denomina “canal”.
- Tres operarios se encargan de retirar el corazón del resto de las vísceras, uno más inspecciona que los corazones hayan sido retirados. Los corazones extraídos esperan para ser llevados a otro proceso paralelo.
 - Los corazones pasan a la máquina raspadora de corazones la cual se encarga de retirar el pericarpio del corazón.
 - El corazón sin pericarpio se lava.
 - Se trasladan al área de empaque.
- Después de las vísceras, al pollo canal se le retira el hígado. Para este proceso se emplean aproximadamente 6 trabajadores.
 - Se hace una inspección del hígado que se retiró de las vísceras del pollo, se selecciona el hígado apto y el que no. El que no es apto se desecha y se lleva al pozo, dos personas son las encargadas de este proceso.
 - El hígado apto se limpia

- Se lleva el hígado ya limpio a la máquina que lo transporta por medio de bombeo al área de empaque.
- Ahora, se retira el resto del contenido visceral del canal y se tiran en una canaleta para comenzar otro proceso paralelo.
 - Las vísceras entran a una máquina por medio de la cual se separan las tripas de la molleja del pollo; esta máquina selecciona las mollejas y las pasa a un sinfín. El resto de las vísceras las desecha y las conduce al pozo.
 - La molleja trasladada por el sinfín llega a la máquina limpia mollejas donde dos operarios por medio de rodillos le quitan la recubierta de la molleja.
 - La molleja limpia se pasa a la máquina que la transporta por medio de bombeo al área de empaque.
- Un trabajador realiza una inspección dentro del interior del pollo con el fin de verificar que no tengan ningún resto de vísceras
- El pollo canal sigue hacia una máquina denominada sacabuches, la cual se encarga de retirar la tráquea y el buche del pollo.
- Seguido entra a una máquina que se denomina la corta-pescuezos, tiene como fin desprender el pescuezo del pollo.
- Un trabajador se encarga de inspeccionar los resultados de la máquina corta-pescuezos y deposita estos en una tolda que por medio de bombeo los transporta al área de empaque.
- Un operario hace una inspección con el fin de verificar que el canal no tenga ninguna víscera para pasar al siguiente proceso; si tiene algún tipo de víscera el trabajador se encarga de retirarla.
- Seguida de la inspección el pollo pasa por una máquina denominada la saca pulmones, que tiene como objetivo retirar los pulmones del canal por medio de un sistema de succión.
- Un trabajador inspecciona que la máquina haya hecho su trabajo y de ser necesario, corrige el defecto.
- Seguido, otro trabajador verifica que no haya ningún resto de buche o tráquea en el canal.
- Seguido a esto aproximadamente tres operarios revisan los pollos en busca de cualquier anomalía (enfermedades que presentan los pollos o defectos). En caso de que el pollo canal sólo presente pluma, se retira estando el pollo colgado en la cadena.
 - El canal con alguna anomalía se deposita en una tolda donde cuatro operarios más ejecutan un reproceso.
 - Se realiza las respectivas correcciones del canal con defectos.
 - Se deposita el canal corregido en una tina de agua con concentración de 50 partes de hipo-clorito por millón.
 - Se desinfecta el canal en la tina.
 - Se cuelga en la cadena que lo transporta al área de empaque.
- Pasan los canales por la máquina lava pollos.

- Se transporta hacia el área de empaque.
- Una máquina descuelga el canal de la cadena para ingresar al área de empaque.

3. Área de empaque.

- Entra el pollo del área de eviscerado y se deposita en un pre-chiller (tanque con agua a baja temperatura que cuenta con un sinfín horizontal que es el encargado de trasladar los canales de la entrada a las salida del pre-chiller)
- El pollo canal hace el recorrido por todo el pre-chiller aproximadamente en un tiempo de 45 minutos a una temperatura de 18°C
- El pollo canal se transporta por medio de una banda transportadora hacia el chiller.
- El pollo canal hace el recorrido por todo el chiller aproximadamente en un tiempo de 60 minutos a una temperatura que oscila entre los 0°C y los 2°C.
- El canal termina su paso por el chiller y se transporta por medio de un tobogán para su clasificación.
- En el área de clasificación se encuentran 9 operarios. Dos trabajadores cuelgan canales en la cadena de transporte y 7 trabajadores seleccionan y clasifican los pollos canal en las respectivas canastillas dependiendo de su clasificación.

Clasificación del pollo: El pollo tiene una clasificación dependiendo de las características del producto final:

1. El pollo tipo B, es el que cumple con la totalidad de los requisitos del cliente y sus características son perfectas. En esta canastilla se empaican 12 unidades.
2. El tipo A o cinta azul, es el que tiene algún tipo de defecto, este se empaica por 15 unidades.
3. El cinta verde o negra; es el pollo que le falta alguna parte, este se empaica por 15 unidades.

Empaque de molleja, corazón, hígado, pescuezo y patas:

1. Entra de la línea de eviscerado y se deposita en un chiller. aproximadamente 45 minutos y una temperatura que oscila entre los 0°C y los 4°C.
2. Se deposita en las canastillas (un operario supervisa el proceso).
3. Se lleva a almacenado las canastillas de las vísceras.
4. Se empaican según requerimiento del cliente.

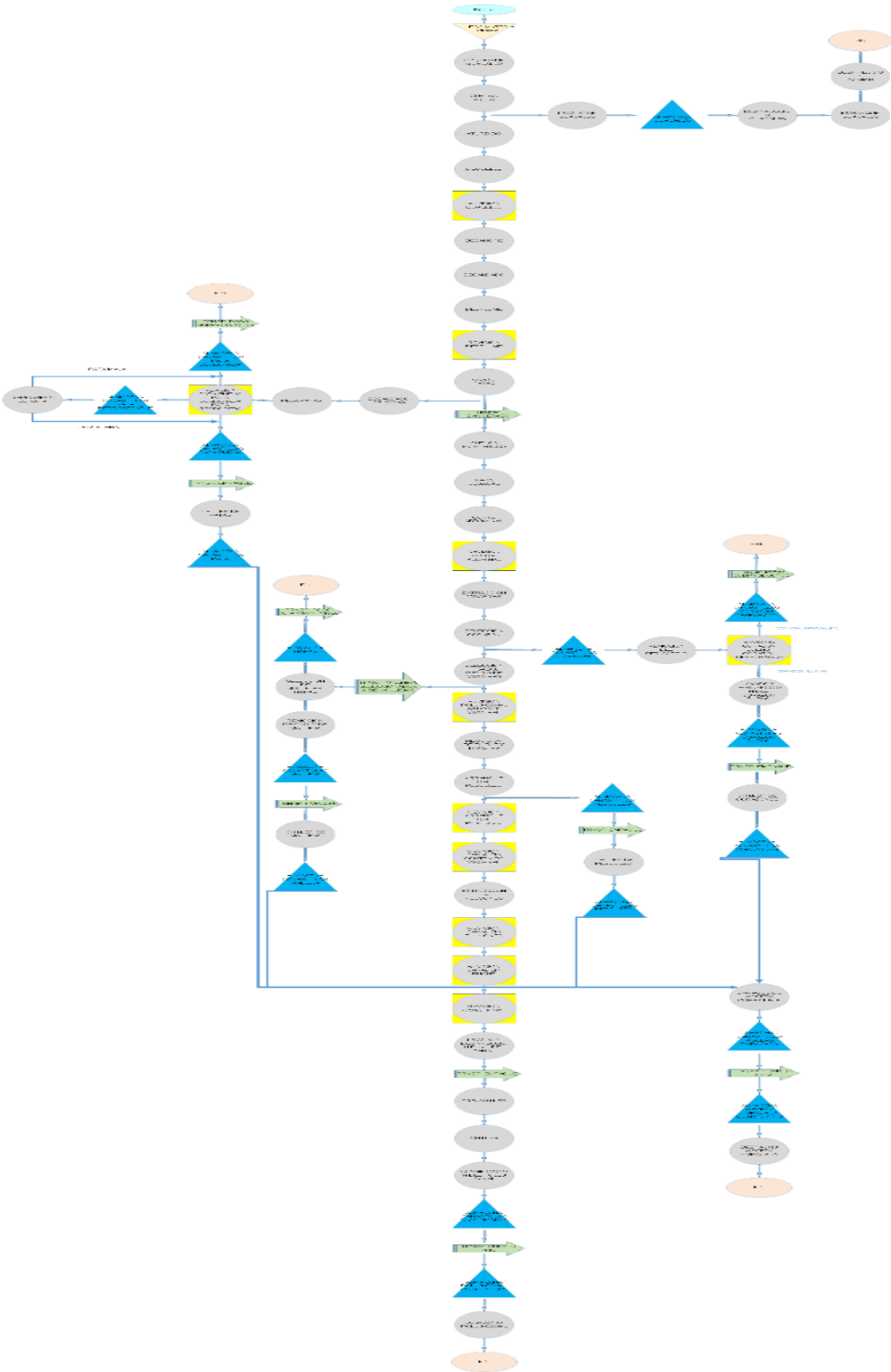
4. Área de despachos.

- El pollo canal clasificado y empacado en las canastillas se lleva al área de despachos.
- Se almacena en cuartos fríos a una temperatura aproximada de 4°C a la espera de su embarque.

- Se llevan las canastillas almacenadas al área de peso para tomar el peso de cada una de las canastillas que se van a despachar y tener un registro.
- Se almacenan las canastillas en los camiones transportadores.

A continuación se presenta el diagrama de flujo del proceso completo de beneficio en la empresa Avisa S.A.S; también, se encuentra como anexo para mejor percepción (Ver anexo G).

Figura 5: Diagrama de flujo del proceso de eviscerado de Avinsa s.a.s



Fuente: Autores del proyecto.

En el diagrama anterior se puede observar gráficamente el proceso de beneficio, y el recorrido que realizan los productos y sub-productos del proceso.

Con base en la información obtenida mediante la observación y reconocimiento del proceso, se evidencia que en varios sub-procesos de las líneas de colgado y eviscerado se presentan defectos producidos en mayor proporción por la maquinaria. Defectos como: despernilamiento, piel rasgada, ruptura de alas, mal matado, sobre-escaldado, canal con pluma, residuos de contenido visceral; los cuales, en la mayoría deben ser intervenidos por mano de obra que representa un costo extra para el proceso o la imposibilidad de aprovechar esta mano de obra en otro punto. Además, el hecho de sobreexponer el producto a manipulaciones que podrían ser evitadas, aumenta el riesgo de alterar la inocuidad del mismo.

4.1.2 Paso 2: Diseño de tablas

Habiendo conocido detalladamente el proceso productivo de la planta por medio de la observación directa y la descripción de cada subproceso que conforma el proceso de beneficio de aves de Avinsa S.A.S como se indica en el paso anterior, es posible enlistar los defectos que se pueden presentar en los canales al salir del área de eviscerado:

- Despernilado
- Ruptura de ala
- Malmatado
- Sobreescaldado
- Enfermedades de granja
- Pollo canal con pluma (pluma en ala y pluma en cola)
- Restos de contenido visceral en el pollo canal
- Presencia o restos de pulmones en el pollo canal

Estos son los defectos que se presentan en el proceso durante sus operaciones, los cuales están generando inconformidad del cliente; teniendo en cuenta los defectos encontrados se hace una relación, identificando cada uno de los defectos y relacionándolos con los subprocesos que los están generando:

Tabla 7: Relación entre los defectos del pollo canal y los sub-procesos que los generan.

Defecto	Sub-procesos que influye en el defecto
Despernilado	• Sub-proceso de cuelga en la línea de colgado (operario) • Sub-proceso de desplume (máquina)
Ruptura de ala	• Sub-proceso de desplume (máquina)
Mal matado	• Sub-proceso de aturdimiento (máquina) • Sub-proceso de degüelle (máquina)
Sobre-escaldado	• Sub-proceso de escaldado (máquina)
Enfermedades de granja	• No aplica
Pollo canal con pluma (en cola y ala)	• Sub-proceso de escaldado (máquina) • Sub-proceso de desplume (máquina) • Sub-proceso de revisión de pluma (en cola y ala) • Sub-proceso de revisión final de pollo canal
Restos de contenido visceral en el pollo canal	• Sub-proceso de extracción del paquete visceral (máquina) • Sub-proceso extracción de corazón del paquete visceral (operario) • Sub-proceso revisión de pollo canal sin el contenido visceral (operario) • Sub-proceso de revisión final de pollo canal (operario)
Presencia o restos de pulmones en el pollo canal	• Sub-proceso extracción de pulmones (maquinaria)
Alteración de la inocuidad del pollo canal	• Sub-proceso de transferencia desde el área de colgado hacia el área de eviscerado (operario) • Sub-proceso extracción de corazón del paquete visceral (operario) • Sub-proceso de revisión pluma en cola y ala (operario) • Sub-proceso de extracción de hígados y retiro del contenido visceral del pollo canal (operario) • Sub-proceso revisión de pollo canal sin el

- contenido visceral (operario)
- Sub-proceso de revisión de extracción de pulmones (operario)
- Sub-proceso de revisión final del pollo canal (operario)

Fuente: Autores del proyecto

Teniendo ya los defectos que se presentan al final del área de eviscerado y detectados los subprocesos donde se generan, se enfoca el desarrollo del proyecto en el defecto principal, que por medio de un diagrama de Pareto (Ver figura 2) resultó ser “pollo canal con pluma”.

En el siguiente cuadro se hace un análisis de los subprocesos involucrados en la presencia del defecto principal, las condiciones de cada uno de ellos que podrían ser causa de errores potenciales, que contribuyen a la generación de dicho defecto.

Cuadro 2: Condiciones de los subprocesos donde se producen errores que podrían generar el error principal (pollo canal con pluma)

Defecto (pollo canal con pluma) y sus errores potenciales.	
Pollo canal con pluma	Sub-proceso de escaldado: Se considera una relación entre el proceso de desplume y las condiciones de salida del canal de la caldera, esto se debe, a que la caldera es la que realiza la dilatación de los poros que contienen el plumaje del ave, facilitando la remoción del mismo. Para dar claridad respecto a los errores potenciales en este subproceso, se presenta la siguiente información. Cuadro 3: Relación entre velocidad de la cadena, temperatura de la caldera y tamaño del pollo

Velocidad de la cadena	Temperatura del agua en la <u>escaldadora</u>	Tamaño del pollo *
7.000 pollos/hora	54,5°C	Pequeño
>=7.000 pollos/hora	55,1 - 55,2°C	
7.000 pollos/hora	55,1°C	Grande
>=7.000 pollos/hora	56,1°C	

Fuente: Autores del proyecto

*Se considera pollo pequeño el que tenga un peso aproximado de 2250 gr y grande al que supere o iguale los 2500 gr.

Sub-proceso de desplume:

Debido a que los pollos no llegan de granja con las mismas medidas y pesos, se hace casi imposible generar una actividad totalmente eficiente por las variaciones de tamaño que estos presentan. La máquina que realiza el desplume se gradúa por un operario según el promedio de peso de las aves que se estén sacrificando, los dedos de la desplumadora deben girar de manera que durante el transcurso del recorrido se efectúe la mayor remoción de plumas, estos dedos sufren un desgaste que disminuye la eficiencia de los mismo a la hora de realizar la remoción de plumas. Las máquinas desplumadora, corbijones y repasadora cuentan con duchas de agua a temperaturas que permiten conservar las condiciones para el desplume

Sub-proceso de revisión pluma en cola y ala:

Pese a que la actividad se centra en la remoción de pluma en cola y ala debido a que es uno de los lugares donde hay mayor incidencia de pluma, los operarios deben estar atentos a retirar la mayor cantidad de pluma en cualquier parte del cuerpo del ave como sea posible.

Se debe tener en cuenta que los operarios se encuentran ubicados uno después del otro sobre el recorrido de la cadena esto presentar dos situaciones:

- Que un mismo canal sea revisado por dos o más operarios (aumentando además la probabilidad de alterar la inocuidad del producto)
- O que algunos canales pasen sin ser revisados por ninguno de los operarios (lo que aumenta la probabilidad de que pasen canales con defectos).

Esta actividad se ejecuta con recurso humano el cual debe seguir el ritmo de trabajo de las cadenas (entre 6500 y 8500 pollos por hora)

	Sub-proceso de revisión final del pollo canal: En esta actividad se tienen en cuenta toda clase de errores con los cuales pueda venir el pollo, el personal a cargo de esta actividad debe revisar y corregir la mayor cantidad de errores provenientes de las actividades anteriores como sea posible. Se debe tener en cuenta que los operarios se encuentran ubicados uno después del otro sobre el recorrido de la cadena esto presentar dos situaciones: • Que un mismo canal sea revisado por dos o más operarios (aumentando además la probabilidad de alterar la inocuidad del producto) • O que algunos canales pasen sin ser revisados por ninguno de los operarios (lo que aumenta la probabilidad de que pasen canales con defectos). Esta actividad se ejecuta con recurso humano el cual debe seguir el ritmo de trabajo de las cadenas (entre 6500 y 8500 pollos por hora)
--	--

Fuente: Autores del proyecto.

Teniendo ya definidos los subprocesos que pueden generar la presencia del defecto principal, se realiza un informe dirigido a al gerente de producción el señor Juan Pablo Sánchez el día 19 de Enero del 2015, el cual fue socializado posteriormente en una reunión. Se llegó a la conclusión de que los puntos que se debían considerar para ser analizados con el fin de realizar las propuestas de mejora, no podrían involucrar reformas en los equipos, debido a que a principios del 2014 ya se había efectuado una gran inversión al respecto. Se sugirió hacer la o las propuestas de mejora contando con los recursos que ya se tienen.

4.1.3 Paso 3: Toma de datos.

Definidos los subprocesos, se procede a realizar un análisis que permita identificar la cantidad de pollo con presencia del defecto principal al final de cada subproceso. Para esto, se realiza un recuento de pollo canal con pluma que sale de los subprocesos, con el fin de tener datos que permitan identificar las actividades que más repercuten en la presencia del defecto.

En el cuadro 4 se describe el procedimiento que se lleva a cabo para la toma del conteo.

Cuadro 4: Descripción del proceso para el conteo de pollo canal con pluma por cada subproceso.

Descripción del proceso para conteo de pollo canal con pluma por cada subproceso	
Punto escaldado	En este subproceso se realiza una toma de las temperaturas del agua de escaldado durante 15 días de proceso con el fin de tener un histórico de este, también se realiza una toma del tamaño promedio de ave que llegó a proceso durante los mismos 15 días en los que se realizó el histórico de temperaturas.
Punto de desplume	En este subproceso se realizó un conteo de la cantidad de pollo que salía al final de la actividad de desplume con presencia de plumas en cualquier parte del cuerpo; el conteo se realizó por un lapso de tiempo de 1 minuto, se realizaron 15 muestras en, donde se contabilizaba la cantidad total de pollo canal que salía del proceso y la cantidad de pollo canal con presencia de pluma.
Punto de revisión de pluma en ala	En este subproceso se cuenta la cantidad de veces que un operario hace un reproceso (remoción de pluma en ala); el conteo se realiza por un lapso de tiempo de 30 segundos, se toman 15 muestras en las cuales se contabilizaba la cantidad total de re-procesos realizados por el operario y la cantidad de pollo canal con presencia de pluma en ala. Pese a que la actividad se centra en la remoción de pluma en ala, debido a que es uno de los lugares donde hay mayor presencia de pluma, los operarios deben estar atentos a retirar pluma en cualquier parte del cuerpo del ave.
Punto de revisión de pluma en cola	En este subproceso se cuenta la cantidad de veces que un operario hace un reproceso (remoción de pluma en cola); el conteo se realiza por un lapso de tiempo de 30 segundos, se toman 15 muestras en las cuales se contabilizaba la cantidad total de re-procesos realizados por el operario y la cantidad de pollo canal con presencia de pluma en cola. Pese a que la actividad se centra en la remoción de pluma en cola, debido a que es uno de los lugares donde hay mayor presencia de pluma, los operarios deben estar atentos a retirar pluma en cualquier parte del cuerpo del ave.

Punto de revisión final del pollo canal	En este subproceso se realiza el conteo a uno de los operarios que ejecuta la actividad; el conteo se divide en mano derecha y mano izquierda, se registra en un tiempo de 30 segundos la cantidad de veces que el operario realiza la actividad de revisión y/o extracción de pluma con cada mano.
---	---

Fuente: Autores del proyecto.

