

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Aumento de la productividad en una planta de procesamiento  
de cárnicos de una empresa minorista”

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Industrial**

Presentado por:

Gary Emmanuel Urgilés Romero

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2020

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mis padres Manuel Urgilés y Cecibel Romero, quienes ante toda adversidad me han sacado adelante. Dedicaré mi vida a honrar sus apellidos.

**Gary Urgilés R.**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primera instancia agradezco a Dios por darme la resiliencia y sabiduría necesaria para superar cada etapa de mi vida.

A mi familia por el apoyo y soporte incondicional en cada ámbito de mi vida.

A mis profesores, por transmitir su conocimiento y formar parte de mi desarrollo profesional.

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Gary Emmanuel Urgilés Romero doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

GARY URGILÉS ROMERO.

Gary Urgilés Romero

## EVALUADORES

JAIME  
EDUARDO  
MACIAS  
AGUAYO

Firmado digitalmente  
por JAIME EDUARDO  
MACIAS AGUAYO  
Fecha: 2020.09.28  
12:45:38 -05'00'

---

**Jaime Macías A. M.Sc**

PROFESOR DE LA MATERIA



Firmado electrónicamente por:  
**MARCOS NICOLAJEEF  
BUESTAN BENAVIDES**

---

**Marcos Buestán Ph. D.**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

El presente proyecto se lleva a cabo en la planta de procesamiento de cárnicos de una empresa retail, cuyo objetivo es aumentar la productividad medida en Kilogramos por hora-hombre en un 18%, para de esta forma reducir costos de producción, consumo energético y reducir el desperdicio de plástico. Con el uso de la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) se determinó las causas raíz y conjuntamente las soluciones factibles ligadas al problema central. Con las mejoras implementadas se obtuvo un aumento de la productividad del 20%, reducción de costos de producción en 12% y reducción del consumo energético en 6%. En conclusión, se cumple con el objetivo planteado reduciendo los costos de producción en \$14k y costos de consumo energético en \$11.16 anuales.

**Palabras Clave:** DMAIC, productividad, planta de procesamiento.

## **ABSTRACT**

*This project is carried out in the meat processing plant of a retail company, whose objective is to increase productivity measured in Kilograms per man-hour by 18%, in order to reduce production costs, energy consumption and reduce plastic waste. With the use of the DMAIC methodology (Define, Measure, Analyze, Improve and Control), the root causes and then the feasible solutions linked to the central problem were determined. The improvements implemented resulted in a 20% increase in productivity, a 12% reduction in production costs and a 6% reduction in energy consumption. In conclusion, the proposed objective is met by reducing production costs by \$ 14k and energy consumption costs by \$ 11.16 per year.*

**Keywords:** *DMAIC, Productivity, meat processing plant.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS .....	VI
SIMBOLOGÍA .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
CAPÍTULO 1 .....	1
1. Introducción .....	1
1.1 Descripción del problema .....	3
1.1.1 Alcance .....	4
1.1.2 SIPOC .....	4
1.1.3 Variable de Interés .....	5
1.2 Justificación del problema .....	8
1.3 Objetivos .....	8
1.3.1 Objetivo General .....	8
1.3.2 Objetivos Específicos .....	8
1.4 Marco teórico .....	9
1.4.1 Six Sigma .....	9
1.4.2 Definir .....	9
1.4.3 Medir .....	9
1.4.4 Analizar .....	9
1.4.5 Mejorar .....	9
1.4.6 Controlar .....	10

1.4.7	VOC .....	10
1.4.8	Critical to Quality (CTQ).....	10
CAPÍTULO 2 .....		11
2.	Metodología .....	11
2.1	Medición .....	11
2.1.1	Plan de recolección de datos.....	11
2.1.2	Verificación de datos.....	12
2.1.3	Flujo de materiales.....	12
2.1.4	Flujo de procesos.....	17
2.1.5	Estudio de tiempos .....	17
2.1.6	Análisis de capacidad del proceso .....	21
2.1.7	Problema enfocado.....	22
2.2	Análisis.....	22
2.2.1	Análisis de causas potenciales.....	22
2.2.2	Priorización de causas potenciales .....	23
2.2.3	Plan de verificación de causas .....	25
2.2.4	Verificación de causas .....	26
2.2.5	Causas raíz .....	30
2.3	Mejora .....	31
2.3.1	Lluvia de ideas de soluciones.....	31
2.3.2	Selección de soluciones .....	31
2.3.3	Plan de implementación.....	32
2.3.4	Descripción de soluciones .....	34
2.3.5	Plan de Control .....	42
CAPÍTULO 3 .....		44
3.	Resultados y análisis .....	44

3.1	Soluciones implementadas.....	44
CAPÍTULO 4 .....		50
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	50
4.1	Conclusiones .....	50
4.2	Recomendaciones.....	51
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
WMS	Warehouse Management System
CTQ	Critical to Quality
TH	Throughput
CD	Centro de Distribución
CDF	Centro de Distribución de Frescos
SKU	Stock Keeping Unit
KPI	Key Performance Indicator
VOC	Voice of Customer
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
6M	Mano de obra, Métodos, Maquinarias, Materiales, Medición, Medio ambiente

## **SIMBOLOGÍA**

Kg	Kilogramos
H-H	Hora - Hombre
%	Porcentaje
#	Número
m	Metros
\$	Dólares estadounidenses
min	Minutos
K	Miles

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Antecedentes de la empresa.....	2
Figura 1.2 Canal de distribución de la empresa .....	2
Figura 1.3 Productividad medida en Kilogramos por hora hombre .....	3
Figura 1.4 Macro mapa de procesos del centro de distribución de frescos.....	4
Figura 1.5 Diagrama SIPOC del proceso de producción de res .....	5
Figura 1.6 Voz del cliente .....	6
Figura 1.7 Árbol de variables críticas CTQ.....	7
Figura 1.8 Relación de métricas CTQ con pilares de sostenibilidad.....	7
Figura 2.1 Cortes matrices obtenidos en el desposte .....	13
Figura 2.2 Flujos de procesos post-desposte.....	14
Figura 2.3 Pareto de productos de mayor procesamiento. ....	15
Figura 2.4 Layout y recorrido del producto. ....	15
Figura 2.5 Recorrido por familia de producto. ....	16
Figura 2.6 SKU'S de estudio por familia de producto.....	16
Figura 2.7 Tiempo de ciclo de res estofado. ....	19
Figura 2.8 Tiempo de ciclo de carne fileteada y costilla.....	19
Figura 2.9 Tiempo de ciclo de carne molida.....	20
Figura 2.10 Tiempo de ciclo de SKU'S de estudio. ....	20
Figura 2.11 Análisis de capacidad de proceso por centro de trabajo. ....	21
Figura 2.12 Lluvia de ideas con el personal operativo y equipo de proyecto .....	22
Figura 2.13 Diagrama de Ishikawa .....	23
Figura 2.14 Diagrama de Pareto de causas potenciales .....	25
Figura 2.15 Plan de verificación de causas potenciales .....	25

Figura 2.16 Productividad en el área de desposte.....	26
Figura 2.17 Configuración no definida en el área de desposte.....	26
Figura 2.18 Productividad con personal no titular .....	27
Figura 2.19 Paros diarios registrados en la máquina de atmósfera modificada .....	28
Figura 2.20 Material en proceso acumulado .....	28
Figura 2.21 Resultados del luminómetro .....	29
Figura 2.22 Reproceso en el lavado de máquinas - Altos tiempos de Set up .....	29
Figura 2.23 Línea de desposte - Resultado de configuraciones previo a mejoras. ...	35
Figura 2.24 Paros diarios registrados en la máquina de atmósfera modificada .....	38
Figura 2.25 Propuesta de reposición de gases de atmósfera modificada .....	38
Figura 2.26 Guía operativa - Limpieza en la sierra de corte Res.....	40
Figura 2.27 Plan emergente por ausentismo - Personal flexible.. ..	41
Figura 2.28 Personal operativo en proceso.....	41
Figura 2.29 Tiempo estimado de producción .....	42
Figura 3.1 Resultados de implementación - Productividad en el área de desposte. ...	44
Figura 3.2 Resultados de la liberación de equipos - Antes y después de la implementación.....	46
Figura 3.3 Aumento de la productividad a nivel general del área. ....	47
Figura 4.1 CTQ Resultados obtenidos del proyecto .....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Plan de recolección de datos .....	11
Tabla 2.2 Clasificación ABC de los productos provenientes de la res.....	14
Tabla 2.3 Resultado del estudio de tiempos .....	18
Tabla 2.4 Resultado del análisis de capacidad por centro de trabajo.....	21
Tabla 2.5 Nivel de frecuencia .....	23
Tabla 2.6 Matriz de priorización de causas del problema enfocado 1.....	24
Tabla 2.7 Matriz de priorización de causas .....	24
Tabla 2.8 Registros manuales en el área de desposte .....	26
Tabla 2.9 Registros manuales en el área de desposte-Novedades .....	27
Tabla 2.10 Registros manuales - atmósfera modificada.....	28
Tabla 2.11- 5 Por Qué-Causas Raíz .....	30
Tabla 2.12. Lluvia de idea de soluciones por cada causa raíz.....	31
Tabla 2.13 Matriz Esfuerzo vs Impacto de soluciones .....	32
Tabla 2.14 Plan de implementación .....	33
Tabla 2.15 Línea de desposte. Estado previo a mejoras .....	34
Tabla 2.16 Descripción de elementos en la línea de desposte.....	36
Tabla 2.17. Tiempo estándar de los elementos. ....	36
Tabla 2.18 Descripción de elementos en la línea de desposte.....	37
Tabla 2.19 Evolución teórica de la línea de desposte con las mejoras propuestas ...	37
Tabla 2.20 Registros manuales - atmósfera modificada.....	38
Tabla 2.21 Personal operativo en proceso.....	43
Tabla 3.1 Resultados de implementación-Área de desposte.....	44
Tabla 3.2 Evolución-Área de desposte.....	45
Tabla 3.3 Resultados de implementación-Reposición de gases de O2 Y CO2.....	45

Tabla 3.4 Bandejas reprocesadas por día con la implementación .....	45
Tabla 3.5 % de Falla antes y después de la implementación .....	46
Tabla 3.6 % de Pase directo antes y después de la implementación.....	46
Tabla 3.7 Reducción de costos de producción.....	48
Tabla 3.8 Reducción de consumo energético .....	48
Tabla 3.9 Desperdicio de plástico.....	48
Tabla 3.10 Reducción de plástico.....	48

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

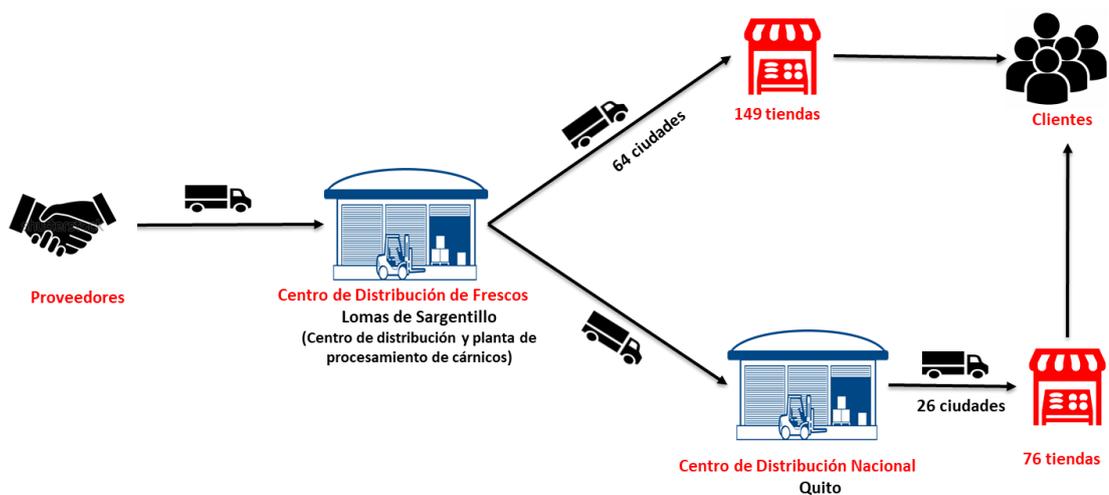
El proyecto se desarrolla en el centro de distribución de una empresa retail de alcance nacional. Este centro de distribución se encuentra ubicado en el cantón Lomas de Sargentillo, perteneciente a la provincia del Guayas. Dentro del centro de distribución, el foco del proyecto tiene lugar en la planta de procesamiento de cárnicos, lugar donde se procesa pollo, res y cerdo. (Ver figura 1.1)