En el cuadro anterior se presentan cuáles fueron las fracciones de tiempo utilizadas y la cantidad de veces que se realizó el conteo por la unidad del tiempo determinada en cada uno de los subproceso.

A continuación se presenta el respectivo conteo que se realizó a cada uno de los puntos previamente seleccionados. Los datos para el desarrollo de este paso, fueron extraídos del Anexo M.

En el siguiente cuadro se almacenan los datos de la temperatura de la tina de escaldado y el peso promedio del ave que entra a proceso.

Cuadro 5: Registro de las muestras de las temperaturas de la escaldadora

Temperaturas de la escaldadora		
Número de toma	Temperatura registrada (°c)	Peso promedio del ave en proceso (gr)
1	55,2	2340
2	56,1	2501
3	55,1	2263
4	55,2	2451
5	55,1	2289
6	56,1	2496
7	55,1	2276
8	56,1	2505
9	55,2	2428
10	56,1	2488
11	55,2	2455
12	55,2	2409
13	56,1	2499
14	56,1	2502
15	55,1	2256
Promedio	55,53	2410
Velocidad de la cadena	7500 pollos por hora	

Fuente: Autores del proyecto.

En el cuadro anterior se pueden observar las temperaturas registradas en la bitácora del supervisor del área de colgado en 15 días y los pesos promedio de las aves que entraron a proceso en esos mismos 15 días en los que se registraron las temperaturas de escaldado. En promedio la temperatura de escaldado fue de 55,53 °C y el peso promedio del ave fue de 2410 gr, la velocidad de la cadena fue de 7500 pollos por hora para todos los 15 registros.

En el cuadro 6 se relacionan los datos del conteo realizado a la actividad de desplume. De este subproceso se registró la cantidad de pollo canal que sale de la máquina aún con presencia de pluma en cualquier parte del cuerpo. También se registra la cantidad total de pollo canal que pasa por el punto. Este conteo se realizó durante un lapso de tiempo de 1 minuto, y se tomaron 15 muestras con las mismas condiciones mencionadas anteriormente.

Cuadro 6: Registro del conteo de desplume

Desplume (1 minuto)		
Número de toma	Pollo canal con pluma	Pollos totales
1	120	125
2	111	127
3	104	124
4	98	125
5	119	126
6	110	125
7	122	127
8	117	127
9	113	125
10	116	126
11	121	124
12	120	125
13	115	127
14	103	125
15	104	128
Promedio	112,8666667	125,7333333
Velocidad de la cadena	7500 pollos por hora	

Fuente: Autores del proyecto.

En el cuadro anterior se pueden observar los datos adquiridos para el sub-proceso de desplume, el tiempo de muestra fue de 1 minuto y se realizaron 15 muestras, la velocidad de la cadena durante la toma de las muestras fue de 7500 pollos por

hora, con esto, en promedio los pollos canal que salieron durante la muestra con presencia de pluma en cualquier parte del cuerpo fue de 113 pollos por minuto.

En el siguiente cuadro se relacionan los datos del conteo realizada al subproceso de revisión de pluma en cola, los datos se tomaron a dos operarios, en total se tomaron 15 datos; de estas tomas, 8 se realizaron al operario número 1, el cual se encuentra a continuación de la máquina de desplume; los 7 datos restantes son del operario número 2 el cual se encuentra seguido del operario número 1. Se tomaron los dos operarios con el fin de identificar las diferencias que se presentan en las cargas de trabajo de ambos; en este conteo, se contabilizó el número de canales revisados por cada uno de los operarios en un tiempo de 30 segundo y el número de pollo canal que pasó por el frente de cada operario en el mismo rango de tiempo.

Cuadro 7: Registro de las muestras de revisión de pluma en cola

Revisión de pluma en cola		
Número de toma	Canales revisados	Total canales
Primer operario		
1	21	63
2	19	63
3	22	63
4	22	61
5	24	62
6	25	62
7	22	62
8	22	61
Promedio	22,125	62,125
Velocidad de la cadena	7500 pollos por hora	
Segundo operario		
9	15	63
10	10	61
11	8	63
12	7	62
13	8	62
14	9	63
15	9	63
Promedio	9,42	62,428
Velocidad de la cadena	7500 pollos por hora	

Fuente: Autores del proyecto.

En promedio el 36% de los canales que pasan por el puesto de trabajo del operario 1 (primero) es procesado, y, el 15% de los canales que pasan por el puesto de trabajo del operario 2, en promedio el primer operario revisa 22 canales mientras que el segundo solo revisa 16 canales en 30 segundos. Entre ambos, revisan un promedio de 32 canales por cada 125 canales que pasan por el punto.

En el siguiente cuadro se relacionan los datos del conteo realizado al subproceso de revisión pluma en ala, en esta actividad se tomó como punto de observación un solo operario de la actividad. Este conteo se realizó en un intervalo de 30 segundos y lo que se midió fue la cantidad de pollo canal revisado por el operario en este intervalo de tiempo, al igual, se contabilizó el número de canales que pasaron por el punto de trabajo durante 30 segundos.

Cuadro 8: Registro de la muestra de revisión en ala.

Revisión pluma en ala		
Número de toma	Canales revisados	Total canales
1	17	63
2	19	63
3	15	63
4	17	62
5	13	63
6	10	63
7	12	62
8	6	62
9	13	62
10	8	62
11	6	63
12	12	62
13	10	62
14	10	63
15	12	62
Promedio	12	62,47
Velocidad de la cadena	7.500 pollos por hora	

Fuente: Autores del proyecto

En el cuadro anterior se pueden observar los datos adquiridos del subproceso de revisión de pluma en cola, el tiempo de muestra fue de 30 segundos y se realizaron 15 muestras en total, la velocidad de la cadena durante la toma de las muestras fue de 7.500 pollos por hora, con esto, en promedio los pollos cana a los que se les hizo la revisión de pluma en ala durante la muestra fue de 12 pollos por

30 segundos. En promedio durante la muestra se revisó un 19,20% de los canales que pasaron por el puesto de trabajo durante la toma de la muestra.

En el siguiente cuadro se encuentran almacenados los datos que se recolectaron en la ejecución del conteo del subproceso de revisión final del pollo canal; se contó la cantidad de canales revisados en un tiempo de 30 segundos; como esta acción es realizada por los operarios con ambas manos al tiempo, se hizo un estudio independiente a cada mano de uno de los operarios del puesto de trabajo.

Cuadro 9: Registro de la muestra de revisión canal final

Revisión canal final (retiro de pluma)		
Número de toma	Mano derecha	Mano izquierda
1	3	0
2	2	2
3	2	1
4	1	2
5	0	0
6	2	1
7	1	2
8	2	0
9	2	0
10	3	1
11	2	2
12	2	1
13	3	2
14	2	0
15	1	1
Promedio	1,866666667	1
Velocidad de la cadena	7.500 pollos por hora	

Fuente: Autores del proyecto.

En el cuadro anterior se pueden observar los datos obtenidos del subproceso de revisión final, el tiempo de muestra fue de 30 segundos y se realizaron 15 muestras en total con cada mano del operario, la velocidad de la cadena durante la toma de las muestras fue de 7.500 pollos por hora en promedio un operario de esta actividad revisa 17 canales con la mano derecha y 15 canales con la mano izquierda, para un total promedio de pollos revisados de 32 canales por 30 segundos.

4.1.4 Paso 4: Análisis de los datos

Se realiza un análisis de cada uno de los datos obtenidos anteriormente para identificar el grado de aporte que tienen en la presencia de pollo canal con pluma. Para el subproceso de escaldado se presenta una restricción, ya que no es posible medir la eficiencia que está teniendo la actividad, pues no se cuenta con una herramienta y/o instrumento que permita medir el grado de dilatación de los poros que sostienen el plumaje del ave para saber si es óptimo o no para realizar el proceso de desplume. No obstante, en los registros se puede observar que las temperaturas utilizadas en el proceso de escaldado durante las tomas se encuentran dentro de los rangos pertinentes previamente definidos (Ver cuadro 3) para la ejecución de un desplume óptimo.

En la actividad de desplume se puede observar por medio de los datos recolectados (ver cuadro 6) que la presencia de pollo canal con pluma es alta (89,77% de los canales que salen del punto de desplume, presentan pluma), a continuación se analizara la eficiencia técnica del subproceso, la cual mide la relación entre producto e insumo.

Ecuación 1: Eficiencia en producto.

$$\text{Eficiencia en producto} = \text{Nivel de producto corriente} / \text{Nivel de producto óptimo} \\ (\text{alcanzado como referencia}). \quad (1)$$

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)⁶⁴

- Donde el Nivel de producto corriente: será la cantidad de pollos que salen del proceso evaluado cumpliendo con las características exigidas.
- Donde el nivel de producto óptimo: será la cantidad total que deberían salir correctamente del proceso evaluado.

Por medio de la fórmula anterior hallaremos la eficiencia que tuvo la actividad en cada una de las 15 muestra que se tomaron y la eficiencia promedio con el fin de tener una medida de afectación de la actividad dentro del defecto.

⁶⁴ Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Eficiencia y su medición en prestadores de servicios de agua potable y alcantarillado. Disponible en: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/8/42728/lcw385e.pdf>

Cuadro 10: Eficiencia de la actividad de desplume.

Desplume		
Promedio =	112,8666667	125,7333333
Promedio del nivel de producto corriente	13	
Promedio del nivel del producto optimo	126	
Eficiencia del puesto de trabajo	10,32%	

Fuente: Autores del proyecto.

Se puede observar en el cuadro anterior que la eficiencia de la actividad tiene un promedio de 10,32%, promedio bastante bajo para una actividad. El promedio de nivel de producto corriente es la cantidad promedio que durante las tomas cumple con los requisitos de la actividad (pollo sin pluma, 13 unidades), para hallar este dato, se restaron las unidades que salieron con pluma (113) y el promedio del nivel de producto optimo (126).

En la actividad de revisión de pluma en cola se halla la eficiencia del puesto de trabajo teniendo como base el promedio de pollo con presencia de pluma (113 unidades por minuto) obtenido en la muestra del proceso de desplume, ya que esta cantidad de pollo sería la cantidad de pollo con pluma que en las siguientes revisiones deberán ser procesadas, este dato se tomará como el nivel de producto óptimo de la actividad; la suma de los promedios de aves revisadas (a las que se les retira pluma) por los dos operarios de la actividad (los operarios retiran la pluma en cola del ave) se tomarán como el nivel de producto corriente, ya que esta cantidad de pollos salen del puesto de trabajo cumpliendo el requisito de la actividad (remoción de plumas en cola y ala); como la muestra en esta actividad se tomó en un rango de 30 segundos, la suma de los promedios de las aves revisadas por los dos operario se multiplicará por dos (2) para así, unificar la unidad de tiempo con respecto a la unidad de tiempo que se tomó en la actividad de desplume (que fue un minuto).

Cuadro 11: Eficiencia del puesto de trabajo de revisión de pluma en cola.

Eficiencia del puesto de trabajo (revisión pluma en cola)			
	Nivel de producto corriente operario 1		Nivel de producto corriente operario 2
Promedio =	22,125	Promedio =	9,428571429
Suma de los promedio del nivel de producto corriente operario 1 y 2 multiplicado por (2)			64
Nivel de producto óptimo			113

Eficiencia del puesto de trabajo	56,64%

Fuente: Autores del proyecto.

En el cuadro anterior se puede observar que la eficiencia promedio del puesto de trabajo es en promedio del 56.64 %.

Teniendo como base la resta entre el promedio de pollo con presencia de pluma (113 unidades por minuto) y la suma de los promedios del nivel de producto corriente de los dos operarios de revisión de pluma en cola multiplicado por dos (64) de la revisión de pluma en cola (Ver cuadro 11), lo dicho anteriormente corresponde a:

$$113 - 64 = 49 \text{ pollos canal con pluma por minuto } (2)$$

Se identifica que esta cantidad sería la cantidad de pollo con pluma que en las siguiente revisión deberán ser procesadas, este dato se tomará como el nivel de producto óptimo de la actividad de revisión de pluma en cola; el promedio de las unidades de pollo revisado por el operario en el puesto de trabajo (revisión de pluma en ala) registrados en la muestra se tomarán como el nivel de producto corriente, ya que esta cantidad de pollos salen del puesto de trabajo cumpliendo el requisito de la actividad (remoción de plumas en cola y ala); como la muestra en esta actividad se tomó en un rango de 30 segundos, la suma de los promedios de las aves revisadas por el operario se multiplicará por dos (2), para así, unificar la unidad de tiempo con respecto a la unidad de tiempo que se tomó en la actividad de desplume (un minuto). En el siguiente cuadro se podrá observar lo que anteriormente se mencionó.

Cuadro 12: Eficiencia del puesto de trabajo de revisión de pluma en ala.

Eficiencia del puesto de trabajo (revisión pluma en ala)	
	Nivel de producto corriente de la operación (revisión de pluma en cola y ala)
Promedio	12
Promedio del nivel de producto corriente de la actividad multiplicado por (2)	24

Valor de producto óptimo	49
Eficiencia del puesto de trabajo	48,98%

Fuente: Autores del proyecto.

En el cuadro anterior se puede observar que la eficiencia promedio del puesto de trabajo está en un rango del 48.98 %.

En la actividad de revisión final se tomó como nivel de producto corriente de operación las unidades de pollo canal a las cuales se les retiró pluma durante un lapso de tiempo de 30 segundos, esta medición se le realizó solo a uno de los tres operarios que se encuentran en esta actividad; por tal razón, el promedio de los canales registrados se multiplicará por tres (3) para así poder tener un promedio de aves procesadas por dicha actividad.

El nivel de producto óptimo para el subproceso de revisión final será de 25 unidades debido a que estas, son las unidades que al final de todas las revisiones de pluma, quedaron por revisar durante el conteo que se realizó; este dato se halló de la resta entre el promedio del nivel de producto corriente de operación de pluma en ala (24 unidades) y el nivel de producto óptimo de pluma en ala (49), lo dicho anteriormente corresponde a:

$$49-24=25 \text{ pollos canal con pluma por minuto } (3)$$

La suma de los promedios de las aves revisadas por el operario se multiplicará por dos (2), para así, unificar la unidad de tiempo con respecto a la unidad de tiempo que se tomó en la actividad de desplume (un minuto).

En el siguiente cuadro se podrá observar lo que anteriormente se mencionó.

Cuadro 13: Eficiencia del puesto de trabajo de revisión final.

Eficiencia del puesto de trabajo (revisión final)		
	Mano derecha	Mano izquierda
Promedio	1,866666667	1
Suma de los promedios de los niveles de producto corriente de mano derecha e izquierda del operario (revisión final) multiplicada por (2), y el resultado multiplicado por (3) operarios.		17,2
Nivel de productividad óptimo		25

Eficiencia del puesto de trabajo	68,80%

Fuente: Autores del proyecto.

En el cuadro anterior se puede observar que la eficiencia del puesto de revisión final está en 68.80%.

4.1.5 Paso 5: Métrico del objetivo específico 1

Habiendo realizado el análisis de los datos recolectados en las cuatro actividades puestas en estudio se tiene un promedio de los canales que por un lapso de 1 minuto pasan al área de empaque con el defecto (presencia de pluma); al final de la actividad de revisión final se tiene:

Cuadro 14: Incidencia del defecto al final de proceso de eviscerado durante un rango de tiempo de 1 minuto.

Promedio de los niveles de producto corriente (revisión final)	17
Nivel de productividad óptimo	25
Unidad de canales sin ser revisados al final del área de eviscerado	8

Fuente: Autores del proyecto.

Las unidades de canales sin ser revisados son el resultado del nivel de producto óptimo menos las unidades promedio del nivel de producto corriente de la actividad; esto quiere decir que en promedio al área de empaque llega 8 unidades por minuto que si se multiplica por 60 nos daría un total de 480 unidades de canales con defecto por hora, lo que representa un 6% de la producción que se realiza por hora en la planta.

4.2 Fase 2. Identificación del principal error.

Teniendo como base la información recolectada en la primera fase del proyecto, se identifican los defectos hallados que en mayor medida están interviniendo en los niveles de pollo canal defectuoso, obteniendo como resultado (con una

cantidad de 3968 pollos en promedio) la presencia de pollo canal con pluma al finalizar el proceso de evisceración. Por medio del desarrollo de esta segunda fase del proyecto, se busca encontrar los errores que producen pollo canal con pluma y priorizarlos, esto se llevará a cabo por medio de la ejecución de un estudio de métodos y tiempos para la obtención de la información de los errores que se están presentando, y la realización de una espina de pescado y una matriz de priorización de los errores encontrados, para identificar el más importante de éstos sujeto a mejoras.

4.2.1 Paso 6: Identificación de los errores

Por medio de la metodología de observación directa, durante una jornada de trabajo en la que se maquilaron 53.314 aves, se pudo identificar la siguiente lista de errores potenciales, por cada subproceso:

Cuadro 15: Errores potenciales relacionados con cada uno de los subprocesos

Sub-proceso de escaldado: • Temperatura • Cantidad de pollos • Tiempo de escaldado • Cantidad de líquido en la caldera • Sumersión del pollo
Sub-proceso de desplume: • Tamaño del pollo. • Velocidad de dedos de desplumadora • Desgaste de dedos de desplumadora.
Sub-proceso de revisión pluma en cola y ala: • Instrumento de remoción de plumas • Intensidad del esfuerzo • Las jornadas laborales • La velocidad de la cadena vs capacidad de trabajo • Cansancio físico y mental • Revisión de un pollo canal más de una vez • Pollo canal sin ser revisado
Sub-proceso de revisión final:

- Intensidad del esfuerzo
- Las jornadas laborales
- La velocidad de la cadena vs capacidad de trabajo
- Cansancio físico y mental
- Revisión de un pollo canal más de una vez
- Pollo canal sin ser revisado

Fuente: Autores del proyecto

El cuadro 15 contiene la lista de los errores que podrían estar cometiéndose en cada uno de los subprocesos, permitiendo la presencia del defecto en el pollo canal. Sin embargo, posteriormente se analizará, de acuerdo con estándares más globales, los requerimientos de cada uno de los subprocesos, que de no cumplirse, también serían considerados como errores que producen la presencia del defecto.

4.2.2 Paso 7: Diseño de herramientas para estudio de métodos y tiempos.

En el transcurso del desarrollo de este proyecto se identificó que no es necesaria la elaboración de un estudio de métodos y tiempos, dado que los tiempos del proceso que se está evaluando en particular son definidos de antemano por la velocidad de la cadena. Las máquinas que operan en el proceso, también son programadas con dicha velocidad, mientras que el trabajo humano debe adaptarse a la misma, dando como consecuencia (asumiendo el perfecto funcionamiento de la maquinaria) que la mano de obra es la fuente más importante de los defectos y en especial del mayor defecto detectado en el producto final, como se demostrará en los pasos a continuación.

Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández y Pilar Baptista, en su obra “Metodología de la investigación” plantean que “En todo el proceso de análisis debemos tener en mente el planteamiento original del problema de investigación, no para “poner una camisa de fuerza” a nuestro análisis, sino con la finalidad de que no se nos olvide encontrar las respuestas que buscamos. Asimismo, recordemos que dicho planteamiento puede sufrir cambios o ajustes conforme avanza la investigación.”⁶⁵.

⁶⁵Sampieri Roberto, Fernández Carlos y Baptista Pilar. En: Metodología de la investigación, edición V, ISBN: 978-607-15-0291-9, p 479

Entonces, teniendo en mente el planteamiento del problema del presente trabajo enfocado en la disminución del pollo canal defectuoso, un estudio de métodos y tiempos no sería de relevante importancia en función también del cumplimiento del objetivo principal planteado.

4.2.3 Paso 8: Recolección de datos.

Dado que se modifica el planteamiento propuesto inicialmente, la recolección de datos que se realizó, corresponde a la premuestra que se hizo en una fase inicial del proyecto, para luego realizarse el muestreo adecuado del estudio de métodos y tiempos, datos que aun cuando no se realiza dicho estudio, han sido fundamentales como base de información para el desarrollo del presente trabajo (ver Anexo M).

En el libro “Metodología de la investigación”, anteriormente citado, los autores refieren que “debemos insistir en que tanto en el proceso cuantitativo como el cualitativo es posible regresar a una etapa previa. Asimismo, el planteamiento siempre es susceptible de modificarse...”⁶⁶

4.2.4 Paso 9: Escoger la causa principal.

Para ejecutar este paso entramos a alizar cada uno de los subprocesos que se relacionan con la presencia del defecto, de estos se realizó un estudio basada en las formas adecuadas de ejecutar dichos subprocesos y de los requerimientos ideales que se necesitan para ejecutar correctamente las actividades en estudio.

Requerimientos actividad escaldado:

De acuerdo con lo expuesto por el Ministerio de Salud de Colombia en su publicación⁶⁷, lo cual concuerda con lo dicho por el Ministerio de Agricultura de España⁶⁸ en su Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector Matadero y de los Transformados de Pollo y Gallina, sostienen que los requerimientos para el proceso de escaldado son la temperatura del agua de la caldera y el tiempo de escaldado, como se relaciona en la siguiente tabla:

⁶⁶ Ibid. 16p

⁶⁷ República de Colombia Ministerio de protección social. Resolución número 4287 del 2007. Disponible en:

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCIÓN%204287%20DE%202007.pdf

⁶⁸ Ministerio de medio ambiente; Ministerio de agricultura, pesca y alimentación de España. Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector Matadero y de los Transformados de Pollo y Gallina. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/industria-agroalimentaria/Guía_MTD_en_España_Transformado_pollo_y_gallina_tcm7-8219.pdf

Cuadro 16: Requerimientos para el proceso de escaldado según el Ministerio de agricultura de España en su Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector Matadero y de los Transformados de Pollo y Gallina.

Escaldado			
Tipo de escaldado	Temperatura	Tiempo	Comentarios
Aves acuáticas (muy duro)	160°-180° F	30-60 segundos	Necesario para aves acuáticas
Duro	138°-148° f	30-75 segundos	Remueve la primera cubierta de la piel
Tierra sin dueño	130°-138° F		Evítelo: caliente suficiente como para mantener la piel intacta, pero demasiado baja para remover la epidermis
Suave	123°-130° F	90-120 segundos	Mantiene la piel intacta
(Adaptada de Tañer, James Jerrel, 1970. Una caracterización de agua de desperdicio en la industria de procesamiento avícola. Tesis de Maestría, Universidad de Arkansas. P.20)			

Fuente: Tesis de Maestría, Universidad de Arkansas. P.20

En la tabla anterior se puede observar la relación de los distintos tipos de escaldado (dependiendo de las características del ave), los rangos de temperaturas y tiempo usados para cada uno de estos. Además, se encuentran los resultados de los procesos como está informado en la columna denominada "comentario". Para el caso de Avinsa s.a.s el tipo de escaldado usado corresponde a un escaldado tipo suave.

Requerimientos actividad desplume

- **Eficiencia de la máquina:** depende en gran medida del correcto funcionamiento de la máquina desplumadora. Por haberse tratado de una práctica en el área de producción de la planta en cuestión, la hoja de vida de la máquina desplumadora, en poder del área de mantenimiento, no nos pudo ser suministrada. Por lo tanto nos limitamos a sugerir el tratamiento básico para cualquier equipo o máquina, que incluye los tres tipos de mantenimientos: preventivo, correctivo y predictivo. También, adecuado y oportuno lavado y limpieza de esta.

- **Temperatura del agua de la desplumadora:** las condiciones para el desplume:

Tabla 8: Temperatura del agua de la máquina desplumadora.

Máquina	Desplumadora	Corbijones	Repasadora
Intervalo de temperatura del agua	65 a 70°C	65 a 79°C	40 a 50°C

Fuente: AVINSA (coordinador de área de colgado)

Se observa que la máquina desplumadora debe rociar agua que debe estar a una temperatura establecida en un intervalo de 65 a 70°C, el agua de la máquina de corbijones debe estar a una temperatura de entre 65 y 79°C y el agua de la máquina repasadora entre 40 y 50°C⁶⁹.

- **Relación entre la velocidad de la cadena y la de la máquina desplumadora:** Es de esperarse que esta relación sea directamente proporcional; dado que a medida que la cadena sea más rápida, menor sería el tiempo que permanecen las canales de pollo siendo operadas por la desplumadora, entonces necesitará que esta trabaje más rápido. Así entonces, a mayor velocidad de cadena, mayor velocidad de trabajo de la desplumadora

Requerimientos actividad revisión de pluma

- **Eficiencia de mano de obra,** en relación con el riesgo de que los operarios desarrollen desórdenes músculo-esqueléticos. Esta valoración se realiza a través del método JSI (ver Anexo H), por medio de un software en línea, evaluando los valores de seis variables o factores multiplicadores que finalmente proporcionan el nivel de riesgo del operario.

Los factores multiplicadores se definen en el Anexo J, donde además se describe los valores que toma cada uno y de qué manera afecta a la ecuación final que es el indicador JSI⁷⁰.

A continuación, se enuncian los factores multiplicadores junto con el valor de cada uno para la actividad de revisión de pluma:

⁶⁹ USPOULTRY, An Inside Look at U.S. Poultry Processing, 27 abr. 2015. [consulta 23-05-2016]. Disponible online: <https://www.youtube.com/watch?v=ZnRYi2ukzOs>

⁷⁰ DIEGO-MAS, JOSE ANTONIO. *Evaluación de la repetitividad de movimientos mediante el método JSI*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 23-05-2016]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/jsi/jsi-ayuda.php>

Cuadro 17: Factores multiplicadores para JSI para subproceso de revisión de pluma.

	Intensidad de esfuerzo IE	Velocidad de trabajo sw	Postura mano/muñeca HWP	Duración de la tarea por día DD	Duración del esfuerzo DE	Esfuerzos por minuto EM
Valores	1	2	1	1,5	3	3

Fuentes: Autores del proyecto.

Con los anteriores valores de los factores multiplicadores, el JSI de la actividad es de 13,5. Dado que los valores de JSI mayores que 7 traducen que la actividad evaluada es de alto riesgo; entonces la actividad de revisión de pluma en cola y ala se considera de alto riesgo para los operarios que la desarrollan.

Para que la tarea se considere “probablemente segura” con base en los estándares del este método, el JSI tendría que ser menor que 3. Este valor representaría que la actividad probablemente sea segura.

- **Cantidad de operarios:** Para el proceso ideal, que incluya la revisión de todas las canales de pollo procesadas y al ritmo de trabajo que se está llevando, se requiere de 4 personas para revisión de pluma en cola e igual cantidad de operarios para revisión de pluma en ala. Sin embargo, es probable que para disminuir el riesgo de los operarios de desarrollar desórdenes músculo-esqueléticos, entre otras medidas, se deba disminuir el ritmo de trabajo o, más bien, la velocidad de trabajo, desembocando en un inminente aumento de demanda de operarios para estos dos puntos de revisión.
- **Velocidad de la cadena:** La meta del área de producción de la planta es alcanzar la velocidad de cadena de 8.000 pollos por hora.

Requerimientos actividad de revisado final

- **Eficiencia de mano de obra,** relacionado con el riesgo de que los operarios desarrollen desórdenes músculo-esqueléticos. Los resultados de los factores multiplicadores para la actividad de revisión final (ver Anexo I)son:

Cuadro 18: Factores multiplicadores para JSI para subproceso de revisión final.

	Intensidad de esfuerzo IE	Velocidad de trabajo sw	Postura mano/muñeca HWP	Duración de la tarea por día DD	Duración del esfuerzo DE	Esfuerzos por minuto EM
Valores	1	1,5	1	1,5	2	3

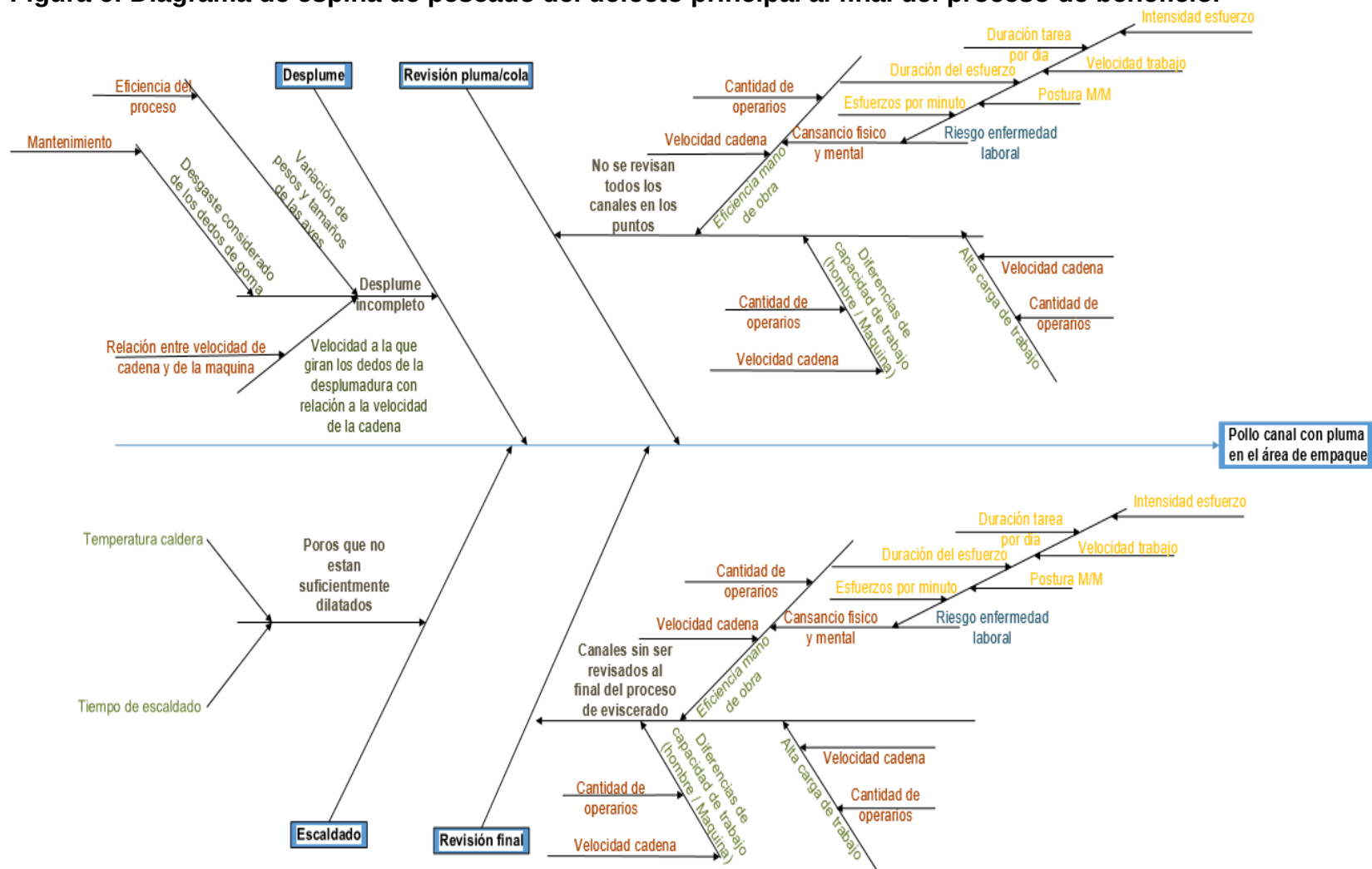
Fuentes: Autores del proyecto.

Entonces, el JSI de la actividad de revisión final es de 40,50. Sabiendo por el análisis realizado para la actividad anterior que los valores de JSI mayores que 7 equivale a que la actividad evaluada es de alto riesgo; entonces la actividad de revisión final es de alto riesgo.

- **Cantidad de operarios:** Siendo la velocidad de la cadena 7500 pollos por hora en el momento que se tomó la muestra y, siendo 32 la cantidad aproximada de canales revisadas por cada operario en el punto de revisión final. Entonces, se calcula que pasan por cada 30 segundos unos 33 canales al proceso de revisado final, cantidad que podría ser revisada por sólo dos operarios, de mantenerse el ritmo de trabajo
- **Velocidad de la cadena:** La meta del área de producción de la planta es alcanzar la velocidad de cadena de 8.000 pollos por hora.

Para poder escoger la causa principal del principal defecto del proceso productivo de Avinsa S.A.S, primero se elabora un diagrama de espina de pescado, con cada una de las actividades y sus requerimientos. Requerimientos que de no ser cumplidos traducirían en causas del defecto. Lo anterior, ya no con base en un estudio de métodos y tiempos; sino que con base en las observaciones y datos recolectados de ellas

Figura 6: Diagrama de espina de pescado del defecto principal al final del proceso de beneficio.



Fuente: Autores del proyecto

El diagrama de espina de pescado anterior, muestra que existen 11 requerimientos, a los cuales se les debe medir el nivel de cumplimiento. Dicha medición se expone en el siguiente cuadro, por medio del cálculo del desfase ($|Diferencia\ ND - NA|$) que existe entre el valor del nivel deseado de cada requerimiento y el valor de nivel actual del mismo.

Cuadro 19: Relación entre los requerimientos de las actividades involucradas en el defecto y su desfase.

Error	Sub-causa	Nivel deseado	Nivel actual	Valor del N deseado	Valor del N actual	Diferencia ND-NA
Poros que no están suficientemente dilatados	Temperatura del agua	50,5°C - 59°C	54,5°C - 56,1°C	Entre 50,5°C y 59°C	Entre 50,5°C y 59°C	0
	Tiempo de escaldado	90 - 120 segundos	96 s	Entre 90 y 120 s	Entre 90 y 120 s	0
Desplume incompleto	Desgaste de dedos desplumadora	Especificaciones de máquina	No hay información	No se puede medir	No se puede medir	
	Relación vel cadena/vel máquina	Directamente proporcional	Directamente proporcional	Directamente proporcional	Directamente proporcional	0
	Variación de peso de las aves	2250gr – 2700gr	2250gr – 2700gr	Entre 2250gr y 2700gr	Entre 2250gr y 2700gr	0
No se revisan todas las canales en cola y ala	Eficiencia de mano de obra	Menor que 3	13,5	2,9 = 100%	13,5 = 465,5%	3,655
	Relación capacidad de trabajo hombre vs máquina	130 canales/minuto	62 canales/minuto	130 = 100%	62 = 47,7%	0,52
	Intensidad del esfuerzo	1	1	10%	10%	0
Canales sin ser revisados al final del área de evisceración	Eficiencia de mano de obra	Menor que 3	40,5	2,9 = 100%	40,5 = 1396%	12,96
	Relación capacidad de trabajo hombre vs máquina	130 canales/minuto	192 canales/minuto	130 = 100%	192 = 147,7%	0,48

o	Intensidad del esfuerzo	1	3	10%	20%	0,1
---	-------------------------	---	---	-----	-----	-----

Fuente: Autores del proyecto.

Para el análisis de la sub-causa “desgaste de dedos desplumadora”, no se cuenta con suficiente información que permita medir los niveles óptimo y actual, por lo tanto, no se puede asegurar que la actividad de desplume realmente cumple con los niveles esperados. Se evidencia en la tabla que las sub-causas del error “poros que no se encuentran suficientemente dilatados”, cumplen con los niveles esperados.

PRIORIZACIÓN DE LOS ERRORES

Cada una de las actividades se relaciona con una causa del defecto; por causa del incumplimiento de uno o más requerimientos. Por medio de la matriz multicriterio de priorización que se presenta a continuación, ayudará a determinar cuál es el primer error que debe ser corregido.

Se presentan los requerimientos en la tercera columna de la matriz, como las alternativas que se tienen susceptibles de mejora además de los criterios para ser evaluadas dichas alternativas y escoger entonces cuál es el principal requerimiento a mejorar.

Los valores que cada requerimiento toma con respecto a cada uno de los criterios se definen de acuerdo con la importancia y/o aceptación que tiene cada criterio sobre los requerimientos y se asignan de acuerdo con la siguiente escala:

- 1: ninguna importancia
- 3: Poca importancia
- 5: Mediana importancia
- 7: Considerable importancia
- 9: Alta importancia

Cuadro 20: matriz multicriterio de priorización de los errores de las actividades.

Actividad	Error	Requerimientos	CRITERIOS			Suma	Prioridad
			Susceptible de mejoras	Desfase	Eficiencia del puesto de trabajo		
Revisión de pluma en cola y ala	No se revisan todas la canales en los puntos de R cola y ala	Eficiencia de mano de obra (R pluma)	5	9	5	19	2
		Relación capacidad de trabajo hombre vs máquina	3	7	5	15	4
		Intensidad del esfuerzo	1	1	5	7	6
Revisión final	Canales sin revisar al final del área de eviscerado	Eficiencia de mano de obra (R final)	7	9	5	21	1
		Relación capacidad de trabajo hombre vs máquina	5	7	5	17	3
		Intensidad del esfuerzo	3	3	3	9	5

Fuente: Autores del proyecto.

La matriz de priorización deja en evidencia que el principal error que debe ser corregido para disminuir la presencia del pollo canal con pluma al final del proceso de eviscerado en la planta de Avinsa S.A.S. es “canales sin revisar al final del área de eviscerado”, por causa de baja “eficiencia de mano de obra” de los operarios de la actividad de revisión final. La eficiencia de mano de obra es consecuencia de “cansancio físico y mental” de los operarios en este punto lo que a su vez es consecuencia de la exposición al “riesgo de enfermedad musculo-esquelética”, el cual se puede medir por medio de un indicador cuya interpretación se muestra en el siguiente tabla.

Tabla 9: Valor del indicador JSI.

Valor del indicador JSI	Riesgo de enfermedad musculoesquelética
≤ 3	Bajo riesgo (Tarea probablemente segura)
$3 < \text{o} < 7$	Riesgo medio
> 7	Riesgo alto (tarea probablemente peligrosa)

Fuente: Autores del proyecto

4.2.5 Paso 10: Métrico del objetivo específico 2.

El indicador que se crea para medir el cumplimiento del segundo objetivo específico se llama “índice de canales sin pluma al final del área de eviscerado”; y se calcula por medio de la siguiente fórmula:

Ecuación 4: Indicador de la incidencia del error sobre el defecto (IESD)

$$\text{IESD} = \frac{\# \text{ canales sin revisar al final del área de eviscerado}}{\# \text{ canales con pluma al final de área de eviscerado}} \quad (4)$$

Fuente: Autores del proyecto

La fórmula anterior se calcula con base en los datos recopilados en los resultados de la fase 1 del presente proyecto, aproximadamente 8 canales por minuto llegan al final del proceso de eviscerado con pluma; mientras que en total son procesados 125 canales por minuto. Luego la cantidad de canales sin pluma por minuto es de 117. Entonces:

$$\text{Incidencia del error sobre el defecto (actual)} = \frac{4}{8} \quad (5)$$

La incidencia del error sobre el defecto actualmente es de 0,5

Lo que indica que el 50% de los canales que pasan por el punto de revisión final no son revisados y en consecuencia, tampoco son reprocesados.

4.3 Fase 3. Propuesta de mejora.

Escogidas las causas con mayor incidencia sobre el defecto, se procede a realizar la/las propuestas de mejora; En esta fase, se proponen y exponen acciones que contrarresten o eliminen las fuentes de error. Además, se simulan los resultados por medio de un software especializado de datos con el fin de conocer los efectos de la implementación de éstas.

4.3.1 Paso 11: Análisis de las causas del error.

Por medio de la relación entre los requerimientos de las actividades involucradas en el defecto y su desfase que se realizó anteriormente (ver cuadro 19), se pudieron identificar las actividades que aportan en mayor medida a la presencia del defecto al final del proceso de eviscerado; estas actividades son dos:

- Revisión de pluma en ala y cola
- Revisión final

Dentro de estas actividades se presentan unos requerimientos que previamente ya se identificaron (ver paso 6); para estos requerimientos se realizó una tabla multicriterio de priorización (ver cuadro 20), con el fin de identificar cuál de estos estaban aportando más a la presencia del error.

De la tabla multicriterio de priorización se tiene para cada actividad las siguientes prioridades en los requerimientos; se unificaron las actividades debido a que estas presentan los mismos requerimientos para que sean efectuadas correctamente.

Cuadro 21: Análisis de las prioridades en los requerimientos de las actividades que inciden en mayor medida dentro del defecto.

Actividades	Requerimientos	Prioridad alta	Prioridad media	Prioridad baja
Revisión en pluma y ala; revisión final.	Eficiencia de mano de obra	X		
	Cantidad de operarios		X	
	Velocidad de cadena			X

Fuente: Autores del proyecto.