El proceso de producción de res se compone de cinco etapas principales: recepción, almacenamiento, desposte, procesamiento de cortes y, finalmente, el pesado y etiquetado del producto final. En la recepción se recibe la materia prima proveniente de tres proveedores. Esta materia prima está compuesta por brazos y piernas de reses. La agrupación de un brazo y una pierna de res es denominada “media canal”. A medida que cada media canal pasa por los estrictos niveles de calidad requeridos, se procede a almacenar dicha materia prima en la cámara de estabilización, donde el producto pasará de 12 a 16 horas. Posteriormente, esta materia prima será llevada a las cámaras de maduración donde la res obtendrá el ablandamiento necesario y pasará almacenada de 24 a 36 horas. La etapa de desposte comprende la división de la pierna y brazo de la res en cortes matrices, entiéndase por cortes matrices a los cortes iniciales realizados en la res, cortes que continuarán con el procesamiento previamente requerido; en esta etapa los cortes matrices pasan por diversas máquinas y trabajos manuales que darán forma al producto final obtenido en bandeja. Este producto será pesado y etiquetado en la etapa final previo a su distribución.



**Figura 1.1 Antecedentes de la empresa. Urgilés, 2020**

Esta empresa cuenta con dos centros de distribución para abastecer los productos perecederos a sus 225 tiendas a nivel nacional. El primer centro de distribución ubicado en Lomas de Sargentillo distribuye a 149 tiendas repartidas en 64 ciudades y el segundo centro de distribución ubicado en Quito distribuye a 76 tiendas repartidas en 26 ciudades. La figura 1.2 muestra el canal de distribución de la empresa retail.



**Figura 1.2 Canal de distribución de la empresa. Urgilés, 2020**

## 1.1 Descripción del problema

Actualmente, la empresa reporta retrasos en los despachos de mercadería debido a que el producto final proveniente del proceso de res no se encuentra disponible cuando es requerido. Estos retrasos son generados por los alargues de producción en el procesamiento de res; alargues que generan costos de sobre tiempo a causa de una baja productividad. La empresa necesita mejorar la productividad en la producción de res para poder satisfacer la demanda diaria requerida por sus 223 sucursales a nivel nacional.

En la figura 1.3 se observa la productividad obtenida desde enero del 2019 hasta mayo del 2020, medida en kilogramos de res procesados por hora-hombre. Se observa que la productividad tiene una tendencia decreciente y en promedio se ubica en 15.2 kilogramos de res procesados por hora hombre.

La productividad en meses puntuales ha alcanzado el valor de 18 kilogramos procesados por hora-hombre, pero este valor no ha sido constante a lo largo del tiempo, por lo cual el problema se definió como se muestra a continuación:

“La productividad en el procesamiento de res en el centro de distribución de frescos de una compañía retail es de 15.2 kilogramos por hora-hombre desde enero del 2019, mientras que el estándar de la compañía es incrementar por lo menos en 18 kilogramos por hora-hombre.

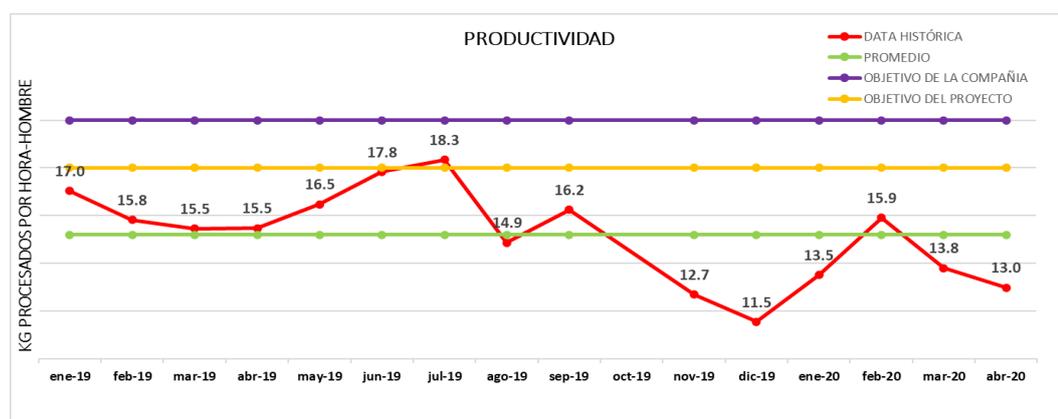


Figura 1.3 Productividad medida en Kilogramos por hora hombre. Urgilés, 2020.

### 1.1.1 Alcance

Para establecer el alcance del proyecto, se mapeo los principales procesos dentro del centro de distribución de frescos (Ver figura 1.4). Particularmente en el área de producción de res se encuentra el análisis de valor del proyecto, sin embargo, los procesos que le anteceden y proceden alimentan de manera directa e indirecta a esta área.

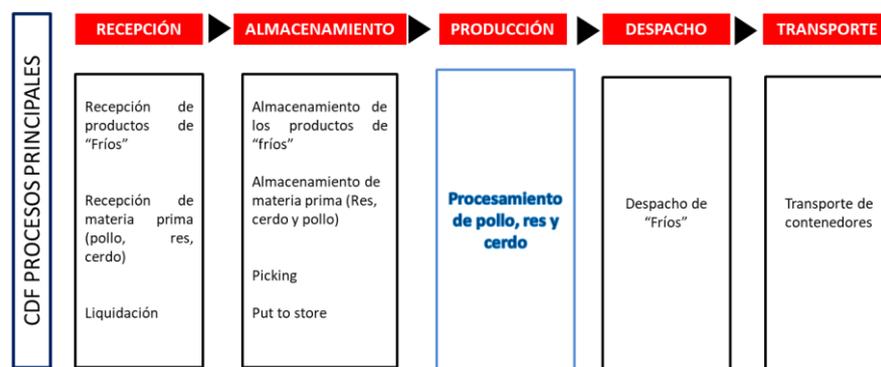


Figura 1.4 Macro mapa de procesos del centro de distribución de frescos. Urgilés, 2020.

### 1.1.2 SIPOC

A través de la herramienta SIPOC se determinaron todas las actividades, entradas y salidas que forman parte del proceso de producción de res (Ver figura 1.5). Se puede observar en el SIPOC que, dentro del proceso de producción, el proyecto se enfocará en las actividades de transformación de la res en cortes matrices (desposte), procesamiento de corte y empaque o sellado.

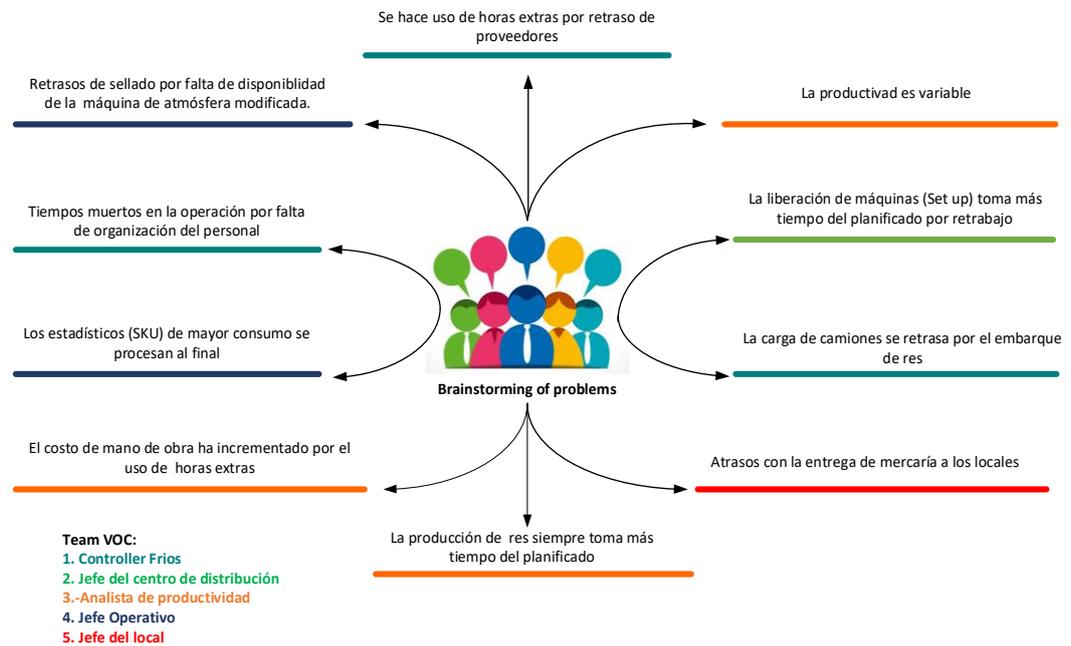


Figura 1.5 Diagrama SIPOC del proceso de producción de res. Urgilés, 2020.

### 1.1.3 Variable de Interés

#### 1.1.3.1 Identificación de las necesidades del cliente – VOC

Se realizó un grupo focal con un equipo multidisciplinario conformado por el jefe del centro de distribución de frescos, la controller de la bodega, el jefe operativo del proceso, el analista de calidad entre otros. El grupo focal tuvo como objetivo recopilar todos los problemas pertenecientes al proceso de res tomando la perspectiva de diversas fuentes. En la figura 1.6 se puede apreciar el detalle de los requerimientos del cliente.



**Figura 1.6 Voz del cliente. Urgilés, 2020.**

### 1.1.3.2 Critical To Quality (CTQ)

Para traducir las necesidades a variables de medición cuantitativas, se procedió a elaborar un árbol de variables críticas (CTQ) tal como se muestra en la figura 1.7. Cada una de las necesidades se vincularon a un conductor, y este a su vez fue vinculado a una variable cuantitativa para su posterior medición y monitoreo.

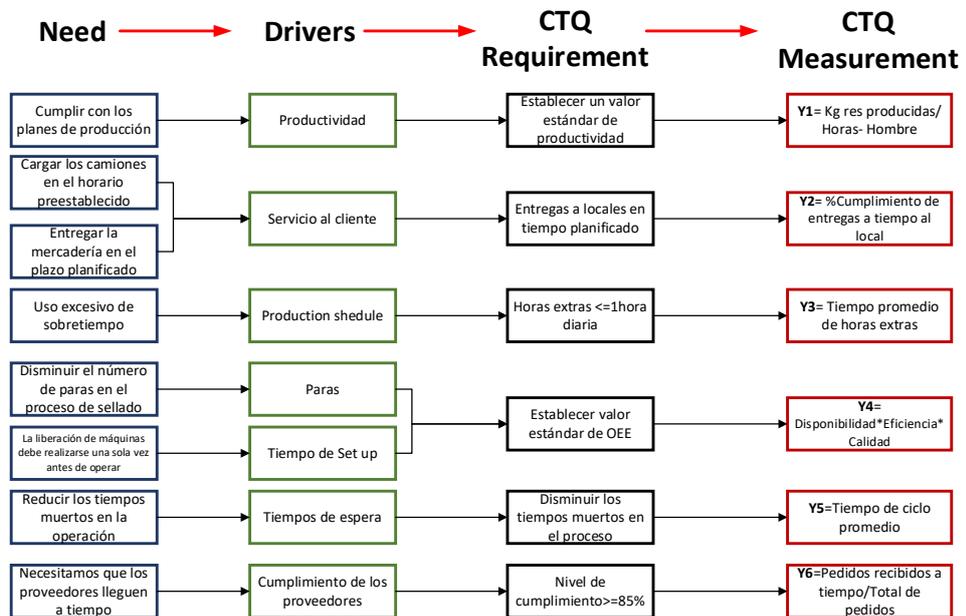


Figura 1.7 Árbol de variables críticas CTQ. Urgilés, 2020.