En el cuadro anterior se puede identificar que la prioridad es la baja eficiencia de la mano de obra dentro de estas dos actividades; los movimientos repetitivos, las altas velocidades, largas jornadas de trabajo y en general las condiciones de trabajo generan un esfuerzo y agotamiento significativo, que reduce la

productividad de los operarios, afectando así el rendimiento de dichas actividades; en segundo lugar, se encuentran las cantidades de operarios que efectúan dichas actividades; en ocasiones no llegan a ser los números de operarios óptimos para que se realice con mayor eficiencia la actividad, teniendo como punto de referencia las velocidades de las cadenas. Por último, se encuentra las velocidades de las cadenas; se debe tener presente que estas actividades son realizadas sólo con mano de obra, las cuales tienen una velocidad de trabajo significativamente baja con respecto a las velocidades de trabajo con las que operan las cadenas.

4.3.2 Paso 12: Elaboración de propuesta de mejora.

Para reducir o eliminar la presencia de pollo canal con plumas al final del área de eviscerado, se pretende aumentar la eficiencia de la mano de obra del personal de revisión de pluma y revisión final. Para esto, se expone dos propuestas a continuación:

Propuesta de mejora 1: Reorganizar las actividades del punto de revisión final. Esto es, que las 7 personas que realizan las tareas de revisión final, se ubiquen en dicho punto de revisión, al final del área de eviscerado. Así, se descuelgan todas las 125 canales por minuto de la cadena y cada uno de los 7 operarios de revisión, realiza un examen general uno por uno a los pollos canal, asegurando así que la totalidad de estos pasen a la siguiente área cumpliendo con los requisitos de calidad y también reduciendo la cantidad unidades que cada operario debe revisar.

Propuesta de mejora 2: Realizar una marca diferenciadora en los ganchos de la cadena del área de eviscerado, que permita que cada uno de los tres operarios de revisión final pueda distinguir las canales que debe revisar. De manera que, cada operario revise igual número de canales que los demás y a menor velocidad dado que, como se puede calcular con base en los datos expuestos en el ANEXO M, los operarios de revisión final revisan aproximadamente 65 canales por minuto; con la implementación de dicha mejora, cada operario deberá revisar aproximadamente 42 canales por minuto. Por lo anterior, dado que la velocidad de revisión es menor, se espera que los operarios puedan revisar todas las canales que les corresponden, evitando que algunas canales sean revisadas en más de una oportunidad y que otras sean omitidas.

4.3.3 Paso 13: Identificación de variables.

Con el fin de desarrollar la simulación de las anteriores propuestas, se identifican las siguientes variables que inciden en los resultados a obtener de la actividad que se pretende mejorar.

Cuadro 22: Variables para la simulación

Variable	Valor (unidad)
Tiempo de revisión	0,92 (segundos)
Tiempo de colgado	1,12 (segundos)
Cantidad de canales que requieren reproceso completo	9,87 (canales/minuto)
Tiempo de reproceso canales enfermos	20,16 (segundos)
Cantidad de canal con pluma al final de la cadena por	8 (canales/minuto)
Tiempo de reproceso de pluma	1,2 (segundos)
Cantidad canales que llegan con pluma a revisión final	17 (canales/minuto)

Fuente: Autores del proyecto.

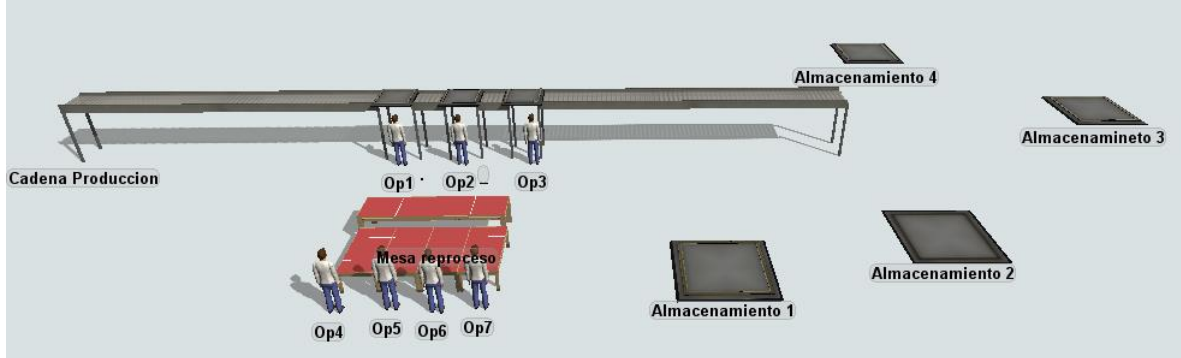
4.3.4 Paso 14: Simulación de propuestas de mejora.

Para poder conocer los resultados que se obtendrían de la aplicación de las propuestas, se simuló cada una de estas y también el escenario inicial del proceso, por medio de un software llamado FlexSim.

Situación actual

A continuación, se puede observar la estructura y organización actual del subproceso de revisión fina.

Figura 7. Organización del escenario actual



Fuente: Flexsim Simulation Software

En la figura anterior se identifica los puestos de trabajo del subproceso de revisión final (3 operarios) y el de reproceso de pollo enfermo de granja (4 operarios)

En el siguiente cuadro se identifican las condiciones de inicio del escenario actual

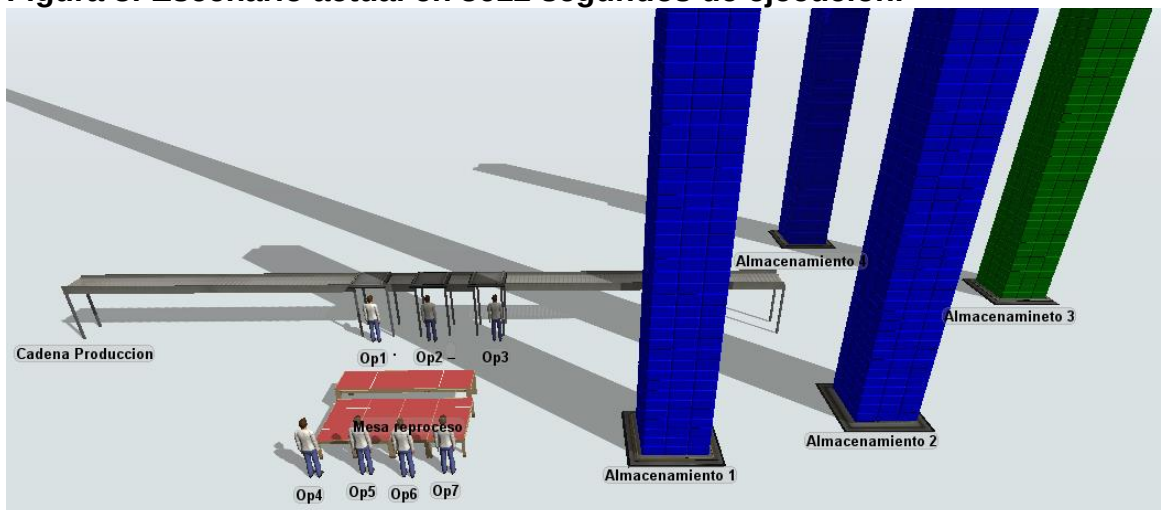
Cuadro 23: Condiciones de inicio del escenario actual

Condición	Valor (unidades)
Velocidad de cadena	Entre 7000 y 8000 (canales por hora)
Promedio de canales que llegan con pluma al punto de revisión final	17 canales / minuto
Promedio de canales que requieren reproceso completo	10 Canales/ minuto
Numero de operarios de revisión final	3 (operarios)

Fuente: Autores del proyecto

En la figura 8, se puede observar el resultado de la simulación de la situación actual del subproceso después de 3612 segundos de operación.

Figura 8: Escenario actual en 3612 segundos de ejecución.



Fuente: Flexsim Simulation Software

Luego de 3612 segundos de simulación, se generan cuatro tipos de resultado los cuales se llamaron almacenamiento y se explican en el siguiente cuadro.

Cuadro 24: Tipos de resultados al final del proceso de eviscerado (almacenamientos) para el escenario actual.

	Almacenamiento 1 (cantidad canales reprocesados y en óptimas condiciones al final del subproceso)	Almacenamiento 2 (cantidad de canales en óptimas condiciones que no necesitan reproceso)	Almacenamiento 3 (cantidad de canales sin revisar que pasan con pluma)	Almacenamiento 4 (cantidad de canales en óptimas condiciones que sólo necesitaron reprocesar pluma)
Cantidad de pollo canal almacenado	591	5795	526	586

Fuente: Flexsim Simulation Software

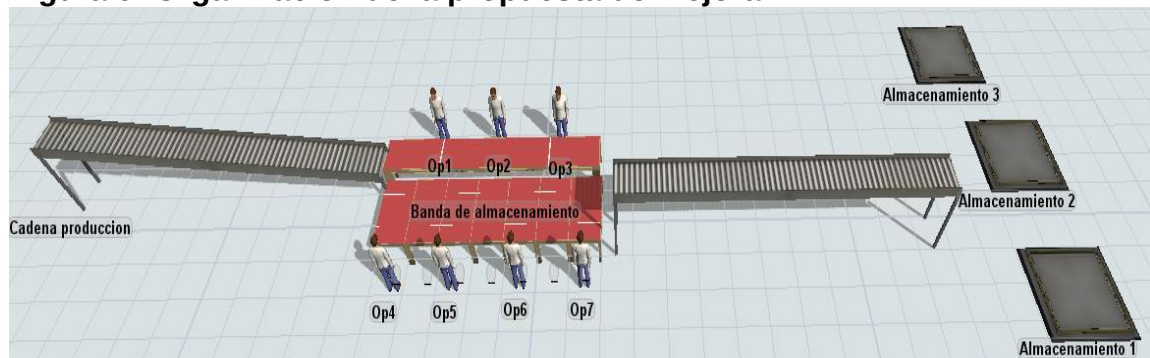
El total de canales en óptimas condiciones al final del proceso de eviscerado en el escenario actual después de 3612 segundos de proceso es de 5975 canales y el número de canales que continúan con presencia de pluma es de 526 canales.

Propuesta de mejora 1.

Reorganizar las actividades del punto de revisión final. Esto es, que las 7 personas que realizan las tareas de revisión final, se ubiquen en dicho punto de revisión, al final del área de eviscerado. Así, se descuelgan todas las 125 canales por minuto de la cadena y cada uno de los 7 operarios de revisión, realiza un examen general uno por uno a los pollos canal, asegurando así que la totalidad de estos pasen a la siguiente área cumpliendo con los requisitos de calidad y también reduciendo la cantidad unidades que cada operario debe revisar.

A continuación, se puede observar la estructura y organización de la propuesta de mejora 1 del subproceso de revisión fina.

Figura 9: Organización de la propuesta de mejora 1.



Fuente: Flexsim Simulation Software

En la figura anterior se identifica los puestos de trabajo del subproceso de revisión final y el de reproceso de pollo enfermo de granja unificados; En esta, los operarios deben revisar cada uno de los canales que se descuelgan de la cadena haciendo las tres revisiones respectivas; revisión básica (si no tiene ningún defecto), revisión media (remoción de plumas) y el reproceso por enfermedad de granja.

En el siguiente cuadro se identifican las condiciones de inicio del escenario actual

Cuadro 25: Condiciones de inicio de la propuesta 1

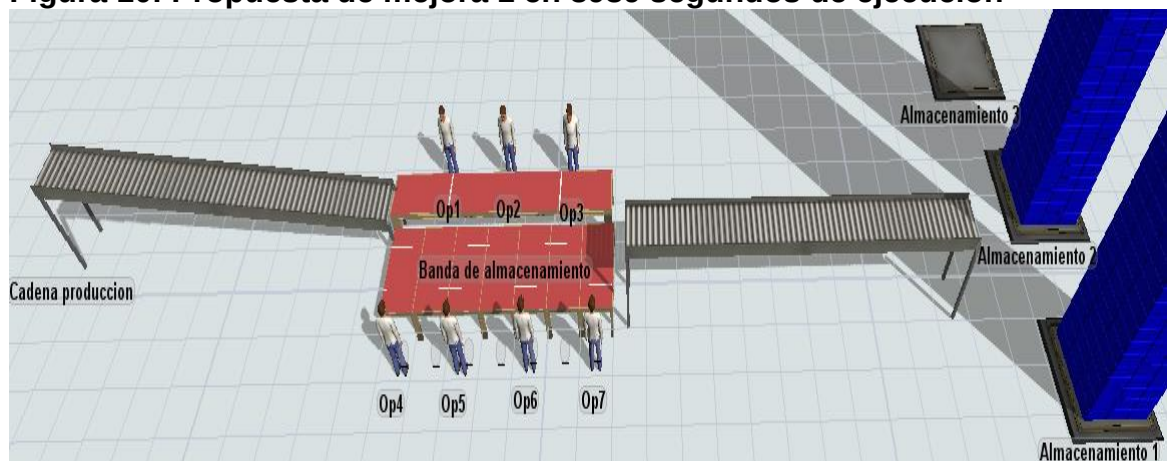
Condición	Valor (unidades)
Velocidad de cadena	Entre 7000 y 8000 (canales por hora)
Promedio de canales que llegan con pluma al punto de revisión final	17 canales / minuto

Promedio de canales que requieren reproceso completo	10 Canales/ minuto
Numero de operarios de revisión final	7 (operarios)

Fuente: Flexsim Simulation Software (mejora 1)

En la figura 10, se puede observar el resultado de la simulación de la mejora 1 del subproceso después de 3989 segundos de operación.

Figura 10: Propuesta de mejora 1 en 3989 segundos de ejecución



Fuente: Flexsim Simulation Software

Luego de 3989 segundos de simulación, se generan cuatro tipos de resultado los cuales se llamaron almacenamiento y se explican en el siguiente cuadro.

Cuadro 26: Tipos de resultados al final del proceso de eviscerado (almacenamientos) de la propuesta de mejora 1.

	Almacenamiento 1 (cantidad canales reprocesados y en óptimas condiciones al final del subproceso)	Almacenamiento 2 (cantidad de canales en óptimas condiciones que no necesitan reproceso)	Almacenamiento 3 (cantidad de canales sin revisar que pasan con pluma)
Cantidad de pollo canal almacenado	1552	6445	0

Fuente: Flexsim Simulation Software (mejora 1)

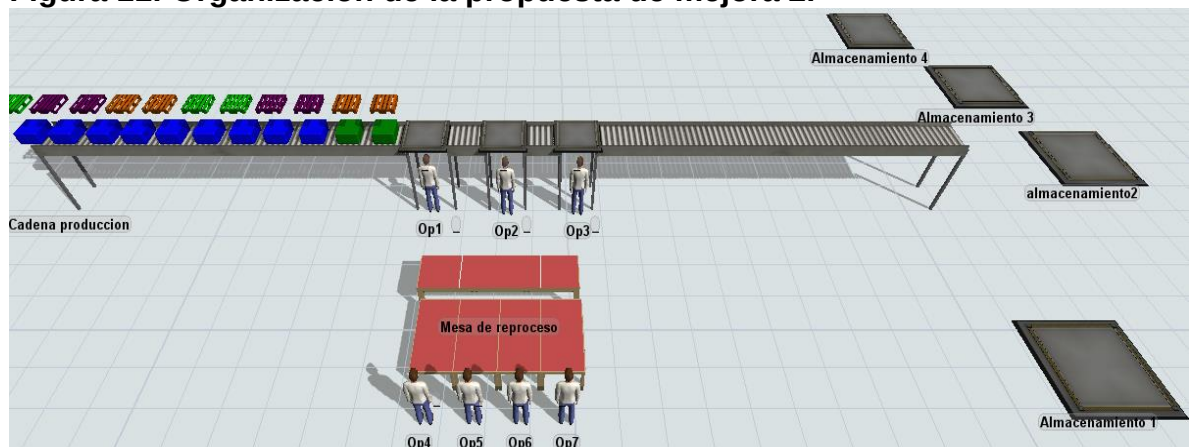
El total de canales en óptimas condiciones al final del proceso de eviscerado en la mejora 1 después de 3989 segundos de proceso es de 6445 canales y el número de canales que continúan con presencia de pluma es de 0 canales.

Propuesta de mejora 2.

Realizar una marca diferenciadora en los ganchos de la cadena del área de eviscerado, que permita que cada uno de los tres operarios de revisión final pueda distinguir las canales que debe revisar. De manera que, cada operario revise igual número de canales que los demás y a menor velocidad dado que, como se puede calcular con base en los datos expuestos en el ANEXO M, los operarios de revisión final revisan aproximadamente 65 canales por minuto; con la implementación de dicha mejora, cada operario deberá revisar aproximadamente 42 canales por minuto.

A continuación, se puede observar la estructura y organización de la propuesta de mejora 1 del subproceso de revisión fina.

Figura 11: Organización de la propuesta de mejora 2.



Fuente: Flexsim Simulation Software

En la figura anterior se identifica los puestos de trabajo del subproceso de revisión final (3 operarios) y el de reproceso de pollo enfermo de granja (4 operarios). En la primera tarea (revisión sobre la línea) los operarios deben revisar cada uno de los pares de ganchos marcados con 3 colores diferente; el color a revisar será dado previamente a comenzar la actividad; los canales enfermos granja serán descolgados de la cadena para ubicarlos en la mesa de reproceso; en la segunda tarea (reproceso pollo enfermo de granja) los operarios deben retirar del canal la o las partes que estén en mal estado.

En el siguiente cuadro se identifican las condiciones de inicio del escenario actual

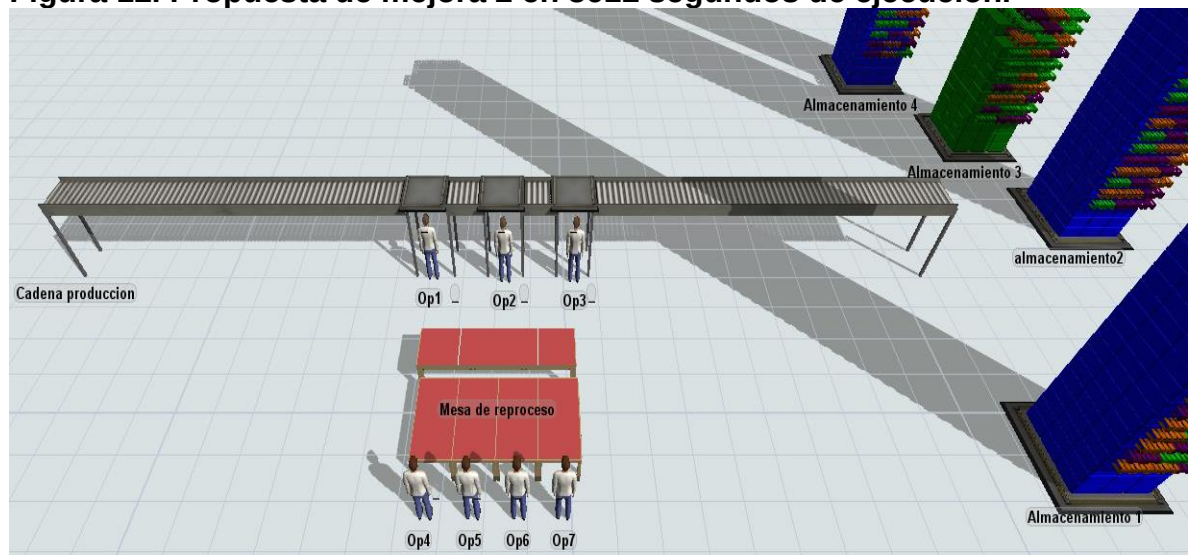
Cuadro 27: Condiciones de inicio de la propuesta 2.

Condición	Valor (unidades)
Velocidad de cadena	Entre 7000 y 8000 (canales por hora)
Promedio de canales que llegan con pluma al punto de revisión final	17 canales / minuto
Promedio de canales que requieren reproceso completo	10 Canales/ minuto
Numero de operarios de revisión final	3 (operarios)

Fuente: Flexsim Simulation Software (mejora 2)

En la figura 12, se puede observar el resultado de la simulación de la mejora 2 del subproceso después de 3612 segundos de operación.

Figura 12. Propuesta de mejora 2 en 3612 segundos de ejecución.



Fuente: Flexsim Simulation Software

Luego de 3612 segundos de simulación, se generan cuatro tipos de resultado los cuales se llamaron almacenamiento y se explican en el siguiente cuadro.

Cuadro 28: Tipos de resultados al final del proceso de eviscerado (almacenamientos) de la propuesta de mejora 2.

	Almacenamiento 1 (cantidad canales reprocesados y en óptimas condiciones al final del subproceso)	Almacenamiento 2 (cantidad de canales en óptimas condiciones que no necesitan reproceso)	Almacenamiento 3 (cantidad de canales sin revisar que pasan con pluma)	Almacenamiento 4 (cantidad de canales en óptimas condiciones que sólo necesitaron reprocesar pluma)
Cantidad de pollo canal almacenado	590	5796	94	1018

Fuente: Flexsim Simulation Software (mejora 2)

El total de canales en óptimas condiciones al final del proceso de eviscerado en la mejora 2 después de 3612 segundos de proceso es de 5796 canales y el número de canales que continúan con presencia de pluma es de 1018 canales.

Análisis de los resultados de los escenarios simulados.

A continuación, se relacionan los datos de tiempo de proceso, total de canales procesadas en el sub-proceso (revisión final), numero de operarios en acción, cantidad de canales con plumas al final del proceso de eviscerado, índice de riesgo de enfermedad laboral y cantidad de esfuerzos realizado arrojados por la simulación para los tres diferente escenarios

Cuadro 29: Relación de los datos de una hora de simulación para los tres escenarios

Análisis luego de una hora de simulación			
	Escenario actual	Escenario propuesta de mejora 1	Escenario propuesta de mejora 2
Tiempo de producción (segundos)	3612	3989	3612
Total de canales procesados	7498	7498	7498
Cantidad de operarios en acción	3	7	3
Cantidad de esfuerzos por operario	2500	1071	2500
Índice de riesgo de	40,5	9	27

enfermedad musculoesquelética (JSI)			
Cantidad de canales con pluma al final del área de eviscerado	526	0	94
Taza de llegada de pollo canal	7500 canales/hora	7500 canales/hora	7500 canales/hora
Taza de la operación	7500 canales/hora	6750 canales/hora	7500 canales/hora

Fuente: Autores del proyecto.

En cuadro anterior como se puede observar para el escenario de la propuesta de mejora 1 que se requiere que los operarios duren más tiempo para terminar la producción de una hora (377 s más) en relación con los escenario actual y el escenario propuesta de mejora 2 (3612 s), también, se identifica que para el escenario actual luego de una hora de simulación quedan al final del proceso de eviscerado 526 pollos canal con presencia de pluma, para el escenario de la propuesta de mejora 1 la cantidad de pollo canal con pluma se elimina y para el escenario de la propuesta de mejora 2 la cantidad de pollo canal con pluma al final del proceso de eviscerado se reduce a 94 pollos canal.

También se puede identificar que en el índice de riesgo de enfermedad musculoesquelética (JSI) el escenario que presenta menor riesgo es el de la propuesta de mejora 1 con un valor de 9 (ver anexo K), seguido del escenario de la propuesta de mejora 2 con un valor de 27 (ver anexo L). Por último, el escenario actual presenta un mayor riesgo de enfermedad musculoesquelética con un valor de JSI de 40.5 (ver anexo I)

4.3.5 Paso 15: Métrico del objetivo específico 3.

El métrico del objetivo específico 3 es un indicador que muestra la relación entre la cantidad de canales en óptimas condiciones al final del área de eviscerado con base en los resultados de las simulaciones de las dos propuestas de mejora; el valor de dicho indicador para el escenario actual será calculado a continuación, para permitir la comparación que facilite la toma de decisiones:

Formula 6: Índice de canales sin pluma al final del área de eviscerado en el escenario actual (ICSP)

$$\text{Índice de canales sin pluma al final del área de eviscerado} = \frac{\text{\# canales sin pluma al final del área de eviscerado}}{\text{\# canales procesados en el área de eviscerado}} \quad (6)$$

$$ICSP_{\text{(escenario actual)}} = \frac{697_2}{749_8} \quad (7)$$

$$ICSP_{\text{(escenario actual)}} = 0,9298 \quad (8)$$

Esto indica que en el escenario actual, el índice de canales sin pluma al final del área de eviscerado es del 92,98% de aves que se procesan.

Se calcula también el anterior índice con los resultados de la simulación de la propuesta de mejora 1:

Formula 9: Índice de canales sin pluma al final del área de eviscerado para la propuesta de mejora 1 (ICSP)

$$\frac{\text{Índice de canales sin pluma al final del área de eviscerado}_{\text{(propuesta de mejora 1)}}}{\text{Índice de canales sin pluma al final del área de eviscerado}_{\text{(propuesta de mejora 1)}}} = \frac{\text{\# canales sin pluma al final del área de eviscerado}_{\text{(propuesta de mejora 1)}}}{\text{\# canales procesados en el área de eviscerado}_{\text{(propuesta de mejora 1)}}} \quad (9)$$

Fuente: Autores del proyecto

$$ICSP_{\text{(propuesta mejora1)}} = \frac{749_8}{749_8} \quad (10)$$

$$ICSP_{\text{(propuesta mejora1)}} = 1 \quad (11)$$

Esto indica que para la propuesta de mejora 1 el índice de canales sin pluma al final del área de eviscerado sería del 100% de aves que se procesan. Superior en un 7,02% con respecto al escenario actual

De igual manera, se calcula el índice de canales sin pluma al final del área de eviscerado para la propuesta 2, con la siguiente fórmula:

Formula 12: Índice de canales sin pluma al final del área de eviscerado para la propuesta de mejora 2 (ICSP)

$$\frac{\text{Índice de canales sin pluma al final del área de eviscerado}_{\text{(propuesta de mejora 2)}}}{\text{Índice de canales sin pluma al final del área de eviscerado}_{\text{(propuesta de mejora 2)}}} = \frac{\text{\# canales sin pluma al final del área de eviscerado}_{\text{(propuesta de mejora 2)}}}{\text{\# canales procesados en el área de eviscerado}_{\text{(propuesta de mejora 2)}}} \quad (12)$$

Fuente: Autores del proyecto.

$$\text{ICSP}_{(\text{propuesta mejora 2})} = \frac{7404}{7498} \quad (13)$$

$$\text{ICSP}_{(\text{propuesta mejora 2})} = 0,9874 \quad (14)$$

Esto indica que para la propuesta de mejora 2 el índice de canales sin pluma al final del área de eviscerado sería del 98,74% de aves que entren al proceso. El incremento de este índice con respecto al mismo en las condiciones actuales es de 5,82% y con referencia al índice resultante de la implementación de la propuesta de mejora 1, el indicador de la propuesta de mejora 1 supera en 1,26% al de la propuesta de mejora 2.

Lo anterior se resume en:

Tabla 10: Comparación de los índices de canales sin pluma al final del área de eviscerado.

Escenario	Índice de canales sin pluma al final del área de eviscerado
Actual	92,94%
Mejora 1	100%
Mejora 2	98,74%

Fuente: Autores del proyecto.

5. CONCLUSIONES

- Se encuentra, por medio del cálculo de la eficiencia de la actividad de revisión final, que al final del proceso de eviscerado 8 de los aproximadamente 27 canales que llegan al punto de revisión final con presencia de pluma no son revisados y continúan presentando el defecto.
- Se identificaron cuatro causas directas que ocasionan la presencia de pollo canal con pluma al final del área de eviscerado del proceso productivo de la planta de beneficio de aves AVINSA S.A.S., que son: poros que no se encuentran suficientemente dilatados, desplume incompleto, no se revisan todas las canales en cola y ala; y canales sin ser revisadas al final del área de eviscerado. De estas causas, al ser evaluadas mediante una matriz de priorización, se encontró que la principal de ellas es que pasan canales sin ser revisados al final del área de eviscerado. Hallándose también que la principal sub-causa de dicha causa directa es la eficiencia de mano de obra, que se relaciona con el riesgo de enfermedad musculoesquelética que a su vez depende de seis factores multiplicadores de los cuales el más influyente sobre la eficiencia de mano de obra en el punto de revisión final, es la cantidad de esfuerzos por minuto que realiza el operario. Evidencia de lo anterior, es el valor del indicador de incidencia del error principal (que es “canales sin ser revisados al final del área de eviscerado”) sobre el defecto, que es igual al 50%.
- Se establecieron dos propuestas de mejora al subproceso de revisión final del proceso productivo de la planta de beneficio AVINSA S.A.S. La propuesta de mejora 1 consiste en reorganizar las actividades del punto de revisión final y la propuesta de mejora 2 hace referencia a realizar una marca diferenciadora en los ganchos de la cadena del área de eviscerado, que permita que cada uno de los tres operarios de revisión final pueda distinguir las canales que debe revisar. Al simular la implementación de cada una de las dos propuestas, se encontró que la cantidad de esfuerzos por minuto que realizarían los operarios de la actividad de revisión final al implementar la propuesta de mejora 1 es de 18 y al implementar la propuesta de mejora 2 es de 42.
- Se presenta la propuesta de mejora 1 como la más adecuada para ser implementada, dado que luego de ser simulados los resultados de esta, se obtiene que al final del proceso de eviscerado se elimina la presencia de pollo canal con pluma; que es el principal defecto que presenta el pollo canal en este punto. Lo anterior, se evidencia al comparar el índice de canales sin pluma al final del área de eviscerado actual (que es de 92,98%), con el mismo índice calculado con base en los resultados de la simulación de la propuesta de mejora 1 (que es 100%). Cuando se compara el mismo índice en las condiciones actuales con el índice de canales sin pluma al final del área de

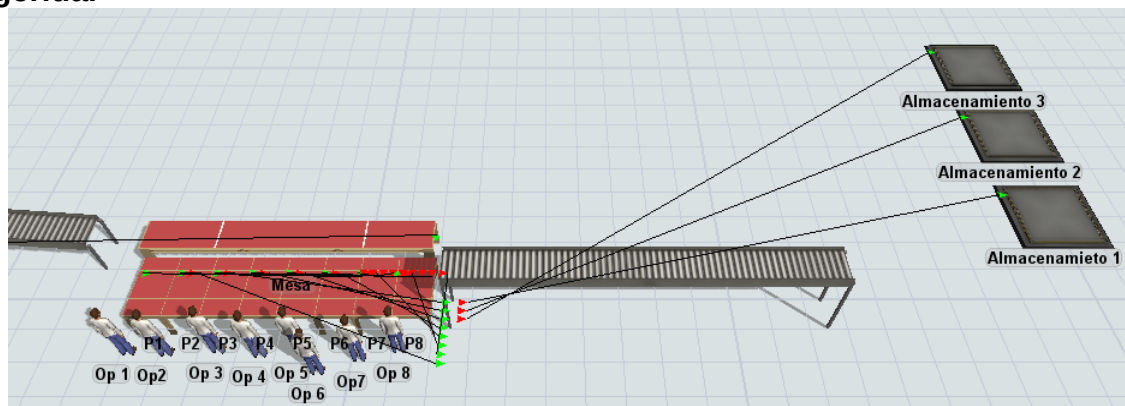
eviscerado de la propuesta de mejora 2 (que es de 98,74%), se evidencia que el incremento del mismo es mayor con la implementación de la propuesta de mejora 1.

6. RECOMENDACIONES

- Una vez consideradas y evaluadas las propuestas expuestas en este trabajo, y evidenciando que la implementación de la propuesta 1 reduciría más la cantidad de canales con presencia de pluma al final del área de eviscerado se concluyó que la propuesta de mejora 1, que cumple con el objetivo general propuesto, es la más conveniente de implementar; sin embargo, al revisar las adecuaciones físicas que requiere la planta para el desarrollo de dicha propuesta, se encuentra que se requiere una mesa cuyo costo es de \$ 1.057.000 (ver ANEXO N) con capacidad para almacenar 7.100 canales en el transcurso de una jornada del proceso y que además, la jornada de los operarios del nuevo punto de revisado final y reproceso se extendería una hora más, para terminar de revisar y reprocesar las canales que quedan en la mesa, lo que representa para AVINSA S.A.S., el pago diario de una hora extra nocturna a cada uno de los 7 operarios (\$35.191 diarios) que, tomando como base 26 días laborales al mes, representa un costo de \$914.965 mensuales. Por lo anterior, se sugiere contratar un operario más para el punto de revisado final y reproceso, contratación que tendría un costo de **\$ 1.841.390,32 mensual** (ver ANEXO P). Aun así, la capacidad de almacenamiento de la mesa de revisión final y reproceso aplicando la propuesta de mejora 1 con la recomendación, sería de 630 canales, cuyo costo sería de \$ 254.000 (ver ANEXO N). El costo de las dos propuestas de mejora y de la propuesta de mejora 1 con la recomendación se encuentra expuesta en el ANEXO O.

A continuación, en la figura 13 se muestra el escenario inicial de la propuesta de mejora 1, aplicando la recomendación.

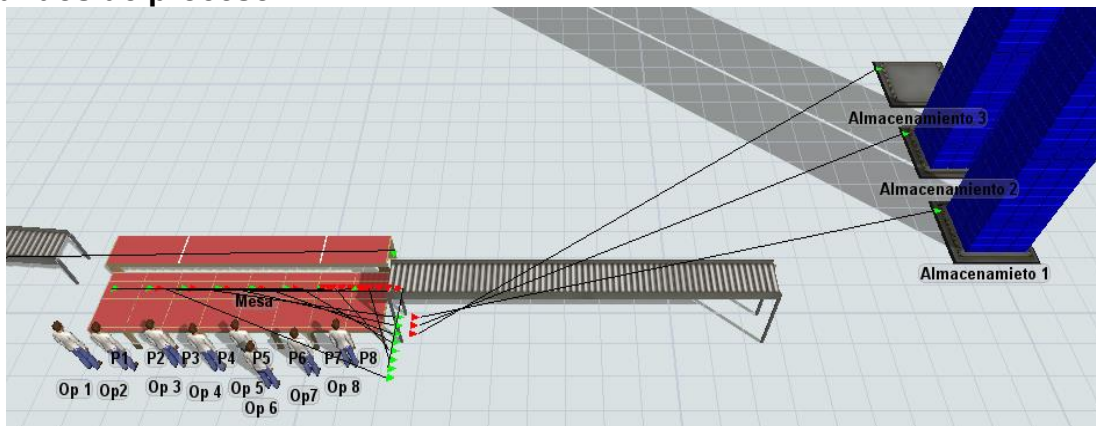
Figura 13: Organización de la propuesta de mejora 1 con la recomendación sugerida.



Fuente: Flexsim Simulation Software

En la figura 13 se aprecia la presencia de un octavo operario, que no sólo ayudará a reducir el requerimiento de una mesa con mayor capacidad de almacenamiento, sino que además aportará a la distribución de la carga de trabajo, por lo que más adelante se volverá a evaluar algunos indicadores al respecto. En la figura 14 se muestra el escenario de la propuesta de mejora 1 aplicando la recomendación propuesta, al final de aproximadamente una hora de proceso.

Figura 14. Propuesta de mejora 1 aplicando la recomendación luego de 3624 segundos de proceso



Fuente: Flexsim Simulation Software

Luego de 3624 segundos de simulación, se generan tres tipos de resultados los cuales se llamaron almacenamiento y se explican en el siguiente cuadro.

Cuadro 30: Tipos de resultados al final del proceso de eviscerado (almacenamientos) de la propuesta de mejora 1 aplicando la recomendación.

	Almacenamiento 1 (cantidad de canales en óptimas condiciones que no necesitan reproceso)	Almacenamiento 2 (cantidad canales reprocesados y en óptimas condiciones al final del subproceso)	Almacenamiento 3 (cantidad de canales sin revisar que pasan con pluma)
Cantidad de pollo canal almacenado	6445	1052	0

Fuente: Flexsim Simulation Software (mejora 3)

El total de canales en óptimas condiciones al final del proceso de eviscerado con la mejora 1 habiendo aplicado la recomendación sugerida, después de 3624

segundos de proceso es de 7497 canales no quedan canales con presencia de pluma.

La aplicación de la recomendación a la propuesta de mejora 1 también trae consigo cambios en los valores del indicador JSI y en especial, en la cantidad de esfuerzos por operario. A continuación, en el cuadro 31 se expondrán los valores para este último escenario, comparado con los anteriormente obtenidos de los demás escenarios analizados.

Cuadro 31: Relación de los datos de una hora de simulación para los cuatro escenarios simulados

Análisis luego de una hora de simulación

	Escenario actual	Escenario propuesta de mejora 1	Escenario propuesta de mejora 2	Escenario propuesta de mejora 1 aplicando la recomendación
Tiempo de producción (segundos)	3612	3989	3612	3624
Total de canales procesados	7498	7498	7498	7497
Numero de operarios en acción	3	7	3	8
Numero de esfuerzos por operario	2500	1071	2500	937
Índice de riesgo de enfermedad musculoesquelética (JSI)	40,5	9	27	6
Cantidad de canales con pluma al final del proceso de eviscerado	526	0	94	0
Taza de llegada de pollo canal	7500 canales/hora	7500 canales/hora	7500 canales/hora	7500 canales/hora
Taza de la operación	7500 canales/hora	6750 canales/hora	7500 canales/hora	7446 canales/hora

Fuente: Autores del proyecto.

En cuadro anterior como se puede observar para el escenario de la propuesta de mejora 1 aplicando la recomendación al igual que para el escenario de la propuesta de mejora 1 la cantidad de pollo canal con pluma se elimina También se puede identificar que en el índice de riesgo de enfermedad musculoesquelética (JSI) para la propuesta de mejora 1 aplicando la recomendación tiene un valor de 6 (ver anexo P) lo que mejora aún más los efectos de la implementación de la propuesta. Se presenta también en el ANEXO Q, un cuadro de los costos de cada una de las propuestas de mejora, para facilitar la toma de decisiones.

- Se propone también el siguiente plan de implementación de la propuesta de mejora 1.

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA 1 APLICANDO LA RECOMENDACIÓN

1. **Adecuación física del punto de revisión final.** Este punto requiere dos adecuaciones principales:
 - a. Una regla al nivel del TOBILLO DEL POLLO que desvíe los canales hasta sacarlos de los ganchos y hacerlos caer en el la mesa de reproceso.
 - b. Agrandar la mesa de reproceso, ya que no sólo se ubicarán 7 operarios allí, sino que además debe contar con una capacidad de almacenamiento de 630 canales.
2. **Estudio de métodos y tiempos.** Al acoger la propuesta de mejora 1, se entiende que las actividades que comprenden los subprocesos de revisión final y reproceso se unificarán en un solo subproceso nuevo (revisión final y reproceso). El desarrollo de un estudio de métodos y tiempos permitiría redefinir dichas actividades para reducir aún más los riesgos asociados a la naturaleza de las tareas de los operarios de este punto y optimizar el tiempo necesario para la realización de las actividades del nuevo punto de revisión final y reproceso.
3. **Formular objetivos e indicadores.** Por medio de los indicadores es posible evaluar durante el desarrollo de las pruebas piloto y la implementación plena de la mejora, la evolución de los resultados de la propuesta y el cumplimiento de los objetivos.
4. **Capacitación de los operarios del punto de revisión final y reproceso.** Programar una jornada de capacitación para los operarios del nuevo punto de revisión final y reproceso, para exponer a ellos la mejor forma de realizar las actividades del nuevo subproceso.
5. **Pruebas piloto.** Para ejecutar la transición, se sugiere realizar pruebas piloto poniendo en marcha las actividades del punto de revisión final y reproceso, siguiendo fielmente las recomendaciones de los capacitadores (paso 3) durante la primera hora de la jornada del día, durante los días,

incluso semanas que se consideren necesarios, e ir aumentando paulatinamente las horas diarias de aplicación de la mejora propuesta, hasta que se pueda evidenciar que se presenten los resultados esperados de la mejora.

6. **Evaluación de indicadores.** Se realiza la evaluación de la evolución de los resultados de los indicadores, para determinar en qué momento es oportuno poner en marcha plenamente la mejora.
7. **Puesta en marcha de la mejora.** Aplicar en pleno la mejora propuesta al proceso de producción de la planta de beneficio de aves AVINSA S.A.S.
8. **Evaluación constante de indicadores.** Los resultados de los indicadores y especialmente la comparación de los mismos, arrojan información sobre el cumplimiento o no de los objetivos propuestos de la implementación de la mejora. Por lo anterior, se sugiere realizar un estudio periódico sobre los resultados de dichos indicadores, que permitan verificar que la mejora está haciendo que el subproceso de revisión final y reproceso está siendo eficiente.
9. **Retroalimentación de la mejora implementada.** Con la evaluación periódica de los indicadores, es posible detectar nuevas oportunidades de mejora del subproceso de revisión final y reproceso. La retroalimentación también debe ser periódica y constante, para ofrecer al subproceso y al proceso en general mayor eficiencia en sus resultados. En este paso, de ser necesario se plantean y proponen nuevas mejoras al subproceso, con base en las necesidades que se vayan detectando a partir de la evaluación de los indicadores y de las observaciones que pueden ser realizadas por el coordinador del área de eviscerado, el líder de proceso de la planta o cualquier colaborador involucrado en el subproceso.