Todas estas variables cuantitativas están alineadas con pilares de sostenibilidad a través del TBL tal como se muestra en la figura 1.8

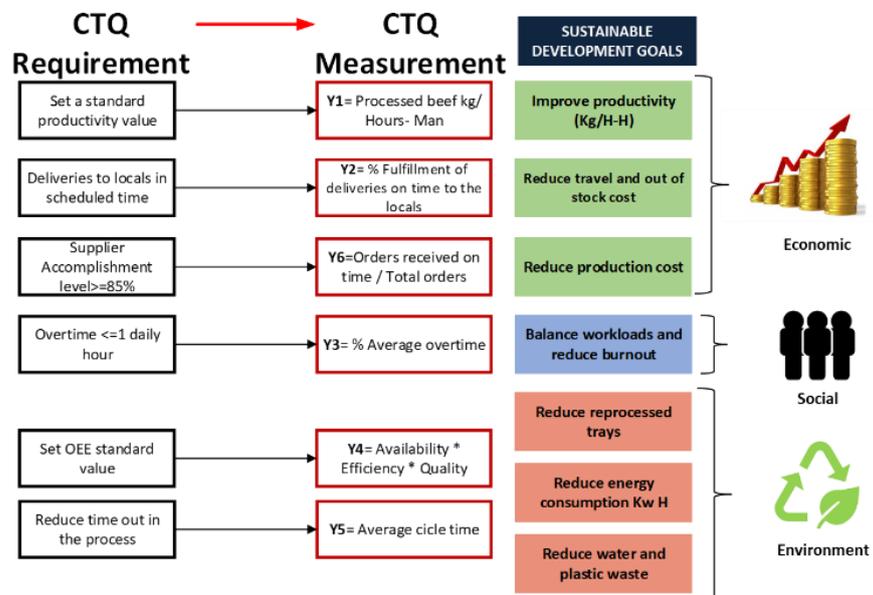


Figura 1.8 Relación de métricas CTQ con pilares de sostenibilidad. Urgilés, 2020.

Se establece como variable respuesta a “productividad”, ya que engloba a todas variables críticas descritas en la figura 1.8, y se define mediante la siguiente ecuación 1:

$$Y = \textit{Productividad} = \frac{\textit{Kilogramos de res procesados}}{\textit{Horas – Hombre}}$$

Ecuación 1. Productividad

### 1.1.3.3 Restricciones

Las principales restricciones del proyecto son:

- Los periodos estacionales
- La cultura organizacional
- Datos de productividad no registrados en el sistema de la bodega

## 1.2 Justificación del problema

La empresa viene marcando una tendencia decreciente en su productividad desde Julio del 2019; esta baja productividad se traduce en alargues de producción, incremento de horas extras y retrasos en despachos y llegada a locales. Por tal razón, se requiere encontrar un método para incrementar la productividad en la producción de res de modo que se minimicen los tiempos de procesamiento, la cantidad de horas extras trabajadas, quejas de clientes, entre otros factores que favorecen a un incremento de costos.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo General

Incrementar al menos 18% la productividad en la producción de res en relación con el promedio actual (15.2 Kg/ H-H), desde enero del 2019.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Reducir la variabilidad en la productividad de kilogramos de res procesadas-Hora Hombre
- Balancear cargas de trabajo y reducir el agotamiento del personal
- Reducir el desperdicio de plástico y agua en el proceso

## **1.4 Marco teórico**

### **1.4.1 Six Sigma**

Six sigma otorga una metodología táctica para establecer la mejor perspectiva de una situación o proceso mediante la reducción de desperdicios, costos y mejoramiento de la eficiencia de todas las operaciones existentes. (Breyfogle, 2001)

### **1.4.2 Definir**

El objetivo de esta primera etapa es definir el alcance del proyecto mediante una descripción de los procesos claves a tratar, de esta forma se genera un enfoque inicial. (Xie Li, 2009)

### **1.4.3 Medir**

El objetivo de esta etapa comprende evaluar el desempeño actual de los procesos mediante la recolección de datos y pruebas estadísticas. (Prabhakran,2010)

### **1.4.4 Analizar**

El objetivo de esta etapa es identificar las causas raíz del problema a través de hipótesis que explique la formulación de este. Al finalizar esta etapa, se plantea opciones de mejora que ataquen a la causa raíz descrita previamente. (Xie Li, 2009)

### **1.4.5 Mejorar**

El objetivo de esta etapa es desarrollar una serie de mejoras potenciales a los procesos. Estas propuestas son cuantificadas y evaluadas para seleccionar las de mayor significancia operativa. (Subbaraj, 2010)

#### **1.4.6 Controlar**

El objetivo de esta etapa es verificar y manejar la sostenibilidad del conjunto de soluciones a lo largo del tiempo mediante un plan de acción a corto y largo plazo. (Subbaraj & Prabhakran,, 2010)

#### **1.4.7 VOC**

Método usado para exponer las preferencias y expectativas del cliente hacia un producto o servicio. (Xie Li, 2009)

#### **1.4.8 Critical to Quality (CTQ)**

Método usado para traducir las necesidades del cliente a métricas medibles de operación. (Subbaraj & Prabhakran,, 2010)

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

Con la finalidad de solventar el problema definido en el capítulo previo, se utilizó la metodología DMAIC. Cada una de las etapas posteriores a definición se encuentran detalladas a continuación.

### 2.1 Medición

#### 2.1.1 Plan de recolección de datos

La etapa de medición comenzó con la elaboración de un plan de recolección de datos. Este plan tiene como objetivo determinar cuáles son las variables de interés para el problema.

La tabla 2.1 responde a las preguntas de ¿Qué se va a medir? ¿en dónde se mide? ¿por qué se mide?, ¿cuándo se mide?, ¿quién mide? y ¿cómo obtener la data?

**Tabla 2.1. Plan de recolección de datos. Urgilés, 2020**

VARIABLE	WHAT?			WHERE?	WHEN?	WHY?	WHO?	HOW?
	OPERATIONAL MEANING	MEASURE UNIT	DATA TYPE	WHERE TO COLLECT?	WHEN TO COLLECT?	WHY TO COLLECT?	PERSON IN CHARGE	HOW TO OBTAIN DATA?
x1	SKU'S Cycle time	Sec	Quantitative-Continuous	Res processing area	Beginning of measurement phase	It allows to determinate the cycle time of th SKU'S	Gary Urgilés	Processing time study
x2	Packaging time	Sec	Quantitative-Continuous	Res processing area	Beginning of measurement phase	It allows to determinate rate production	Gary Urgilés	Processing time study
x3	Demand	Kg/day ; Trays/day	Quantitative	Warehouse Management System (WMS)	Beginning of measurement phase	It allows to determinate the takt time	Gary Urgilés	Historical Data
x4	Amount of people per work center	# People	Quantitative	Res processing area	Beginning of measurement phase	It allows to determinate work center's capability	Gary Urgilés	Gemba
x5	Cuts' types	Cuts	Nominal	Res processing area	Beginning of measurement phase	To determinate all possible combinations of cuts	Gary Urgilés	Gemba
x6	Number of downtime at line	Downtime/day	Quantitative	Res processing area	Beginning of measurement phase	It allows to measure the downtime at line in analysis phase	Gary Urgilés	Manual Register
x7	Amount of Trays rework per day	Trays/day	Quantitative	Res processing area	Beginning of measurement phase	It allows to measure the amount of rework at line in analysis phase	Gary Urgilés	Manual Register
x8	Machine's Set up time ( Liberación)	Min	Quantitative-Continuous	Data base	Beginning of measurement phase	It allows to measure the set up time at line in analysis phase	Calidad Area	Historical Data
x9	Cost of over time	\$USD	Quantitative-Continuous	Data base	Beginning of measurement phase	It allows to measure a consequence of a low productivity	Gary Urgilés	Historical Data
x10	Productivity	Kg/M-H	Quantitative-Continuous	Data base	Beginning of measurement phase	It allows to measure the response variable	Gary Urgilés	Historical Data

### **2.1.2 Verificación de datos**

Para la validación de datos de las variables X1 y X2 se hizo uso de “Timestudy Stopwatch”, esta aplicación es de uso exclusivo para el estudio de tiempos y movimientos. Dicha aplicación refleja la estadística correspondiente a cada uno de los datos medidos de forma independiente. Las variables X4 y X5 se reconocieron a través de “Gemba” o visita del lugar de trabajo y su validez fue otorgada por el personal operativo del proceso de res. Para las variables X6, X7 y X8 se realizó un formato de registro manual que fue entregado a la operación para el registro diario de paras, reprocesos y tiempos muertos. La operación recibió una capacitación previa del llenado de estas hojas. Por último, las variables X3, X9 y X10 fueron obtenidas de la base de datos del sistema de administración de la bodega “WMS” (Warehouse management System).

### **2.1.3 Flujo de materiales**

El proceso de producción de res es un proceso opuesto al tratado en una línea de ensamble. En este flujo se parte de un todo inicial como lo son brazos y piernas de res y se obtienen partes y piezas que son los cortes finales obtenidos como producto final ubicados en bandeja. La complejidad del proceso radica en que cada corte sigue un flujo distinto después del desposte inicial.

Con la ayuda del personal operativo, se logró identificar los diferentes tipos de cortes matrices obtenidos en el desposte; entiéndase como cortes matrices a los diferentes cortes iniciales obtenidos a partir del brazo y pierna enteros de la res. El resultado de los diferentes cortes matrices se puede observar en la figura 2.1