BIBLIOGRAFÍA

BANCO DE NORMAS MEXICANAS. 1992. Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-080-1992.PDF>

BENITEZ, E. S. *Mi tesis en 100 Días: Una guía didáctica e instructiva para el universitario exitoso*. Palibro. 2012

CARIBE, C. E. *Comision Económica para América Latina y el Caribe*. Obtenido de Comision Económica para América Latina y el Caribe. 1995. Disponible en: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/5/4435/indice.html>

CASTELLANOS, R. g., LAVIN, M. Y., & LORENZO, L. C. *Metodología de la investigación científica para las ciencias técnicas*. 2003.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE [CEPAL]. *Los sistemas de información y el desafío de los cambio globales*. 1995

FEDERACIÓN NACIONAL DE AVICULTORES DE COLOMBIA [FENAVI]. (C. P. pollo, Productor) 23 de 02 de 2015. Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2160&Itemid=556

FELD, W. M. *Lean manufacturing. Tools, Techniques ans how to use them*. 2000

GÓMEZ, D. G., & CALA, J. H. *Automatización y prueba de manipuladores industriales con cilindros naumáticos y ventosas utilizando controlador lógico programable*. 2013

HERNÁNDEZ, Á. V., & CERIO, F. J. *Optimizacion de la produccion de laterales Volkswagen*. 2011

HUBBS, D. P. *Lean manufacturing impletmentation. A clompete execution manual for any size manufactures*. J. Ross Publishing. 2003

MARIN, F., & DELGADO, J. *Las técnicas justo a tiempo y su repercusión en los sitemas de producción*. 2000

MARTÍNEZ, K. A., & MARTÍNEZ, J. E. *Análisis de dos metodologías para identificar el cuello de botella en procesos productivos*. Bucaramanga. 2012.

MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. *Plan Naciona de Salud Nacional*. Bogotá D.C. 2008-2012

MOJICA, A., & PAREDES, J. *Características del sector avícola colombiano y su reciente evolución en el departamento de Santander*. Colombia: Banco de la República. 2005

MORO, M. A. Métodos de trabajo. *Metodos de trabajo y control de tiempos en la ejecución de proyectos de edición*. 2011

NEMIÑA, R. *Reingeniería*. Santa Fe, Argentina: El cid editor. 2009.

O, M. A. Clusters, mercados de competencia imperfecta y autoorganización: la economía como un sistema complejo. *centro internacional de política económica*. 10 de 2013.

OLAZ, Á., & ORTIZ, P. *El clima laboral en la empresa familiar: un estudio empirico*. 2014.

OLIVA, J. D. (s.f). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Fundamento de administración:

http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/economicas/2006862/lecciones/capitulo%206/cap6_i.htm

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN [ISO]. *Manuel de calidad. ISO 2008*. Bogotá D.C: El instituto. 2012

SECRETARIA DISTRITAL DE SALUD DE BOGOTÁ. (s.f). *Direccion de salud publica*. Disponible en:

<http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Protocolos%20de%20Vigilancia%20en%20Salud%20Publica/Plantas%20de%20Sacrificio%20de%20Aves.pdf>

TRISCHLER, W. (). *Mejora del valor añadido en los procesos*. Barcelona: Gestión 2000. 1998.

URIBE, E. G., MARTÍNEZ, A. S., VIVEROS, N. C., & MIRANDA, M. M. *Desarrollo y competitividad de los sectores económicos en México*. México: Centro de investigaciones sociales. 2013.

VARGAS, A. D., & CADENA, M. d. Desarrollo de un sistema para el control del proceso productivo de empresas embotelladoras de bebidas no alcohólicas. Aplicacion a un caso de estudio. 2007.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Disponible en: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/8/42728/lcw385e.pdf>

República de Colombia Ministerio de protección social. Disponible en:
https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCIÓN%204287%20DE%202007.pdf

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN DE ESPAÑA. Disponible en:
http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/industria-agroalimentaria/Guía_MTD_en_España_Transformado_pollo_y_gallina_tcm7-8219.pdf

SAMPIERI Roberto, Fernández Carlos y Baptista Pilar. En: Metodología de la investigación, edición V, ISBN: 978-607-15-0291-9, p 479

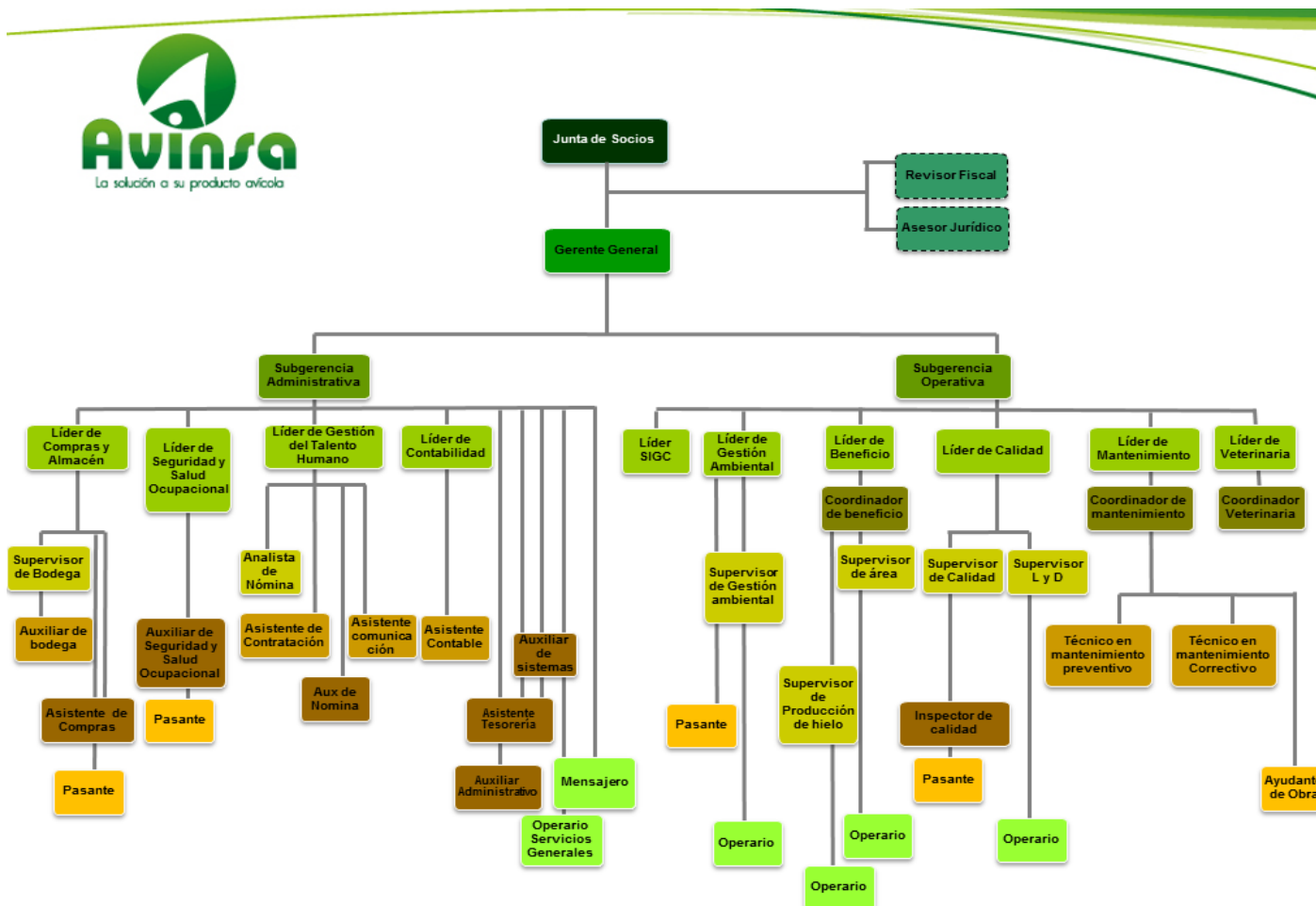
ANEXOS

ANEXO A Vista satelital de Avinsa S.A.S.



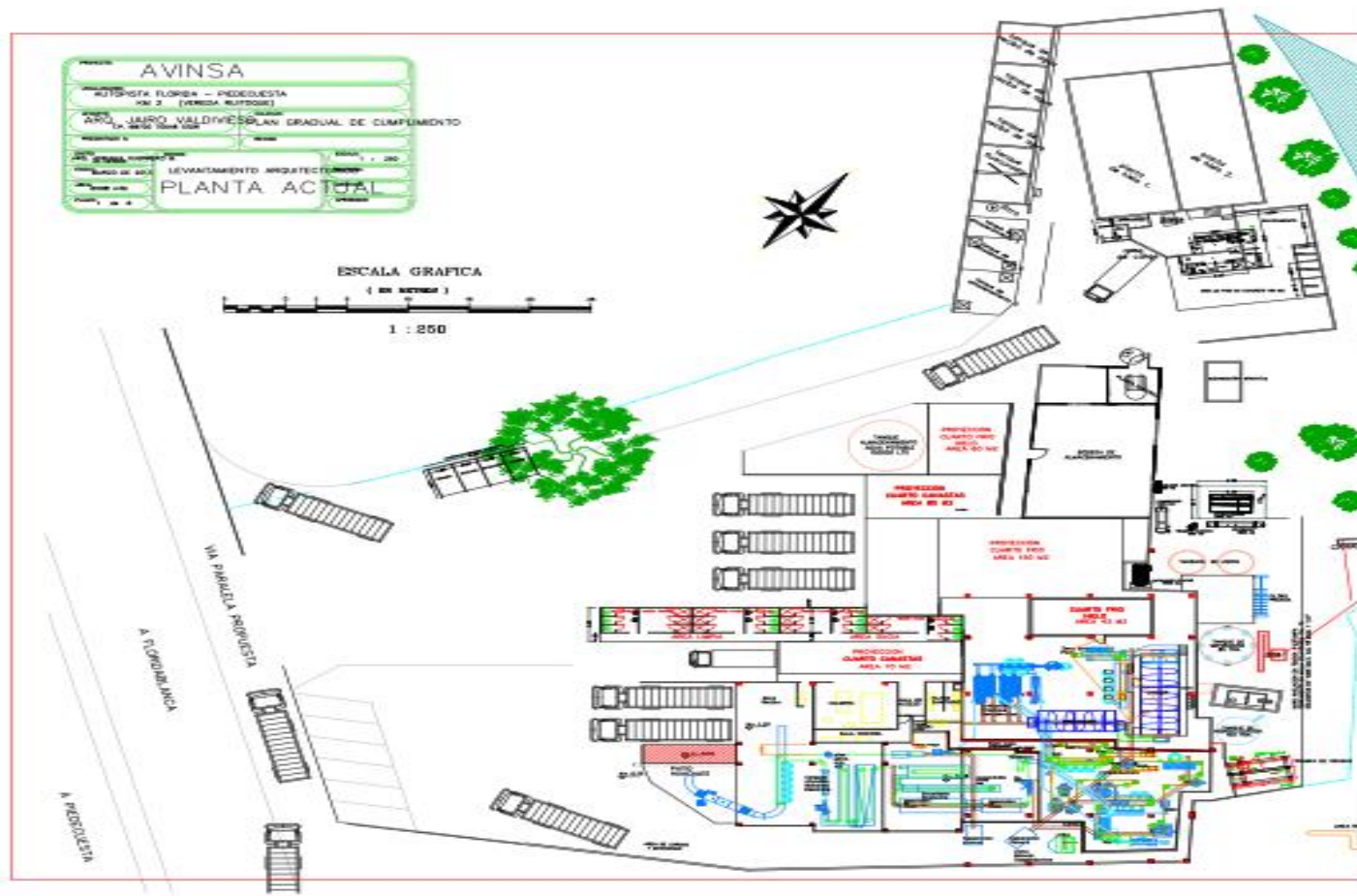
Fuente: Google Maps.

ANEXO B. Organigrama Avinsa S.A.S.



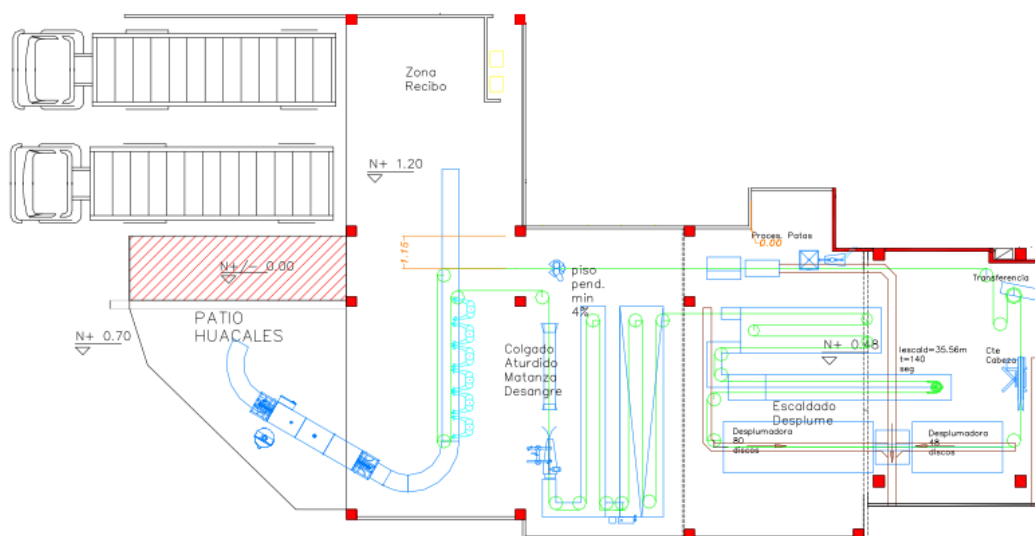
Fuente: Avinsa S.A.S.

ANEXO C. Plano de la planta de beneficio de Avinsa S.A.S.



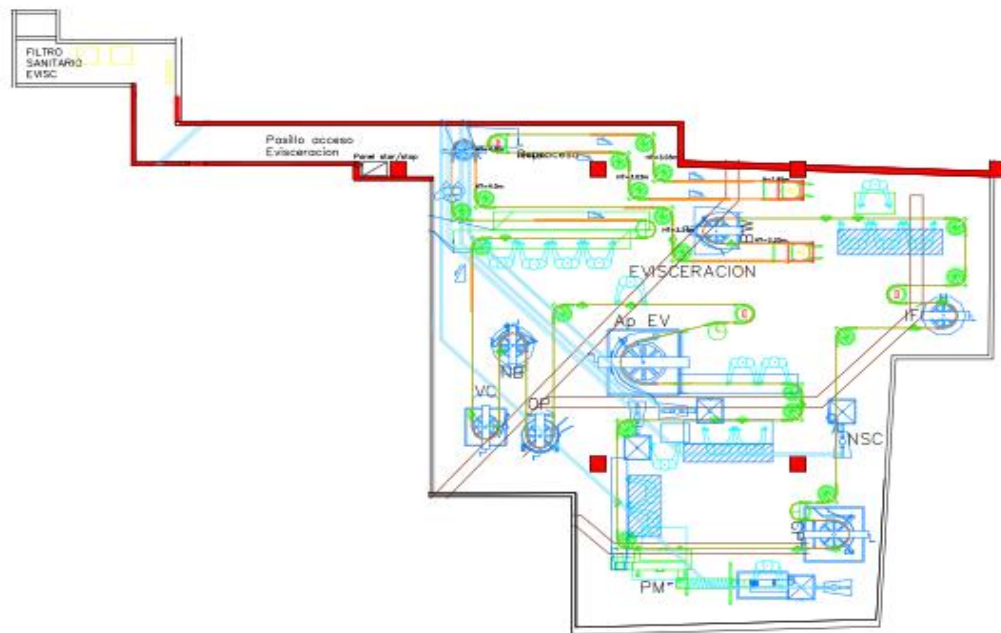
Fuente: Avinsa S.A.S.

ANEXO D. Plano área de colgado, planta de beneficio de Avinsa S.A.S.



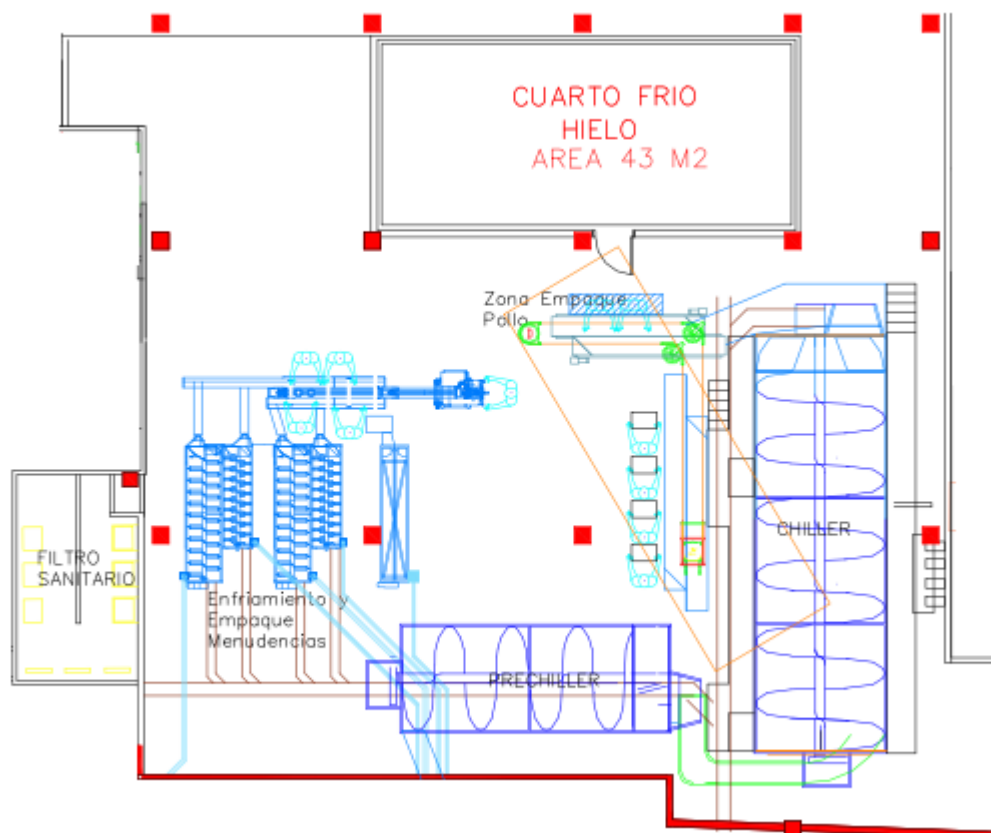
Fuente: Avinsa S.A.S.

ANEXO E. Plano area de eviscerado, planta de beneficio de Avinsa S.A.S.



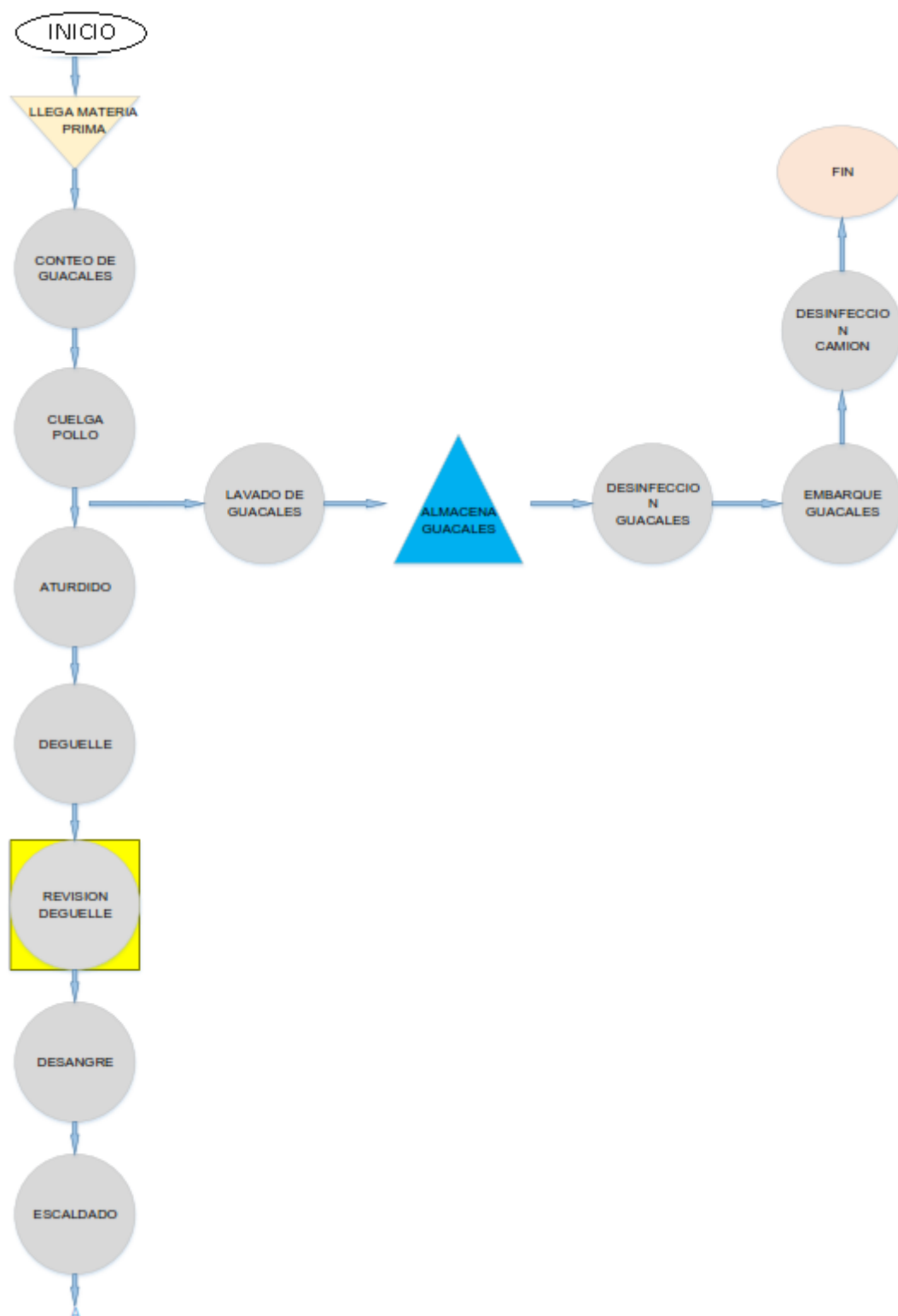
Fuente: Avinsa S.A.S.

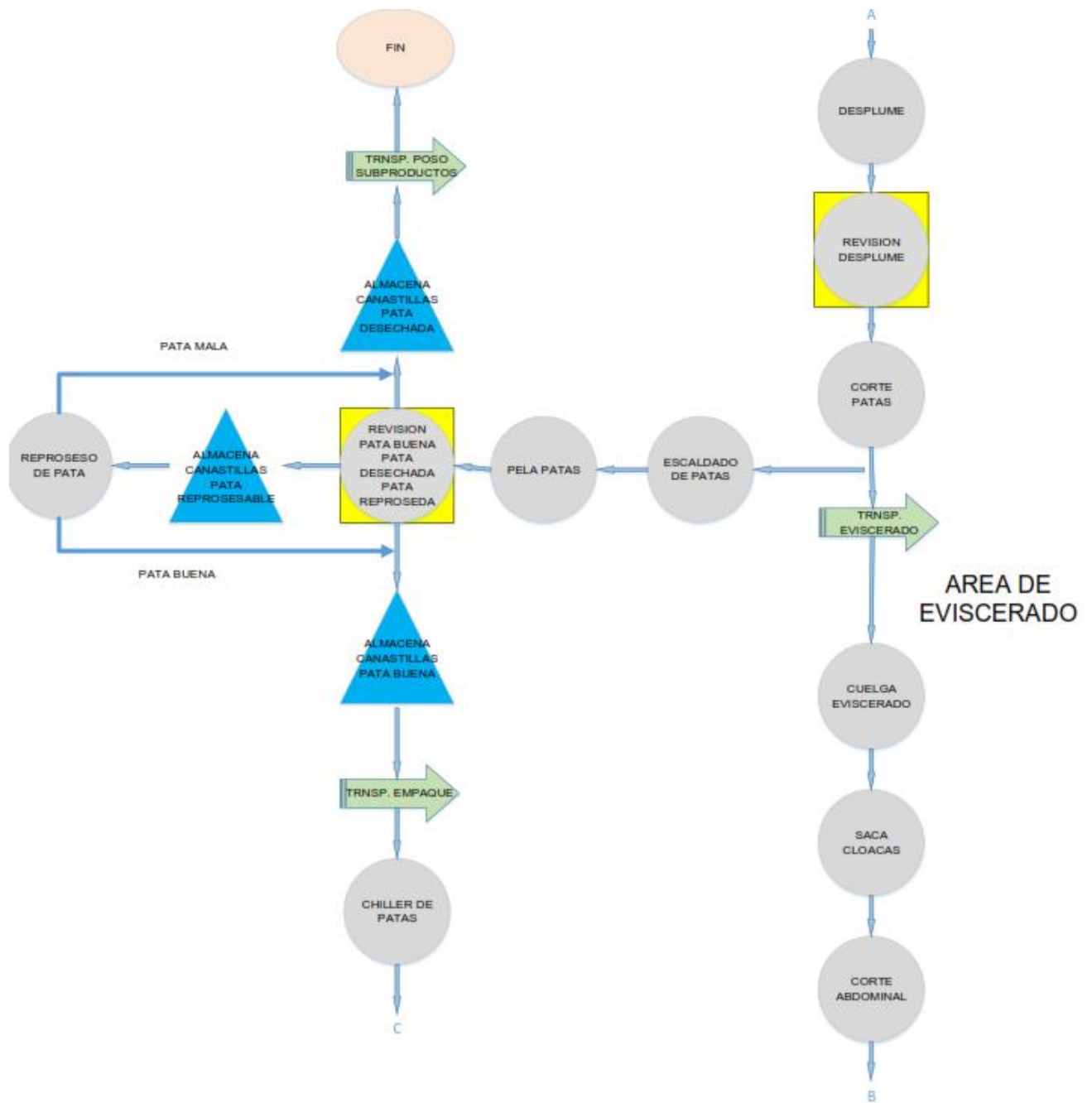
ANEXO F. Plano area de empaque, palnta de beneficio de Avinsa S.A.S.

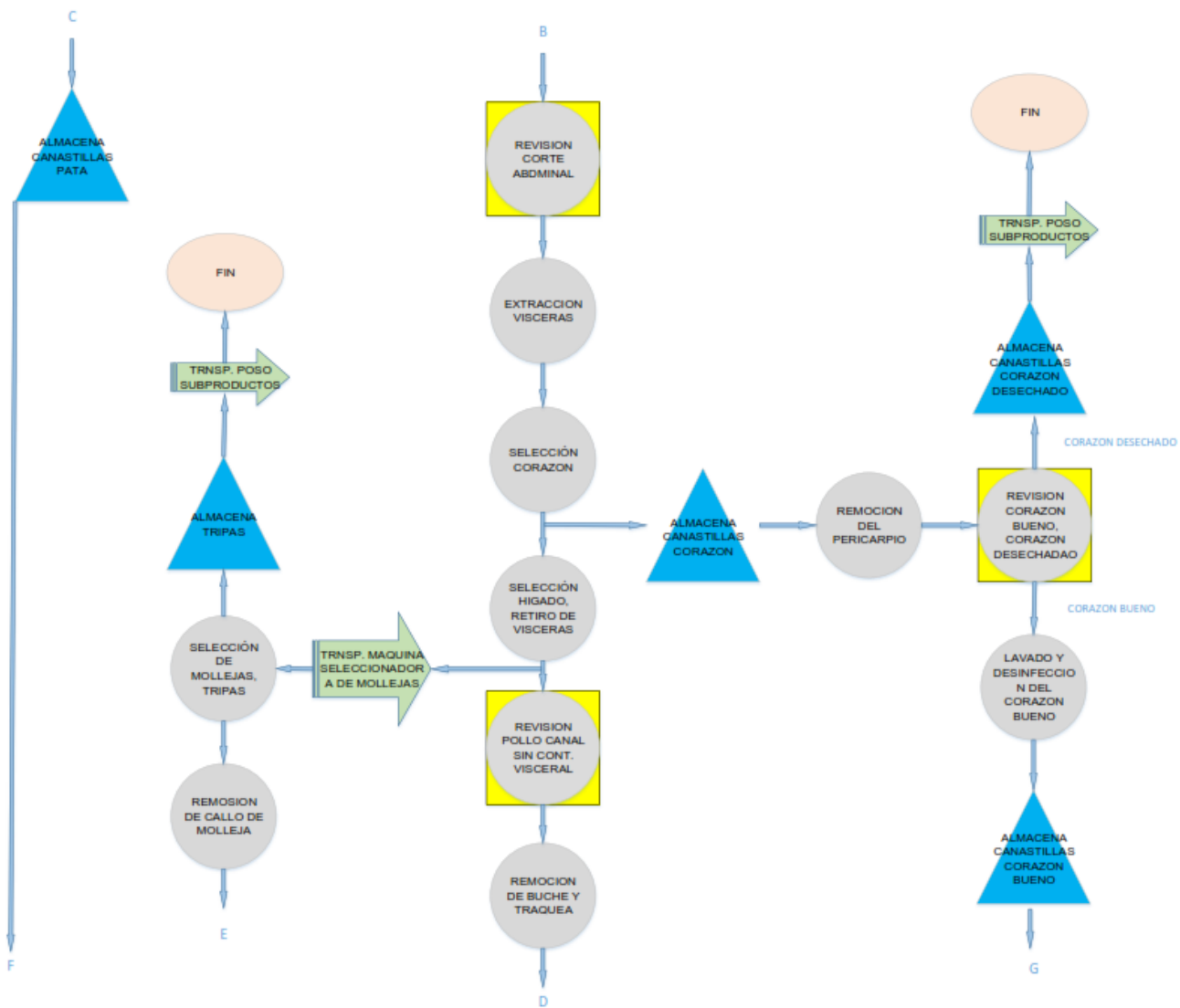


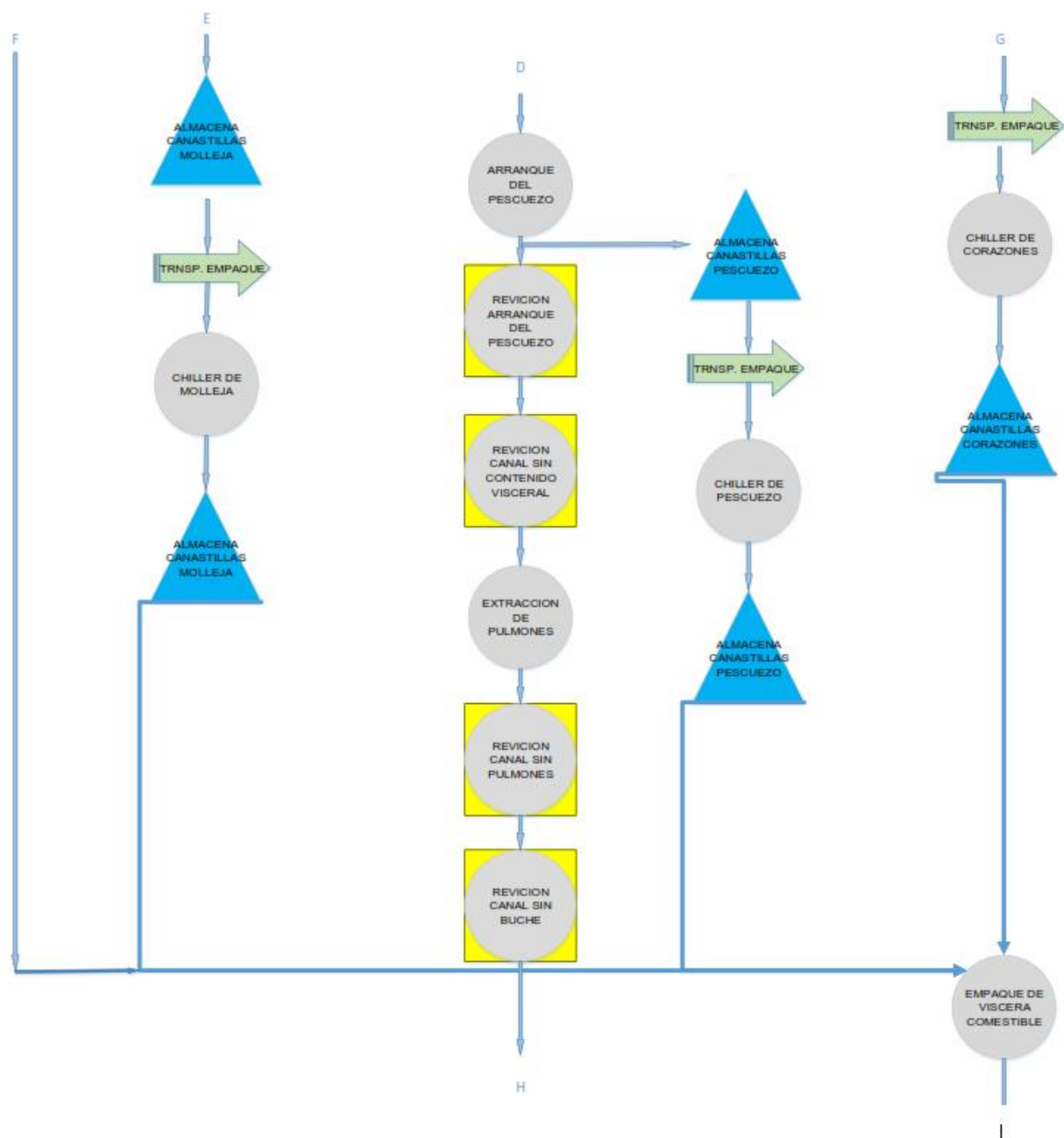
Fuente: Avinsa S.A.S.

ANEXO G. Diagrama de flujo de la planta de beneficio de Avinsa S.A.S.













ANEXO H. Resultados de los factores multiplicadores para la actividad de revisión ala y cola de la planta de beneficio de Avinsa S.A.S.

ergonautas.com



JSI (Job Strain Index)

Datos del puesto

Identificador del puesto	deOperarios de revisión de pluma
Descripción	Revisión de pluma en ala y cola
Empresa	Avinsa S.A.S.
Departamento/ Área	Producción
Sección	Colgado

Datos de la evaluación

Nombre del evaluador	Maura García Rey
Fecha de la evaluación	09 / 01 / 15

Datos del trabajador

Nombre del trabajador	Operario
Sexo	Hombre
Edad	30
Antigüedad en el puesto	4 años
Tiempo que ocupa el puesto por jornada	9 horas
Duración de la jornada laboral	9 horas

Observaciones

La duración de la jornada laboral es en promedio de 9 horas diarias. Los operarios tienen derecho a 15 minutos de descanso por cada 4 horas de trabajo; pero el software sólo permite indicar en la casilla de "Tiempo que ocupa el puesto por jornada" números enteros en horas.

JSI (Job Strain Index)**Datos introducidos****Intensidad del esfuerzo:**

estimación de la fuerza necesaria para realizar la tarea una vez:

Ligero

Velocidad de trabajo:

estimación de la velocidad con la que desempeña su tarea el trabajador:

Rápido

Postura mano/muñeca:

estimación de la posición del sistema mano/muñeca relativa a la posición neutra:

Buena

Duración de la tarea por día:

estimación de la fuerza necesaria para realizar la tarea una vez:

 ≥ 8 horas**Tiempo de observación:**

tiempo total durante el que se ha observado la tarea:

0 horas 00 minutos 30 segundos.

Duración de los esfuerzos:

duración acumulada de todos los esfuerzos percibidos durante la observación:

0 horas 00 minutos 22 segundos.

Número de esfuerzos:

número de esfuerzos realizados por el trabajador durante la observación:

14 esfuerzos

Resultados

El JSI de la tarea es: 13,50



El JSI es superior o igual a 7. La tarea es de alto riesgo para la salud del trabajador.

- Es conveniente disminuir la velocidad con la que el trabajador realiza la tarea.
- Es conveniente disminuir la duración de la tarea por día.
- Es conveniente disminuir la duración de los esfuerzos realizados por el trabajador.
- Es NECESARIO disminuir el número de esfuerzos por minuto realizados por el trabajador.

Valor de los factores de la ecuación

$$JSI = IE \cdot SW \cdot HWP \cdot DD \cdot DE \cdot EM$$

IE: Intensidad del esfuerzo	IE= 1	0	1	3	6	9	13
SW: Velocidad de trabajo	SW= 1,5	0	1	1,5	2		
HWP: Postura mano/muñeca	HWP= 1	0	0,5	1	1,5	2	3
DD: Duración de la tarea por día	DD= 1,5	0	0,5	0,75	1	1,5	
DE: Duración del esfuerzo	DE= 2	0	0,5	1	1,5	2	3
EM: Esfuerzos por minuto	EM= 3	0	0,5	1	1,5	2	3

Tiempos y esfuerzos

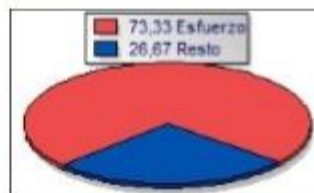
Tiempo de observación (minutos): 0,50

Duración de los esfuerzos (segundos): 0,37

Número de esfuerzos percibidos: 14

Número de esfuerzos medio por minuto: 28

Porcentaje de duración de los esfuerzos:



**ANEXO I. Resultados de los factores multiplicadores para la actividad de
revisión final de la planta de beneficio de Avinsa S.A.S.**

JSI (Job Strain Index)**Datos del puesto**

Identificador del puesto	Operarios de revisión final
Descripción	Revisar e identificar defectos, descolgar canales defectuoso
Empresa	Avinsa S.A.S.
Departamento/ Área	Producción
Sección	Eviscerado

Datos de la evaluación

Nombre del evaluador	Maura García Rey
Fecha de la evaluación	12 / 01 / 15

Datos del trabajador

Nombre del trabajador	Operario
Sexo	Mujer
Edad	32
Antigüedad en el puesto	6 meses
Tiempo que ocupa el puesto por jornada	9 horas
Duración de la jornada laboral	9 horas

Observaciones

La duración de la jornada laboral es en promedio de 9 horas diarias. Los operarios tienen derecho a 15 minutos de descanso por cada 4 horas de trabajo; pero el software sólo permite indicar en la casilla de "Tiempo que ocupa el puesto por jornada" números enteros en horas.

JSI (Job Strain Index)**Datos introducidos****Intensidad del esfuerzo:**

estimación de la fuerza necesaria para realizar la tarea una vez:

Un poco duro

Velocidad de trabajo:

estimación de la velocidad con la que desempeña su tarea el trabajador:

Rápido

Postura mano/muñeca:

estimación de la posición del sistema mano/muñeca relativa a la posición neutra:

Regular

Duración de la tarea por día:

estimación de la fuerza necesaria para realizar la tarea una vez:

 ≥ 4 h. y < 8 h.**Tiempo de observación:**

tiempo total durante el que se ha observado la tarea:

0 horas 00 minutos 30 segundos.

Duración de los esfuerzos:

duración acumulada de todos los esfuerzos percibidos durante la observación:

0 horas 00 minutos 20 segundos.

Número de esfuerzos:

número de esfuerzos realizados por el trabajador durante la observación:

32 esfuerzos

Resultados

El JSI de la tarea es: 40,50



El JSI es superior o igual a 7. La tarea es de alto riesgo para la salud del trabajador.

- Es conveniente disminuir la velocidad con la que el trabajador realiza la tarea.
- Es conveniente disminuir la duración de los esfuerzos realizados por el trabajador.
- Es NECESARIO disminuir el número de esfuerzos por minuto realizados por el trabajador.