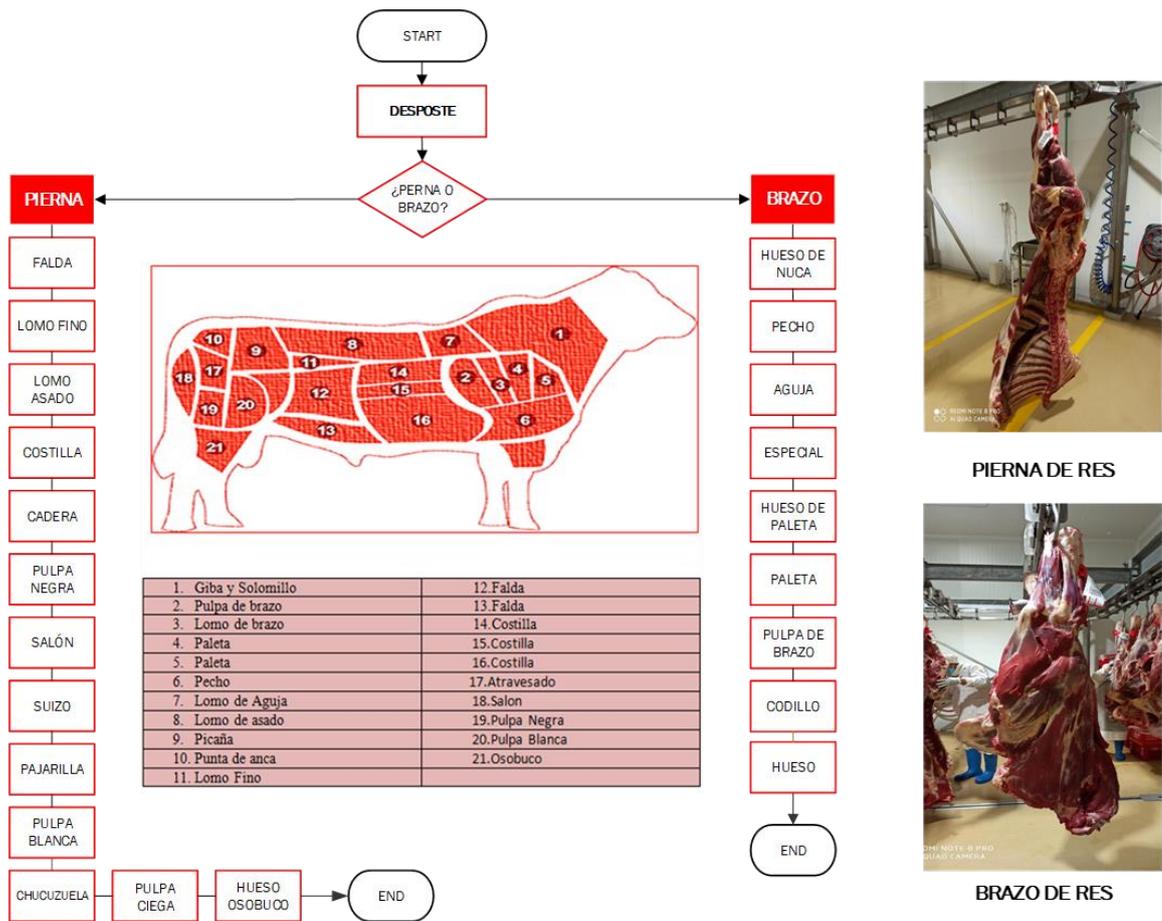
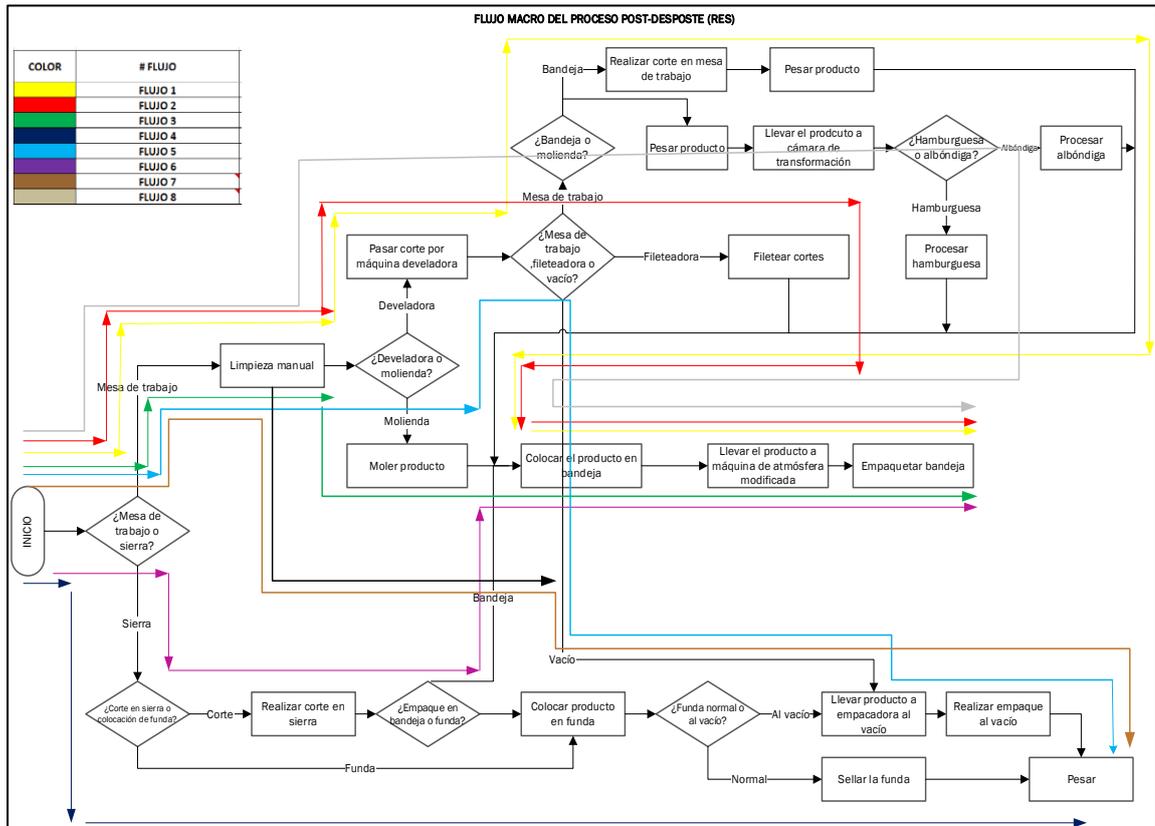


Figura 2.1 Cortes matrices obtenidos en el desposte. Urgilés, 2020.

El resultado de los cortes matrices se resume en 13 formas para la pierna de res y en 9 formas para el brazo de la res (Ver figura 2.1). La complejidad del proceso radica en que cada corte sigue un flujo distinto después del desposte inicial.

Existen 8 flujos posteriores al desposte por los cuales pasan los diferentes cortes matrices para obtener los diferentes SKU'S (producto terminado), los flujos post-desposte se pueden apreciar en la figura 2.2.



**Figura 2.2 Flujos de procesos post-desposte. Urgilés, 2020.**

Para un mejor entendimiento, se realizó una estratificación inicial usando un diagrama de Pareto (Ver figura 2.3) para determinar los SKU'S de mayor procesamiento en la producción de res a través de la clasificación ABC observados en la Tabla 2.2. De esta forma se generó un foco inicial y se bosquejó los flujos agrupados por familia de producto en un diagrama de recorrido (Ver figura 2.4); entiéndase por familia de producto a la agrupación de SKUS que tienen el mismo flujo de proceso.

**Tabla 2.2 Clasificación ABC de los productos provenientes de la res. Urgilés, 2020**

NO	SKU'S	% FREC REL	FREC ACUM	ABC
1	CARNE MOLIDA ESPECIAL TIPO I BANDEJA POR KILO	24.57%	24.57%	A
2	RES ESTOFADO BANDEJA POR KILO	9.86%	34.44%	A
3	COSTILLA Y PECHO DE RES CORTADO BANDEJA X KILO	9.33%	43.77%	A
4	CARNE FILETEADA DE RES BANDEJA POR KILO	8.97%	52.74%	A
5	PULPA BISTEC/GUISADO BANDEJA POR KILO	8.71%	61.45%	A
6	HUESO CARNUDO DE RES POR KILO	8.70%	70.15%	A
7	RES PULPA BLANCA BANDEJA POR KILO	6.06%	76.21%	A
8	RES PULPA NEGRA BANDEJA POR KILO	5.12%	81.33%	A
9	MIX PARRILLERO BANDEJA	3.67%	84.99%	B
10	RES LOMITO SALTADO BANDEJA POR KILO	3.64%	88.64%	B
11	HAMBURGUESA ESPECIAL DE RES TA RIKO BANDEJA	3.30%	91.94%	B
12	OSOBUCO DE RES BANDEJA POR KILO	2.23%	94.17%	B
13	RES SALON BANDEJA POR KILO	1.85%	96.02%	C
14	LOMO ASADO/FALDA DE RES BANDEJA POR KILO	1.64%	97.66%	C
15	PAJARILLA/PUNTA DE CADERA BANDEJA	1.22%	98.88%	C
16	OTROS	1.12%	100.00%	C

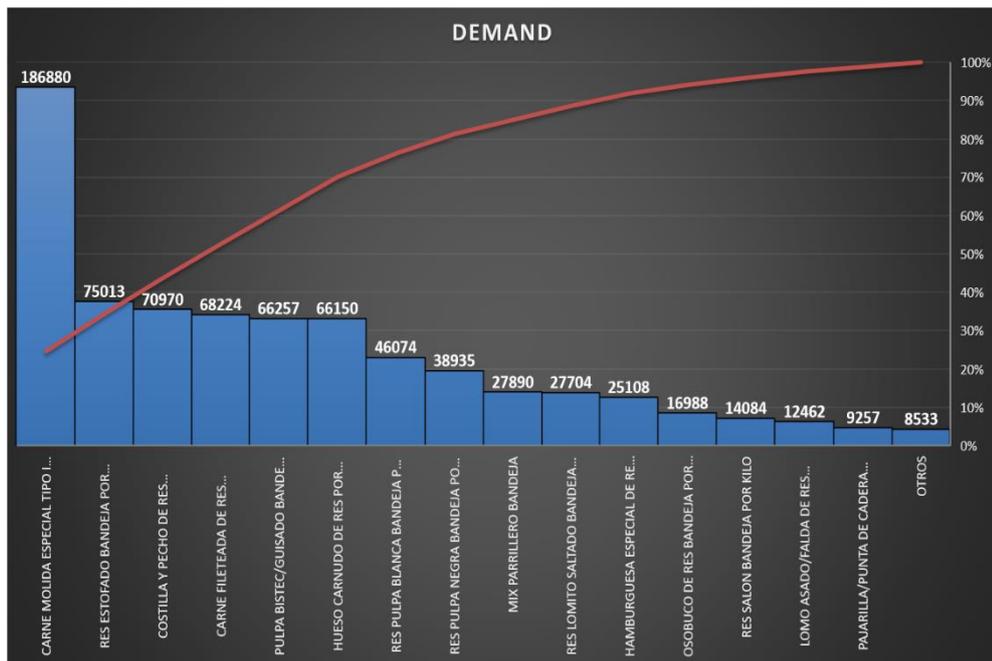


Figura 2.3 Pareto de productos de mayor procesamiento. Urgilés, 2020.

Para el bosquejo del diagrama de recorrido, se tomó en consideración los productos tipo A y B, a excepción del mix parrillero y la hamburguesa especial debido a la mezcla en las líneas de producción de res y cerdo.

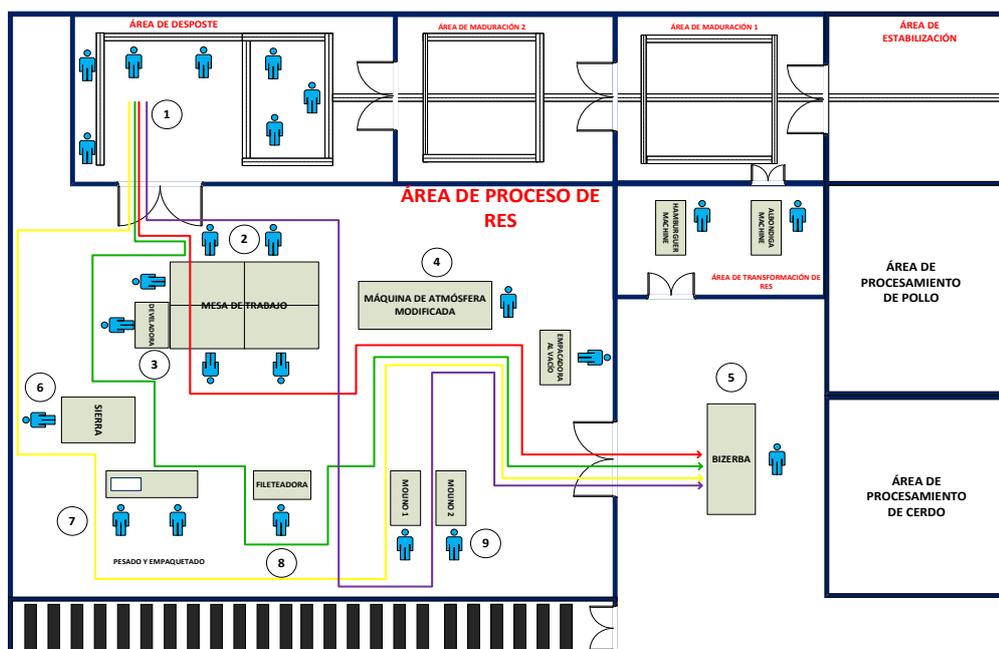


Figura 2.4 Layout y recorrido del producto. Urgilés, 2020

<b>PRODUCT FAMILY #1</b>	1-2-3-4-5	<b>PRODUCT FAMILY #3</b>	1-6-7-4-5
<b>PRODUCT FAMILY #2</b>	1-2-8-4-5	<b>PRODUCT FAMILY #4</b>	1-2-9-4-5

**Figura 2.5 Recorrido por familia de producto. Urgilés, 2020.**

Como se especificó previamente, se denomina “familia de producto” a la agrupación de SKUS que tienen el mismo flujo de proceso. En el actual diagrama de recorrido (Ver figura 2.4) están bosquejados las 4 familias de productos pertenecientes a los SKUS de clasificación A y B. Cada grupo de familia está diferenciado por un color diferente y su recorrido está determinado por las actividades y máquinas que tiene que pasar cada corte matriz para la obtención del producto final (Ver figura 2.6). Tal es el caso del recorrido de la familia de producto 1, cuyo recorrido después del desposte abarca la limpieza en la mesa de trabajo, pasar por la develadora, sellar el corte final en la máquina de atmosfera modificada, y, por último, pesar y etiquetar el producto final en la bizerba. El detalle de los productos finales pertenecientes a cada familia está detallado en la figura 2.6.