Valor de los factores de la ecuación

$$JSI = IE \cdot SW \cdot HWP \cdot DD \cdot DE \cdot EM$$

IE: Intensidad del esfuerzo	IE= 3	0	1	3	6	9	13
SW: Velocidad de trabajo	SW= 1,5	0		1	1,5		2
HWP: Postura mano/muñeca	HWP= 1,5	0	0,5	1	1,5	2	3
DD: Duración de la tarea por día	DD= 1	0	0,5	0,75	1		1,5
DE: Duración del esfuerzo	DE= 2	0	0,5	1	1,5	2	3
EM: Esfuerzos por minuto	EM= 3	0	0,5	1	1,5	2	3

Tiempos y esfuerzos

Tiempo de observación (minutos):

0,50

Duración de los esfuerzos (segundos):

0,33

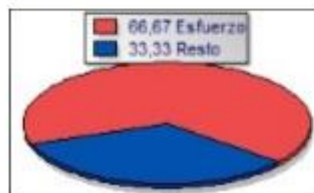
Número de esfuerzos percibidos:

32

Número de esfuerzos medio por minuto:

64

Porcentaje de duración de los esfuerzos:



ANEXO J. Descripción de los factores multiplicadores y su participación en el cálculo del indicador JSI

Intensidad del esfuerzo

Estimación cualitativa del esfuerzo necesario para realizar la tarea una vez.

En función del esfuerzo percibido por el evaluador se asignará la valoración según la tabla 1.

Intensidad del esfuerzo	%MS ²	EB ¹	Esfuerzo percibido	Valoración
Ligero	<10%	<=2	Escasamente perceptible, esfuerzo relajado	1
Un poco duro	10%-29%	3	Esfuerzo perceptible	2
Duro	30%-49%	4-5	Esfuerzo obvio; sin cambio en la expresión facial	3
Muy duro	50%-79%	6-7	Esfuerzo importante; cambios en la expresión facial	4
Cercano al máximo	>=80%	>7	Uso de los hombros o tronco para generar fuerzas	5

¹ Comparación con la escala de Borg CR-10

² Comparación con el porcentaje de la fuerza máxima (Maximal Strength)

Fuente: Moore, J.S. y Garg, A., 1995, The Strain Index: A proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56, pp 443-458.

Tabla 1: Intensidad del esfuerzo.

Duración del esfuerzo

Medición de la duración de los esfuerzos.

La duración del esfuerzo se calcula midiendo la duración de todos los esfuerzos realizados por el trabajador durante el periodo de observación (generalmente un ciclo de trabajo). Se debe calcular el porcentaje de duración del esfuerzo respecto al tiempo total de observación. Para ello se suma la duración de todos los esfuerzos y el valor obtenido se divide entre el tiempo total de observación. Finalmente se multiplica el resultado por 100.

Es necesario mantener la coherencia de las unidades de medida de tiempos.

$$\frac{\% \text{ duración del esfuerzo}}{100} * \text{duración de todos los esfuerzos} / \text{tiempo de observación} =$$

Una vez calculado el porcentaje de duración se obtendrá la valoración correspondiente mediante la tabla 2.

% Duración del esfuerzo	Valoración
<10%	1
10%-29%	2
30%-49%	3
50%-79%	4
80%-100%	5

Fuente: Moore, J.S. y Garg, A., 1995, The Strain Index: A proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56, pp 443-458.

Tabla 2: Porcentaje de duración del esfuerzo.

Esfuerzos por minuto

Frecuencia de los esfuerzos.

Los esfuerzos por minuto se calculan contando el número de esfuerzos que realiza el trabajador durante el tiempo de observación y dividiendo este valor por la duración del periodo de observación medido en minutos. Es frecuente que el tiempo de observación coincida con el tiempo de ciclo.

$$\frac{\text{Esfuerzos}}{\text{número de esfuerzos}} \text{ por } \frac{\text{minuto}}{\text{tiempo de observación (minutos)}} =$$

Una vez calculados los esfuerzos por minuto se obtendrá la valoración correspondiente mediante la tabla 3.

% Esfuerzos por minuto	Valoración
<4	1
4-8	2
9-14	3
15-19	4
>=20	5

Fuente: Moore, J.S. y Garg, A., 1995, The Strain Index: A proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56, pp 443-458.

Tabla 3: Esfuerzos por minuto.

Postura mano-muñeca

Estimación de la posición anatómica de la mano.

Se evalúa la desviación de la muñeca respecto de la posición neutra, tanto en flexión-extensión como en desviación lateral. En función de la posición de la muñeca percibida por el evaluador se asignará la valoración según la tabla 4.

Postura muñeca	Extensión	Flexión	Desviación	Postura percibida	Valoración
Muy buena	0°-10°	0°-5°	0°-10°	Perfectamente neutral	1
Buena	11°-25°	6°-15°	11°-15°	Cercana a la neutral	2
Regular	26°-40°	16°-30°	16°-20°	No neutral	3
Mala	41°-55°	31°-50°	21°-25°	Desviación importante	4
Muy mala	>55°	>50°	>25°	Desviación extrema	5

Fuente: Moore, J.S. y Garg, A., 1995, The Strain Index: A proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56, pp 443-458.

Tabla 4: Postura mano-muñeca.

Ritmo de trabajo	Comparación con MTM-1 ¹	Velocidad percibida	Valoración
Muy lento	<=80%	Ritmo extremadamente relajado	1
Lento	81%-90%	Ritmo lento	2
Regular	91%-100%	Velocidad de movimientos normal	3
Rápido	101%-115%	Ritmo impetuoso pero sostenible	4
Muy rápido	>115%	Ritmo impetuoso y prácticamente insostenible	5

Velocidad de trabajo

Estimación cualitativa de la velocidad con la que el trabajador realiza la tarea.

En función del ritmo de trabajo percibido por el evaluador se asignará la valoración según la tabla 5.

¹ Ritmo observado dividido por el ritmo predicho por MTM-1 y expresado como porcentaje

Fuente: Moore, J.S. y Garg, A., 1995, The Strain Index: A proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56, pp 443-458.

Tabla 5: Velocidad de trabajo.

Duración de la tarea por día

Tiempo de la jornada dedicado a la realización de la tarea.

Es el tiempo diario en horas que el trabajador dedica a la tarea específica analizada. La duración de la tarea por día puede ser medida directamente u

obtener la información del personal implicado. Conocida la duración se obtendrá la valoración correspondiente mediante la tabla 6.

Duración de la tarea por día en horas	Valoración
<1	1
1-2	2
2-4	3
4-8	4
>=8	5

Fuente: Moore, J.S. y Garg, A., 1995, The Strain Index: A proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56, pp 443-458.

Tabla 6: Duración de la tarea por día.

Calculo de los factores multiplicadores

Una vez establecida la valoración de las 6 variables puede determinarse el valor de los factores multiplicadores mediante las siguientes tablas.

Intensidad del esfuerzo

Valoración	IE
1	1
2	3
3	6
4	9
5	13

Esfuerzos por minuto

Valoración	EM
1	0,5
2	1

Valoración	EM
3	1,5
4	2
5	3

Velocidad de trabajo

Valoración	SW
1	1
2	1
3	1
4	1,5
5	2

% de duración del esfuerzo

Valoración	DE
1	0,5
2	1
3	1,5
4	2
5	3

% postura mano-muñeca

Valoración	HWP
1	1
2	1
3	1,5
4	2

Valoración	HWP
5	3

Duración por día

Valoración	DD
1	0,25
2	0,5
3	0,75
4	1
5	1,5

Cálculo del Strain Index

El Job Strain Index se calcula mediante la aplicación de la ecuación:

$$\text{JSI} = \text{IE} \times \text{DE} \times \text{EM} \times \text{HWP} \times \text{SW} \times \text{DD}$$

La ecuación es el producto de los 6 factores calculados mediante las tablas anteriores. Una vez calculada obtendremos el Job Strain Index cuya interpretación se realiza mediante el siguiente criterio:

Valores de JSI inferiores o iguales a 3 indican que la tarea es probablemente segura.

Puntuaciones superiores o iguales a 7 indican que la tarea es probablemente peligrosa.

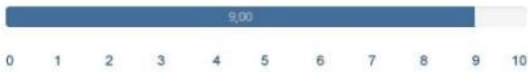
En general, puntuaciones superiores a 5 están asociadas a desórdenes músculo-esqueléticos de las extremidades superiores.

ANEXO K. Resultado JSI y factores multiplicadores para propuesta de mejora 1

Job Strain Index (JSI) de la tarea

El JSI de la tarea es

9,00



El JSI es superior o igual a 7. La tarea es de alto riesgo para la salud del trabajador.

Recomendaciones:

- Es conveniente disminuir la duración de la tarea por día.
- Es NECESARIO disminuir la duración de los esfuerzos realizados por el trabajador.
- Es conveniente disminuir el número de esfuerzos por minuto realizados por el trabajador.

Valor de los factores de la ecuación de cálculo ($JSI = IE \cdot SW \cdot HWP \cdot DD \cdot DE \cdot EM$)

IE: Intensidad del esfuerzo

IE = 1



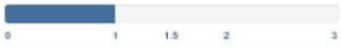
SW: Velocidad de trabajo

IE = 1



HWP: Postura mano/muñeca

IE = 1



DD: Duración de la tarea por día

DD = 1,5



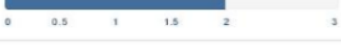
DE: Duración del esfuerzo

DE = 3



EM: Esfuerzos por minuto

EM = 2





Job Strain Index (JSI) de la tarea

El JSI de la tarea es

27,00

El JSI es superior o igual a 7. La tarea es de alto riesgo para la salud del trabajador.

Recomendaciones:

- Es conveniente disminuir la duración de los esfuerzos realizados por el trabajador.
- Es NECESARIO disminuir el número de esfuerzos por minuto realizados por el trabajador.

Valor de los factores de la ecuación de cálculo ($JSI = IE \cdot SW \cdot HWP \cdot DD \cdot DE \cdot EM$)

IE: Intensidad del esfuerzo

IE = 3

SW: Velocidad de trabajo

IE = 1

HWP: Postura mano/muñeca

IE = 1,5

DD: Duración de la tarea por día

DD = 1

DE: Duración del esfuerzo

DE = 2

EM: Esfuerzos por minuto

EM = 3

Tiempos y esfuerzos

Tiempo de observación (minutos) 0.50

Duración de los esfuerzos (minutos) 0.33

Número de esfuerzos percibidos 21

Número de esfuerzos medio por minuto 42

Porcentaje de duración de los esfuerzos

7500 CANALES POR HORA										
Número	COLGADO			ALIM BANDA DE HUACALES		REVISIÓN DE PLUMA EN COLA				
	Operario 1 (tiempo que demora en sacar un pollo y colgarlo en la cadena)	Operario 4 (tiempo que demora en sacar un pollo y colgarlo en la cadena)	Operario 7 (tiempo que demora en sacar un pollo y colgarlo en la cadena)	t POR HILERA (tiempo que demoran los operarios en pasar todos los huacales de una hilera a la banda)	t POR HUACAL (tiempo que dura un operario en sacar un huacal de su hilera y ponerlo en la banda)	CANALES REVISADOS	TOTAL CANALES	PORCENTAJE		
1	2,93	2,91	1,8	28,05	4,01	21	63	33,33%	36%	
2	4,19	3,29	2,33	38,01	5,43	19	63	30,16%		
3	2,93	2,34	2,03	28,82	4,12	22	63	34,92%		
4	3,04	3,69	2,94	35,77	5,11	22	61	36,07%		
5	4,44	4,44	1,98	38,47	5,50	24	62	38,71%		
6	4,36	3,3	2,69	28,55	4,08	25	62	40,32%		
7	3,41	3,05	5,72	31,89	4,56	22	62	35,48%		
8	3,22	3,03	1,8	39,38	5,63	22	61	36,07%		
9	6,72	3,34	2,39	29,16	4,17	15	63	23,81%	15%	
10	2,84	4,63	8,7	29,05	4,15	10	61	16,39%		
11	3,68	3,93	1,6	32,87	4,70	8	63	12,70%		
12	2,79	2,38	2,12	29,78	4,25	7	62	11,29%		
13	5,77	2,54	1,6	37,95	5,42	8	62	12,90%		
14	5,16	4,01	2,95	33,99	4,86	9	63	14,29%		
15	5,6	2,06	2,16	31,54	4,51	9	63	14,29%		
PROMEDIO	4,072	3,262666667	2,854	32,88533333	4,697904762	16,2	62,266667	26,05%		
7500 CANALES POR HORA										
MUESTRA										
REVISIÓN PLUMA EN ALA			TRANSFERENCIA		EXTRACCIÓN DE CORAZONES			EXTRACCIÓN PAQUETE VISCERAL		
CANALES REVISADOS	TOTAL CANALES	PORCENTAJE	MANO DERECHA	MANO IZQUIERDA	OPERARIO 1	OPERARIO 2	PASAN SIN PROCESAR	OPERARIO 1	OPERARIO 4	OPERARIO 7
17	63	26,98%	1,59	1,79	23	13	8	3,31	3,2	3,47
19	63	30,16%	1,97	2,23	21	20	2	3,79	6,13	4,72
15	63	23,81%	1,79	1,85	23	23	4	3,2	3,94	4,76
17	62	27,42%	2,97	2,52	24	13	0	2,87	2,96	5,05
13	63	20,63%	1,9	3,41	19	15	4	4,21	6,82	4,57
10	63	15,87%	1,91	2,4	23	12	0	3,45	3,5	5,05
12	62	19,35%	2,03	3,22	26	16	4	2,93	4,06	4,05
6	62	9,68%	2,35	2,35	20	18	1	3,41	3,59	8,12
13	62	20,97%	1,96	2,1	20	13	6	3,6	4,38	4,12
8	62	12,90%	2,01	1,8	22	23	1	3,28	4,45	8,58
6	63	9,52%	2,15	1,47	24	21	6	2,62	3,38	4,13
12	62	19,35%	1,86	3,14	21	15	1	3,61	1,86	5,97
10	62	16,13%	1,79	2,79	24	16	5	3,04	2,84	2,09
10	63	15,87%	1,72	2,4	23	12	3	3,16	2,87	3,34
12	62	19,35%	1,79	3,84	26	13	2	3,04	1,6	4,04
12	62,46666667	19,20%	0,993	1,2436667	22,6	16,2	3,133333333	3,301333333	3,705333333	4,804

7500 CANALES POR HORA									
REVISIÓN CANAL SIN VISCERAS		REVISIÓN CANAL SIN PULMONES		REVISIÓN CANAL FINAL (pluma)			REPROCESO		
MANO IZQUIERDA	MANO DERECHA	MANO IZQUIERDA	MANO DERECHA	MANO DERECHA	MANO IZQUIERDA	canales no revisados	t PROCESO OPERARIO 1	t PROCESO OPERARIO 2	# CANALES A REPROCESAR
25	30	18	21	3	0	2	23,71	11,79	6
25	28	20	24	2	2	0	28,35	7,29	3
30	29	19	21	2	1	4	16,91	11,41	5
29	29	21	22	1	2	3	18,83	8,22	5
29	27	21	24	0	0	3	13,22	8,83	5
31	27	21	23	2	1	2	15,06	18,48	3
32	28	20	20	1	2	3	13,91	5,41	6
25	27	21	23	2	0	3	13,43	7,15	6
31	28	20	23	2	0	2	10,51	13,51	4
31	28	19	20	3	1	1	12,47	9,39	3
30	28	21	22	2	2	0	23,9	5,9	5
32	29	21	20	2	1	1	7,35	8,91	5
30	29	21	21	3	2	1	23,4	7,71	4
32	28	21	18	2	0	0	7,51	16,43	9
32	25	22	22	1	1	2	10,29	5,55	5
28,8		21		1,866666667	1	1,8	25,65533333	14,66533333	4,933333333

ANEXO N. Resultado JSI y factores multiplicadores para propuesta de mejora 1 aplicando la recomendación sugerida

Job Strain Index (JSI) de la tarea

El JSI de la tarea es

6,00

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

El JSI es superior o igual a 5. La tarea no es segura. Algunos estudios afirman que esto puede resultar perjudicial para los segmentos distales de las extremidades superiores.

Recomendaciones:

- Es conveniente disminuir la duración de la tarea por día.
- Es conveniente disminuir la duración de los esfuerzos realizados por el trabajador.
- Es conveniente disminuir el número de esfuerzos por minuto realizados por el trabajador.

Valor de los factores de la ecuación de cálculo (JSI = IE · SW · HWP · DD · DE · EM)

IE: Intensidad del esfuerzo
IE = 1

0 1 3 6 9 13

SW: Velocidad de trabajo
IE = 1

0 1 1.5 2

HWP: Postura mano/muñeca
IE = 1

0 1 1.5 2 3

DD: Duración de la tarea por día
DD = 1,5

0 0.25 0.5 0.75 1 1.5

DE: Duración del esfuerzo
DE = 2

0 0.5 1 1.5 2 3

EM: Esfuerzos por minuto
EM = 2

0 0.5 1 1.5 2 3

Tiempos y esfuerzos

Tiempo de observación (minutos) 0,50

Duración de los esfuerzos (minutos) 0,33

Número de esfuerzos percibidos 8

Número de esfuerzos medio por minuto 16

Porcentaje de duración de los esfuerzos

66,67 Esfuerzo 33,33 Resto

ANEXO O. Costos de implementación de las mejoras propuestas al proceso productivo de la planta de beneficio de aves AVINSA S.A.S.

			Costo de implementación de la mejora	
Propuesta	Requerimientos	Valor	Costo inicial	Costo periódico (mensual)
Propuesta de mejora 1	Mesa de revisión y reproceso (1,22m x 17m)	\$1.057.000	\$4.320.000	
	Regla de desvío de canales	\$13.000		
	Mano de obra	\$3.250.000		
Propuesta de mejora 2	501 ganchos de colores	\$650.000	\$9.650.000	
	Mano de obra	\$9.000.000		
Propuesta de mejora 1 aplicando la recomendación	Mesa de revisión y reproceso (3m x 1,5m)	\$254.000	\$2.267.000	\$1.841.390
	Regla de desvío de canales	\$13.000		
	Mano de obra para instalación	\$2.000.000		
	Salario de operario adicional (por mes)	\$1.841.390		

ANEXO P. Liquidación mensual de un operario para el puesto de revisión final y reproceso de la planta de beneficio de aves AVINSA S.A.S.

Liquidación mensual del salario de un trabajador	
Descripción de valores a liquidar	Valor
3 Horas ordinarias (día)	\$ 8.618,19
5 H con recargo nocturno (por día)	\$ 19.390,90
2 H extras nocturnas (por día)	\$ 10.054,56
Valor día	\$ 38.063,65
valor 30 días	\$ 1.141.909,50
sub transporte	\$ 77.700,00
IBL	\$ 1.219.609,50
Cesantías	\$ 101.634,00
Prima de junio	\$ 101.634,00
Prima de diciembre	\$ -
Intereses a las cesantías	\$ 1,02
Vacaciones	\$ 28.727,00
Salud	\$ 103.666,81
Pensión	\$ 146.353,14
Riesgos profesionales	\$ 30.000,00
ICBF, SENA, caja de compensación	\$ 109.764,86
SALARIO MENSUAL	\$ 1.841.390,32

ANEXO Q. Cotización de materiales para la implementación de las propuestas de mejora

		COTIZACION		
RAZON SOCIAL CLIENTE: MAURA GARCIA		NIT:		
NUMERO TELEFONICO:				
DIRECCION:				
ASESOR: OSCAR DIAZ		FORMA DE PAGO		
FECHA: MAYO 27 DE 2016		EFFECTIVO		
ITEM	NOMBRE DEL ARTICULO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR SUBTOTAL
1	LAMINA CAL 20 304 X 1219 X 2438 MM 2B	7	\$ 151.000,00	\$ 1.057.000
2	LAMINA CAL 20 304 X 1529 X 3048 MM 2B	1	\$ 254.000,00	\$ 254.000
3	VARILLA DE 1/4" X 6 MTS	50	\$ 13.000,00	\$ 650.000
VALOR ANTES DE IVA				\$ 1.961.000
IVA				\$ 313.760
TOTAL				\$ 2.274.760
OBSERVACIONES: ESTA COTIZACION ESTA SUJETA A CAMBIOS DE PRECIO DURANTE LOS OCHO DIAS SIGIENTE A LA FECHA				
" IMPORINOX S.A PROVEEMOS A LA INDUSTRIA CON ACERO DE LA MAS ALTA CALIDAD"				