<b>PRODUCT FAMILY #1</b>	
NO	SKU
1	ESTOFADO DE RES BANDEJA POR KILO
2	PULPA BISTEC/GUISADO BANDEJA POR KILO
3	PULPA BLANCA BANDEJA POR KILO
4	PULPA NEGRA BANDEJA POR KILO
5	RES LOMITO SALTADO BANDEJA POR KILO
<b>PRODUCT FAMILY #2</b>	
NO	SKU
1	CARNE FILETEADA DE RES BANDEJA POR KILO (SUIZO)
2	CARNE FILETEADA DE RES BANDEJA POR KILO (ESPECIAL)
3	CARNE FILETEADA DE RES BANDEJA POR KILO (PAJARILLA)
<b>PRODUCT FAMILY #3</b>	
NO	SKU
1	COSTILLA Y PECHO DE RES CORTADO BANDEJA X KILO
2	OSOBUCO DE RES BANDEJA POR KILO
<b>PRODUCT FAMILY #4</b>	
NO	SKU
1	CARNE MOLIDA DE RES BANDEJA POR KILO

**Figura 2.6 SKU'S de estudio por familia de producto. Urgilés, 2020.**

#### 2.1.4 Flujo de procesos

El levantamiento de cada proceso fue realizado con los productos de mayor participación dentro de la operación, los productos considerados fueron los de tipo A y B

#### 2.1.5 Estudio de tiempos

Para el estudio de tiempos, se realizó una prueba piloto con diferentes tamaños de muestra  $n$ , y, a través de la estadística inferencial se determinó el tamaño de muestra total  $N$  requerido para obtener el tiempo de ciclo de cada estadístico.

Para una muestra piloto  $n \geq 30$  se utilizó la ecuación A y para una muestra piloto  $n < 30$  se utilizó la ecuación B.

$$A) N = \left( \frac{Z_{(\alpha/2)} * \sigma}{k * \mu} \right)^2 \quad B) N = \left( \frac{t_{(n-1, \alpha)} * \sigma}{k * \mu} \right)^2$$

Donde:

$Z_{(\alpha/2)}, t_{(n-1, \alpha)}$  = Estadísticos de la distribución normal y t – student

$n - 1$  = Grados de libertad

$\sigma$  = Desviación muestral

$\mu$  = Media muestral

$(\alpha/2)$  = Nivel de significancia

$k$  = Error permitido

En la tabla 2.3 se presenta un resumen de los tiempos obtenidos en los procesos de las figuras 2.7-2.8.

**Tabla 2.3 Resultado del estudio de tiempos. Urgilés, 2020**

CORTE DE FALDA Y GAVETAS			NIVEL DE CONFIANZA 95%		CORTE DE LOMO FINO Y GAVETAS			NIVEL DE CONFIANZA 95%	
Descripción	Símbolo	Valor	$z(\alpha)$	1.96	Descripción	Símbolo	Valor	$z(\alpha)$	1.96
N (Prueba piloto)	n	10	$t(n-1,\alpha)$	2.2622	N (Prueba piloto)	n	10	$t(n-1,\alpha)$	2.2622
Media	$\bar{X}$	24.85			Media	$\bar{X}$	39.252		
desviación	s	3.8	N	48	desviación	s	4.2	N	23
grados de libertad	(n-1)	9			grados de libertad	(n-1)	9		
Alfa	$\alpha$	5%			Alfa	$\alpha$	5%		
Nivel de confianza	(1- $\alpha$ )	95%			Nivel de confianza	(1- $\alpha$ )	95%		
Estadístico	$t(n-1,\alpha)$ o $Z(\alpha)$	2.2622			Estadístico	$t(n-1,\alpha)$ o $Z(\alpha)$	2.2622		
% Error permitido	K	5%			% Error permitido	K	5%		
CORTE DE COSTILLA Y CARROS			NIVEL DE CONFIANZA 95%		CORTE DE CADERA Y CARROS			NIVEL DE CONFIANZA 95%	
Descripción	Símbolo	Valor	$z(\alpha)$	1.96	Descripción	Símbolo	Valor	$z(\alpha)$	1.96
N (Prueba piloto)	n	10	$t(n-1,\alpha)$	2.2622	N (Prueba piloto)	n	10	$t(n-1,\alpha)$	2.2622
Media	$\bar{X}$	15.611			Media	$\bar{X}$	55.602		
desviación	s	3.4	N	49	desviación	s	5.2	N	18
grados de libertad	(n-1)	9			grados de libertad	(n-1)	9		
Alfa	$\alpha$	5%			Alfa	$\alpha$	5%		
Nivel de confianza	(1- $\alpha$ )	95%			Nivel de confianza	(1- $\alpha$ )	95%		
Estadístico	$t(n-1,\alpha)$ o $Z(\alpha)$	2.2622			Estadístico	$t(n-1,\alpha)$ o $Z(\alpha)$	2.2622		
% Error permitido	K	7%			% Error permitido	K	5%		
CORTE DE SALON Y GAVETAS			NIVEL DE CONFIANZA 95%		CORTE DE SUIZO Y GAVETAS			NIVEL DE CONFIANZA 95%	
Descripción	Símbolo	Valor	$z(\alpha)$	1.96	Descripción	Símbolo	Valor	$z(\alpha)$	1.96
N (Prueba piloto)	n	10	$t(n-1,\alpha)$	2.2622	N (Prueba piloto)	n	10	$t(n-1,\alpha)$	2.2622
Media	$\bar{X}$	7.39			Media	$\bar{X}$	18.585		
desviación	s	1.0	N	35	desviación	s	3.1	N	59
grados de libertad	(n-1)	9			grados de libertad	(n-1)	9		
Alfa	$\alpha$	5%			Alfa	$\alpha$	5%		
Nivel de confianza	(1- $\alpha$ )	95%			Nivel de confianza	(1- $\alpha$ )	95%		
Estadístico	$t(n-1,\alpha)$ o $Z(\alpha)$	2.2622			Estadístico	$t(n-1,\alpha)$ o $Z(\alpha)$	2.2622		
% Error permitido	K	5%			% Error permitido	K	5%		

Para fines formativos, se muestra un solo caso puntual del resultado de estudio de tiempos obtenidos por cada grupo de familia (Ver figuras 2.7-2.9), el resto puede ser visualizado en el apartado de anexos.

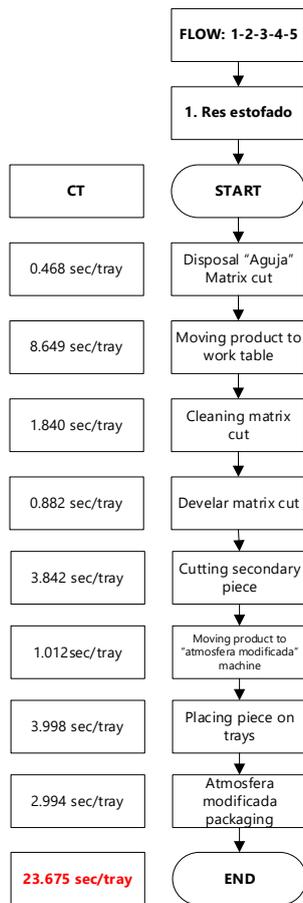


Figura 2.7 Tiempo de ciclo de res estofado. Urgilés, 2020.

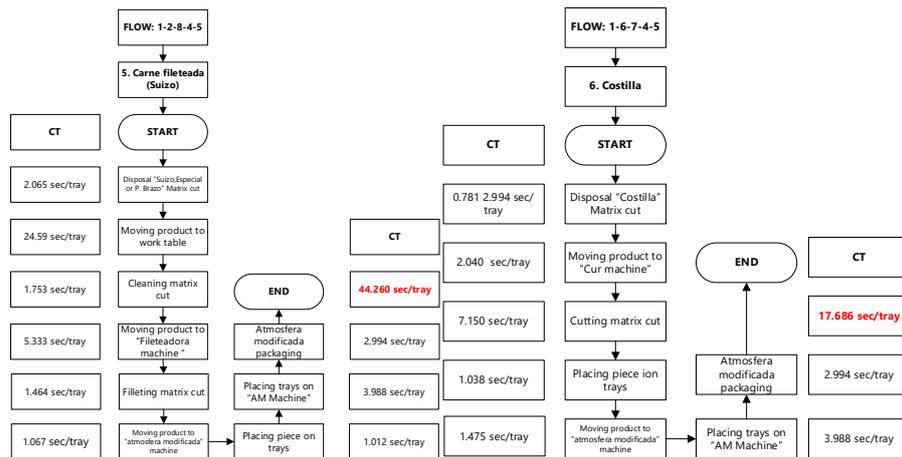


Figura 2.8 Tiempo de ciclo de carne fileteada y costilla. Urgilés, 2020.

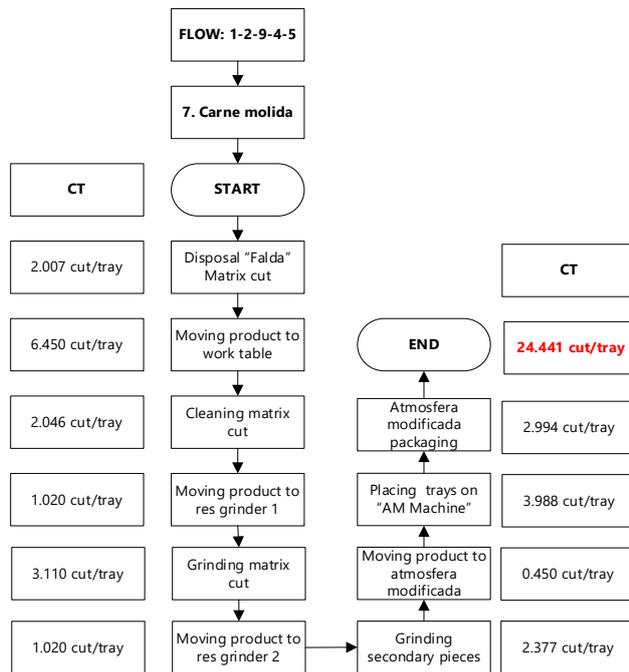


Figura 2.9 Tiempo de ciclo de carne molida. Urgilés, 2020.

El resultado del estudio de tiempos de los SKUS de clasificación A y B se muestra en la figura 2.10.

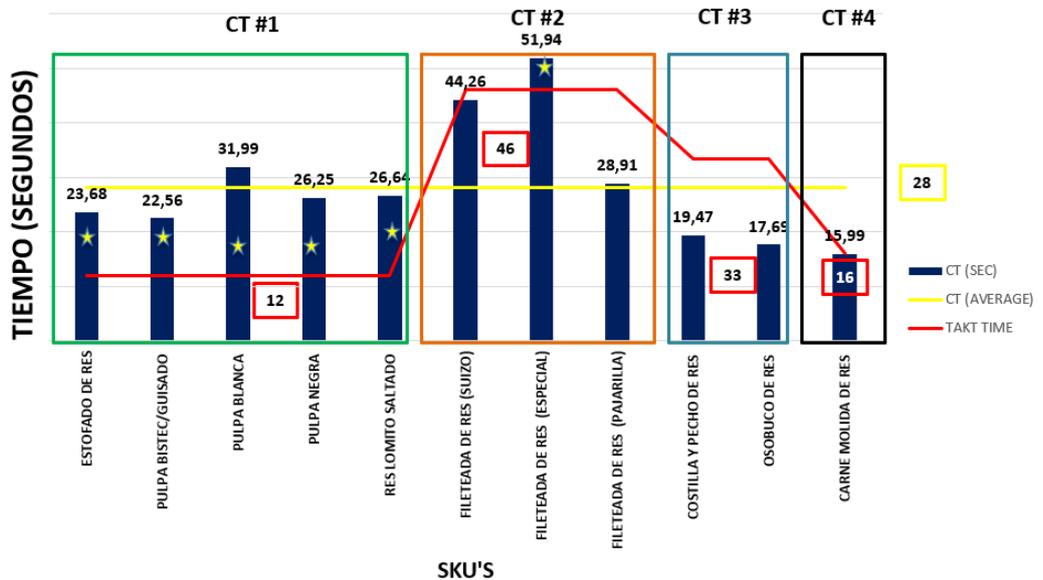


Figura 2.10 Tiempo de ciclo de SKU'S de estudio. Urgilés, 2020.

## 2.1.6 Análisis de capacidad del proceso

Dentro del proceso de producción de res, existen cuatro centros de trabajo por donde fluyen los diferentes cortes. Se realizó un análisis de capacidad usando como límites de especificación el takt time por centro de trabajo para determinar la capacidad a corto y largo plazo de estos. (Ver figura 2.11)

El takt time varía de acuerdo con cada centro de trabajo porque el ritmo requerido para cumplir con la demanda diaria es independiente por cada flujo de producto.

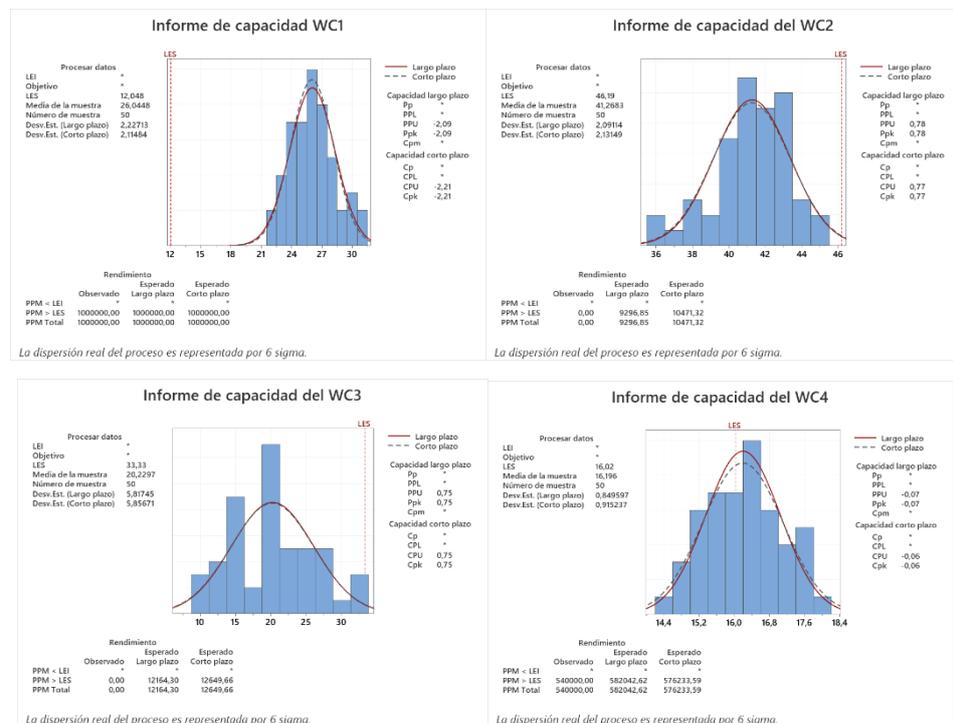


Figura 2.11 Análisis de capacidad de proceso por centro de trabajo. Urgilés, 2020.

Tabla 2.4 Resultado del análisis de capacidad por centro de trabajo. Urgilés, 2020

Centro de trabajo	Límite Superior	Media	Cpk	Ppk
1	12.048	26.04	-2.21	-2.09
2	46.19	41.27	0.77	0.78
3	33.33	20.23	0.75	0.75
4	16.02	16.19	-0.06	-0.07

El problema enfocado se centra en el centro de trabajo 1 y no en el centro de trabajo 4, porque el último descrito posee un bajo nivel de capacidad debido a que no está centrado. Es decir, centrando el proceso, su capacidad real será aceptable.

### 2.1.7 Problema enfocado

Una vez estratificado los datos, se declaró 1 problema enfocado:

- El tiempo de ciclo bruto del centro de trabajo 1 es de 26 segundos, mientras que el takt time requerido es de al menos 12 segundos, considerando un Cpk de -2.03.

## 2.2 Análisis

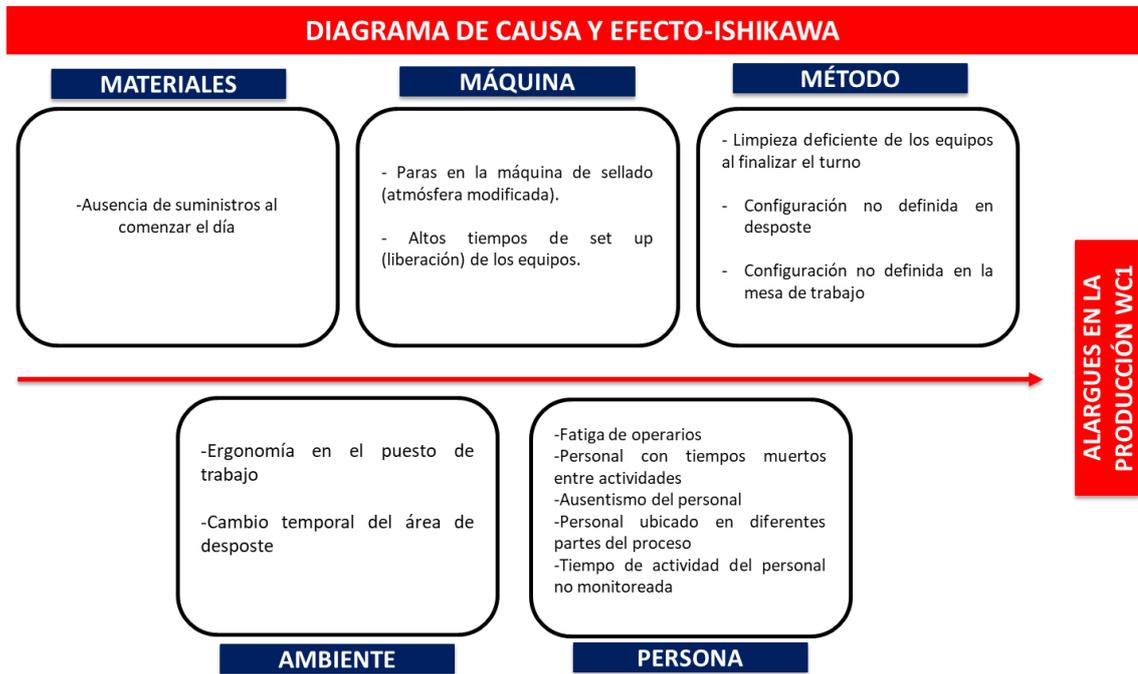
### 2.2.1 Análisis de causas potenciales

En la etapa previa se obtuvo el problema enfocado definido en 2.1.7, dicho enfoque nos permite analizar con minuciosidad las actividades que generan el conflicto en las diversas partes del proceso.

A través de un brainstorming formado por el equipo del proyecto (Ver Figura 2.12) y personal operativo surgieron ideas que fueron descritas como causas potenciales. Dichas causas potenciales fueron posteriormente agrupadas en el diagrama de Ishikawa (Figura 2.13) mediante la clasificación **6M**.



Figura 2.12 Lluvia de ideas con el personal operativo y equipo de proyecto. Urgilés, 2020.



**Figura 2.13 Diagrama de Ishikawa. Urgilés, 2020.**

## 2.2.2 Priorización de causas potenciales

Una vez obtenida las diferentes causas potenciales del problema enfocado 2.1.7. se procede a valorarlos (Ver Tabla 2.6) en función de la relación con el problema y la frecuencia con que se da los eventos. Para valorar cada una de las causas potenciales y su influencia dentro del problema, se utilizó a tabla 2.5.

**Tabla 2.5 Nivel de frecuencia. Urgilés, 2020.**

Nivel de Relación	
0	Ninguna relación
1	Poca relación
3	Relación moderada
9	Relación fuerte

**Tabla 2.6 Matriz de priorización de causas del problema enfocado 1. Urgilés, 2020.**

<b>MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE CAUSAS POTENCIALES</b>			
<b>Baja productividad-Alargues de producción de WC1</b>		<b>Relación</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>N°</b>	<b>Causas Potenciales</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
<b>X1</b>	Paras y reprocesos en máquina de sellado	3	9
<b>X2</b>	Altos tiempos de Set up- liberación del área	3	9
<b>X3</b>	Ausentismo del personal	9	1
<b>X4</b>	Personal con menor experiencia ubicado en diferentes etapas del proceso	9	3
<b>X5</b>	Ausencia de suministros al comenzar producción	1	1
<b>X6</b>	Tiempos muertos entre actividades	3	0
<b>X7</b>	Variabilidad de la productividad en el área de desposte	9	9
<b>X8</b>	Tiempo de actividad operativa del personal no monitoreada	9	9
<b>X9</b>	Cambio temporal del área de desposte	3	1
<b>X10</b>	Limpieza deficiente de equipos al terminar el turno	9	3

Una vez otorgadas las calificaciones, se procedió a cuantificar el peso de cada una de ellas en la tabla 2.7, y a través de un diagrama de Pareto descrito en la Figura 2.14 se determinó las principales causas que generan una baja productividad.

**Tabla 2.7 Matriz de priorización de causas. Urgilés, 2020.**

<b>N°</b>	<b>Causas Potenciales</b>	<b>Valoración</b>	<b>Peso</b>
<b>X7</b>	Variabilidad de la productividad en el área de desposte	90	17%
<b>X8</b>	Tiempo de actividad operativa del personal no monitoreada	90	17%
<b>X4</b>	Personal con menor experiencia ubicado en diferentes etapas del proceso	66	13%
<b>X10</b>	Limpieza deficiente de equipos al terminar el turno	66	13%
<b>X3</b>	Ausentismo del personal	58	11%
<b>X1</b>	Paras y reprocesos en máquina de sellado	54	10%
<b>X2</b>	Altos tiempos de Set up- liberación del área	54	10%
<b>X9</b>	Cambio temporal del área de desposte	22	4%
<b>X6</b>	Tiempos muertos entre actividades	18	3%
<b>X5</b>	Ausencia de suministros al comenzar producción	10	2%

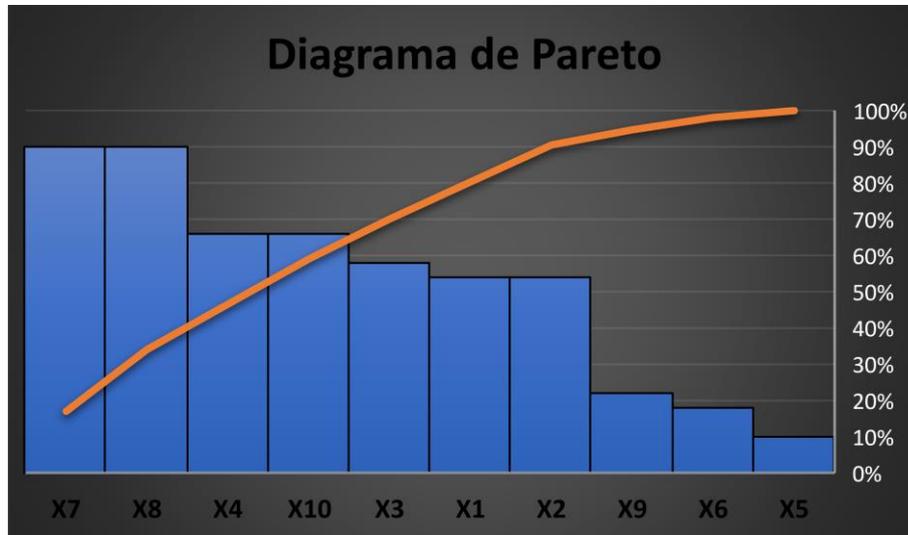


Figura 2.14 Diagrama de Pareto de causas potenciales. Urgilés, 2020.

### 2.2.3 Plan de verificación de causas

Para validar de manera objetiva las diferentes causas potenciales, se realizó un plan de verificación de causas descrito en la Figura 2.15, donde se prueba a través de gemba y estadística generada por registros manuales/data histórica la forma en que cada teoría que influye en el problema enfocado.

PLAN DE VERIFICACIÓN DE CAUSAS POTENCIALES			
N°	Causa Potencial	Teoría	¿Cómo verificarla?
X7	Variabilidad en la productividad del área de desposte	La falta de estabilidad de kg procesados por minuto en el área de desposte provoca atrasos en la producción	Reportes- Gemba
X8	Tiempo de actividad operativa del personal no monitoreada	El personal operativo tiende a demorarse más tiempo con un bajo volumen de producción, provocando una baja productividad. Días con un volumen alto de producción tienden a demorarse menos tiempo.	Reportes-Gemba
X4	Personal con menor experiencia ubicado en diferentes etapas del proceso	El reemplazo no posee la misma destreza y habilidad que el operador titular provocando retrasos en la producción.	Reportes- Gemba
X10	Limpieza deficiente de equipos al terminar el turno	La limpieza deficiente de máquinas al finalizar el turno provoca que al día siguiente se tenga que volver a lavar (Reproceso) retrasando la operación.	Datos históricos
X3	Ausentismo del personal	El ausentismo del personal provoca que se utilice un operador de otra etapa para suplantar dicha ausencia. El reemplazo no posee la misma destreza y habilidad que el operador titular y retrasa la operación.	Gemba
X1	Paras en máquina de sellado	El 80% de los SKU'S finales convergen en dicha máquina de sellado. Un para no programa en la atmósfera modificada durante la producción provocará acumulación de material en proceso.	Reportes- Gemba
X2	Altos tiempos de Set up- liberación del área	Los altos tiempos de liberación del área provoca que la producción de res no empiece en el horario programado.	Datos históricos

Figura 2.15 Plan de verificación de causas potenciales. Urgilés, 2020.

## 2.2.4 Verificación de causas

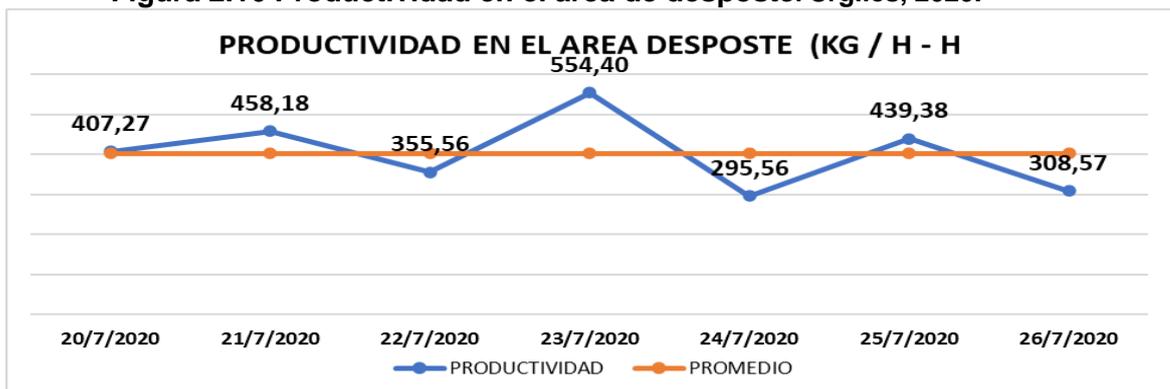
### 2.2.4.1 Variabilidad en la productividad en el área de desposte

A través de las hojas de registro suministradas y llenadas por el personal operativo, se obtuvo los resultados descritos en la Tabla 2.8 y Figura 2.16, demostrando que la configuración no definida en el área de desposte (Figura 2.17) altera mi productividad dentro de dicha área.

**Tabla 2.8 Registros manuales en el área de desposte. Urgilés, 2020.**

FECHA	DÍA	PIEZAS	KG PROCESADOS	INICIO	FIN	TIEMPO (H)	HOMBRES	PRODUCTIVIDAD
20/7/2020	lunes	32	2240	6:45	7:40	0.92	6	407.27
21/7/2020	martes	36	2520	6:45	7:40	0.92	6	458.18
22/7/2020	miércoles	32	2240	6:45	7:48	1.05	6	355.56
23/7/2020	jueves	33	2310	6:45	7:35	0.83	5	554.40
24/7/2020	viernes	19	1330	6:45	7:30	0.75	6	295.56
25/7/2020	sábado	34	2380	6:45	7:50	1.08	5	439.38
26/7/2020	domingo	36	2520	6:45	7:55	1.17	7	308.57

**Figura 2.16 Productividad en el área de desposte. Urgilés, 2020.**



**Figura 2.17 Configuración no definida en el área de desposte. Urgilés, 2020.**

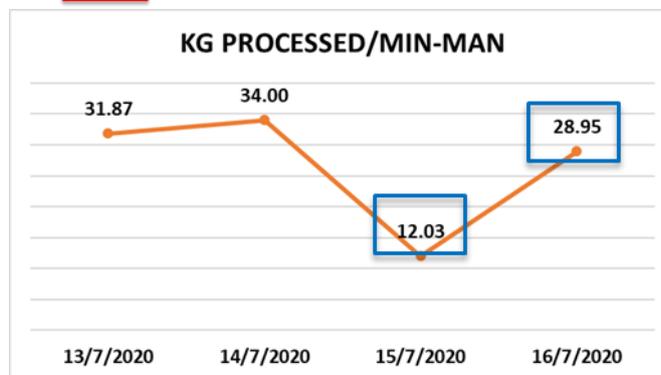


### 2.2.4.2 Personal con menor experiencia ubicado en diferentes etapas del proceso – Ausentismo del personal.

A través de las hojas de registro suministradas y llenadas por el personal operativo, se obtuvo los resultados descritos en la Tabla 2.9 y la figura 2.18, demostrando que el personal con menor experiencia ubicado en diferentes etapas del proceso debido al ausentismo del personal titular altera mi productividad dentro del área.

**Tabla 2.9 Registros manuales en el área de desposte-Novedades. Urgilés, 2020**

FECHA	MÁQUINA O ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FIN	#OPERARIOS	CANTIDAD PIERNAS	CANTIDAD BRAZOS	PIERNAS (KG)	BRAZOS (KG)	KG PROCESADOS	MIN	KG PROCESADOS /MIN	NOVEDAD
13/7/2020	DESPOSTE	6:45	8:00	5	29	8	2030	360	2390	75	31.87	
14/7/2020	DESPOSTE	7:00	8:30	5	36	12	2520	540	3060	90	34.00	
15/7/2020	DESPOSTE	6:49	12:04	5	40	22	2800	990	3790	315	12.03	Faltaron 2 despostadores, lo reemplazaron 1 de cerdo y 1 de fileteadora
16/7/2020	DESPOSTE	6:40	8:20	5	33	13	2310	585	2895	100	28.95	Falto 1 despostador, lo reemplazo el de fileteadora



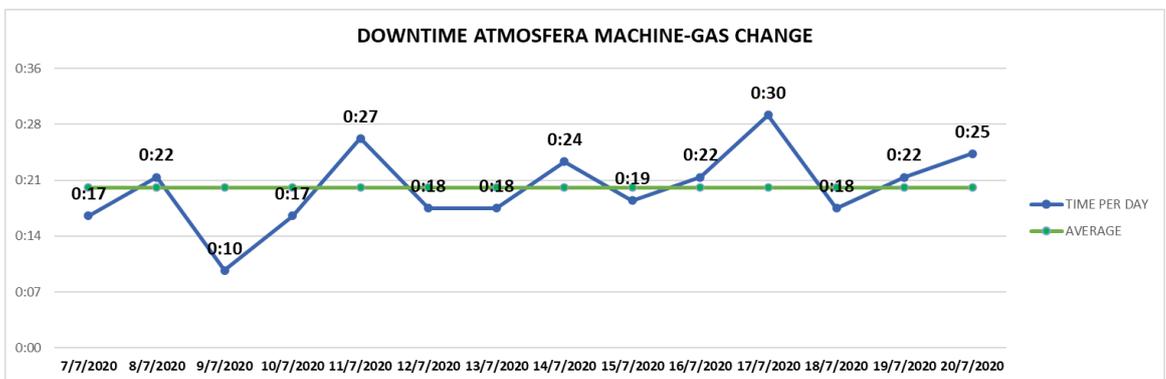
**Figura 2.18 Productividad con personal no titular. Urgilés, 2020.**

### 2.2.4.3 Paros en la máquina de sellado-Atmósfera modificada

A través de las hojas de registro suministradas y llenadas por el personal operativo, se obtuvo los resultados descritos en la Tabla 2.10 y Figura 2.19, demostrando que los paros diarios en la máquina de sellado “Atmósfera modificada”, me genera una para diaria de 20 minutos en promedio y acumulación de material en proceso sin sellar ( Ver figura 2.20)

**Tabla 2.10 Registros manuales - atmósfera modificada. Urgilés, 2020.**

FECHA	MÁQUINA	EVENTO	INICIO DE EVENTO	FIN DE EVENTO	DURACIÓN	CAUSA	RESPONSABLE
7/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	8:36	8:53	0:17	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
8/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	10:43	11:05	0:22	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
9/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	12:20	12:30	0:10	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
10/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	8:15	8:32	0:17	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
11/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	8:19	8:46	0:27	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
12/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	9:01	9:19	0:18	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
13/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	14:05	14:23	0:18	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
14/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	10:27	10:51	0:24	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
15/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	8:28	8:47	0:19	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
16/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	8:53	9:15	0:22	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
17/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	11:04	11:34	0:30	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
18/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	12:44	13:02	0:18	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
19/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	10:23	10:45	0:22	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
20/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	8:25	8:50	0:25	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA



**Figura 2.19 Paros diarios registrados en la máquina de atmósfera modificada. Urgilés, 2020.**



**Figura 2.20 Material en proceso acumulado. Urgilés, 2020.**

### 2.2.4.4 Limpieza deficiente de equipos al terminar el turno-Altos tiempos de Set up (Liberación del área)

A través de la estadística suministrada por el luminómetro (Instrumento de calidad utilizado para garantizar la inocuidad de los equipos) Figura 2.21, y el gemba mostrado en la Figura 2.22 se validó que existe una deficiente limpieza de equipos al finalizar el turno que provoca altos tiempos de set up-liberación de máquinas y equipos en el día posterior de producción.

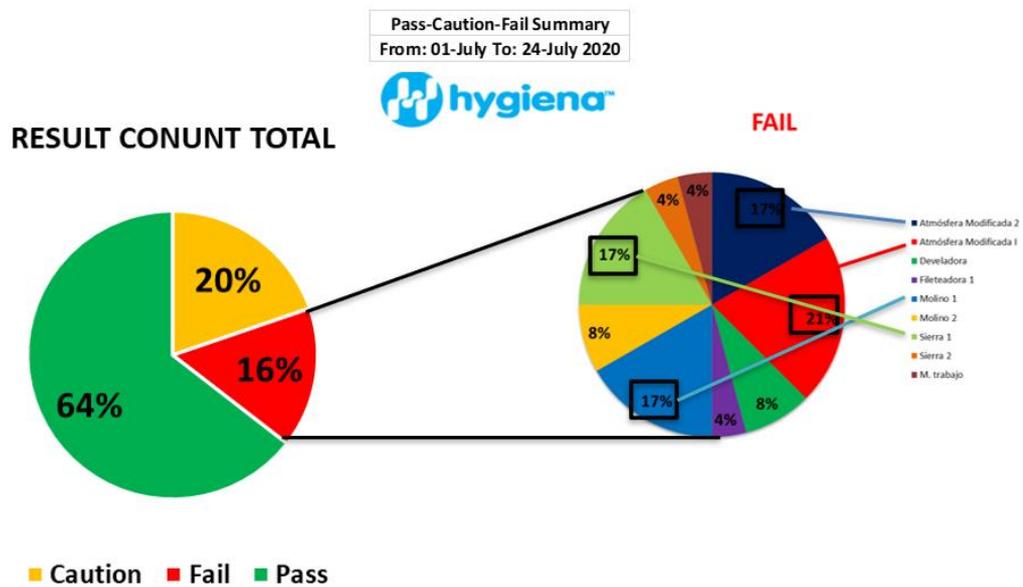


Figura 2.21 Resultados del luminómetro. Urgilés, 2020.



Figura 2.22 Reproceso en el lavado de máquinas - Altos tiempos de Set up. Urgilés, 2020.

## 2.2.5 Causas raíz

Tabla 2.11- 5 Por Qué-Causas Raíz. Urgilés, 2020.

CAUSA RAÍZ - 5 POR QUÉ						
N°	Causa Potencial	¿Por qué? -1	¿Por qué? -2	¿Por qué? -3	¿Por qué? -4	Causa Raíz
X7	Variabilidad en la productividad del área de desposte	La forma de agrupar los distintos cortes matrices por operador varía cada día	Todos los días se cuenta con una cantidad diferente de operadores	No existe una configuración de trabajo definida		Configuración de personal-cortes no definida en el área de desposte
X10	Limpieza deficiente de equipos al terminar el turno	Se desconoce los puntos críticos de limpieza de los equipos	No se realiza una retroalimentación de problemas de limpieza	No se realiza un control diario de limpieza al finalizar el turno		Tarea de supervisión de limpieza al finalizar el turno no adecuada
X1	Paras en máquina de sellado	Por extinción de gas de O2 Y CO2 durante la producción	Tiempo de reposición de gases no definido			Tiempo y cantidad de gases de reposición en la máquina de atmosfera modificada no definido
X2	Altos tiempos de Set up- liberación del área	Reprocesos en el lavado de máquinas	Las máquinas/equipos no pasan el control de calidad inicial	Limpieza deficiente de equipos al terminar el turno del día anterior	No se realiza un control diario de limpieza al finalizar el turno	Tarea de supervisión de limpieza al finalizar el turno no adecuada
X4	Personal con menor experiencia es ubicado en diferentes etapas del proceso	Por ausentismo del personal titular	Por requerimiento mínimo de operadores por etapa			Situación emergente por falta de personal no definida
X8	Tiempo de actividad operativa del personal no monitoreada	Se desconoce el tiempo de operación en función del volumen de producción	No existen tiempos estándares de operación por cada estación de trabajo			No existen tiempos estándares de operación por cada estación de trabajo

A través de la herramienta del 5 Por qué, se determinaron las causas raíz vinculadas a cada una de las causas potenciales. Ver Tabla 2.11.

## 2.3 Mejora

En esta etapa se evaluó la factibilidad de todas las posibles soluciones pertinentes a las causas raíz.

### 2.3.1 Lluvia de ideas de soluciones

La lluvia de ideas de soluciones (Tabla 2.12) fue realizada con la ayuda del personal operativo y el equipo de proyecto, proporcionando 1 o 2 soluciones por cada causa raíz.

**Tabla 2.12. Lluvia de idea de soluciones por cada causa raíz. Urgilés, 2020.**

Y's enfocado	Causa Raíz	Solución
Baja productividad- Alargues/atrasos de producción en la operación de res	Desbalance en la organización de la línea de desposte	Definir la configuración de personas y agrupación de cortes más productiva en el área de desposte
	Cambio de gases de CO2 y O2 en la atmosfera modificada no planificados	Definir el tiempo de reposición de gases de atmósfera modificada en función de la demanda (de modo que no intervenga en el tiempo de producción)
	Tarea de supervisión de limpieza del área y equipos al finalizar el turno no adecuada	Diseñar un control visual en el área para monitorear la correcta limpieza de máquinas/equipos al finalizar el turno Capacitar el personal para limpiar los puntos de difícil acceso y evitar retrabajo (Más de 1 liberación).
	Situación emergente por falta de personal no definida	Definir el personal inmovible y flexible por cada estación de trabajo. (De forma que una ausencia no sea compensada con otro personal que disminuya aún más mi productividad)
	Error en la planificación de la carga operativa	Definir el número de personas a ubicar por cada estación de trabajo y delimitar el tiempo de operación del personal en función de la demanda.

### 2.3.2 Selección de soluciones

La matriz de esfuerzo vs impacto (Tabla 2.13) se elaboró con la finalidad de comprobar la factibilidad de cada solución proporcionada. Las ideas con mayor impacto y menor esfuerzo fueron seleccionadas.

**Tabla 2.13 Matriz Esfuerzo vs Impacto de soluciones. Urgilés, 2020.**

No	Solución	Esfuerzo	Impacto
1	Definir la configuración de personas y agrupación de cortes más productiva en el área de desposte	1	9
2	Definir el tiempo de reposición de gases de atmósfera modificada en función de la demanda (de modo que no intervenga en el tiempo de producción provocando tiempos muertos)	1	6
3	Diseñar un control visual mediante guías operativas en el área para monitorear la correcta limpieza de máquinas/equipos al finalizar el turno.	1	6
4	Capacitar el personal para limpiar los puntos de difícil acceso y evitar retrabajo (Más de 1 set-up).	1	9
5	Definir el personal inamovible y flexible por cada estación de trabajo. (De forma que una ausencia no sea compensada con otro personal que disminuya aún más mi productividad)	3	6
6	Definir el número de personas a ubicar por cada estación de trabajo y delimitar el tiempo de operación del personal en función de la demanda.	3	9

### 2.3.3 Plan de implementación

Los detalles de cada propuesta de solución fueron descritos en la Tabla 2.14, donde se menciona las soluciones que fueron seleccionadas y el plan de acción a tomar por cada una de ellas.

**Tabla 2.14 Plan de implementación. Urgilés, 2020.**

No	¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?	Costo	Estado
1	Definir la configuración de personas y agrupación de cortes más productiva en el área de desposte	Porque ayudará a balancear la carga de trabajo entre los operadores, aumentará la tasa de salida (throughput) y reducirá la variabilidad de la productividad (Kg/h-h) en el "área de desposte"	ensamble obtenida mediante el estudio de tiempos. Configuración aprobada por el equipo del proyecto, jefe operativo y personal de res.	Área de desposte	17/08/2020-11/09/2020	Lider del proyecto	N/A	En progreso
2	Definir el tiempo de reposición de gases de atmósfera modificada en función de la demanda	Porque ayudará a evitar paras en la operación de la máquina de atmósfera modificada que paralizan mi operación y acumula material en proceso.	Definir un tiempo de reposición de gases de atmosfera modificada que solvente mi necesidad de sellado diario, evitando incurrir en paras diarias por falta de abastecimiento.	Área de proceso res	24/08/2020-11/09/2020	Lider del proyecto	N/A	Por implementar
3	Diseñar un control visual mediante guías operativas en el área para monitorear la correcta limpieza de máquinas/equipos al finalizar el turno.	Porque ayudará al personal a tener una guía y control de una correcta limpieza. De esta forma, se evita el retrabajo de limpieza y tiempo muerto en el día posterior de producción.	Fijar las guías operativas en el área de proceso para conocimiento de limpieza exhaustiva de máquinas y equipos.	Área de proceso res	17/08/2020-	Lider del proyecto-Departamento de calidad	N/A	Pendiente de aprobación
4	Capacitar al personal para limpiar los puntos de difícil acceso y evitar retrabajo (Más de 1 set-up).	Porque ayudará al personal a tener una guía y control de una correcta limpieza. De esta forma, se evita el retrabajo de limpieza y tiempo muerto en el día posterior de producción.	Con los jefes de dirección (mantenimiento y calidad) se realizará una sesión de formación para reforzar aspectos relacionados con la limpieza de materiales y equipos	Área de proceso res	24/8/2020	Lider del proyecto-Departamento de calidad	N/A	Por implementar
5	Definir el personal inmovible y flexible por cada estación de trabajo. (De forma que una ausencia no sea compensada con otro personal que disminuya aún más mi productividad)	Porque ayudará a los jefes operativos tener conocimiento que personal desbalancea mi proceso y lo hace menos productivo.	Con los jefes operativos se realizará una sesión de reconocimiento personal-habilidad para determinar el personal flexible entre áreas en caso de ausentismo.	Área de proceso res	24/8/2020	Lider del proyecto-Administración-Asistentes operativos	N/A	En progreso
6	Definir el número de personas a ubicar por cada estación de trabajo y delimitar el tiempo de operación del personal en función de la demanda.	Porque ayudará a la administración a tener un control sobre su personal operativo. Tendrán una referencia de la hora de finalización de la operación según la cantidad de personal en el proceso.	La administración tendrá un diagrama de gantt automatizado que estimará el tiempo de finalización de la actividad en función del personal en el área. Estos tiempos están ligados a los tiempos estándares de operación levantados.	Área de proceso res	24/08/2020-11/09/2020	Lider del proyecto-Administración-Jefe operativo	N/A	En progreso

## 2.3.4 Descripción de soluciones

### 2.3.4.1 Definir la configuración de personas y agrupación de cortes más productivas en el área de desposte.

Debido a que no existe una configuración definida de la cantidad de operarios ni la agrupación de cortes establecida por cada operador en el área de desposte, cada día se presentan resultados diferentes en la operación, tal como se muestra en la tabla 2.15.

**Tabla 2.15 Línea de desposte. Estado previo a mejoras. Urgilés, 2020.**

ESTADO ACTUAL			
No. DE OPERARIOS EN LA LÍNEA	7	6	5
TIEMPO TOTAL POR UNIDAD POR TRABAJADOR	0:05:47	0:05:47	0:05:47
CICLO DE CONTROL (RITMO DEL CUELLO)	0:01:13	0:01:13	0:01:38
TIEMPO TOTAL DE LA LÍNEA	0:08:31	0:07:18	0:08:10
% BALANCE DE LÍNEA	<b>67.91%</b>	<b>79.22%</b>	<b>70.82%</b>
UNIDADES / HORA	49.32	49.32	36.73
UNIDADES / HORA/ OPERARIO	7.05	8.22	7.35
COSTO DE MANO DE OBRA POR UNIDAD	\$ 4.14	\$ 3.55	\$ 3.97

La forma intuitiva en que se agrupan los cortes matrices con diferentes cantidades de operadores hace que con 6 o 7 operadores se produzca la misma tasa de salida (unidades/hora). Es decir que, bajo el estado actual (estado previo a mejoras), la mejor forma de trabajar en el área de desposte es con 6 trabajadores.

El porcentaje de balance de línea que es el resultado de utilización de esta, tal como se puede apreciar en la Figura 2.23, en el estado previo a mejoras obtengo el mejor balance con 6 operadores en la línea.

A su vez el menor costo de mano de obra por unidad y las unidades teóricas despostadas por cada hora por cada operario en el estado previo a mejoras obtengo el mejor resultado con 6 operadores en línea. Ver gráfico 2.23.

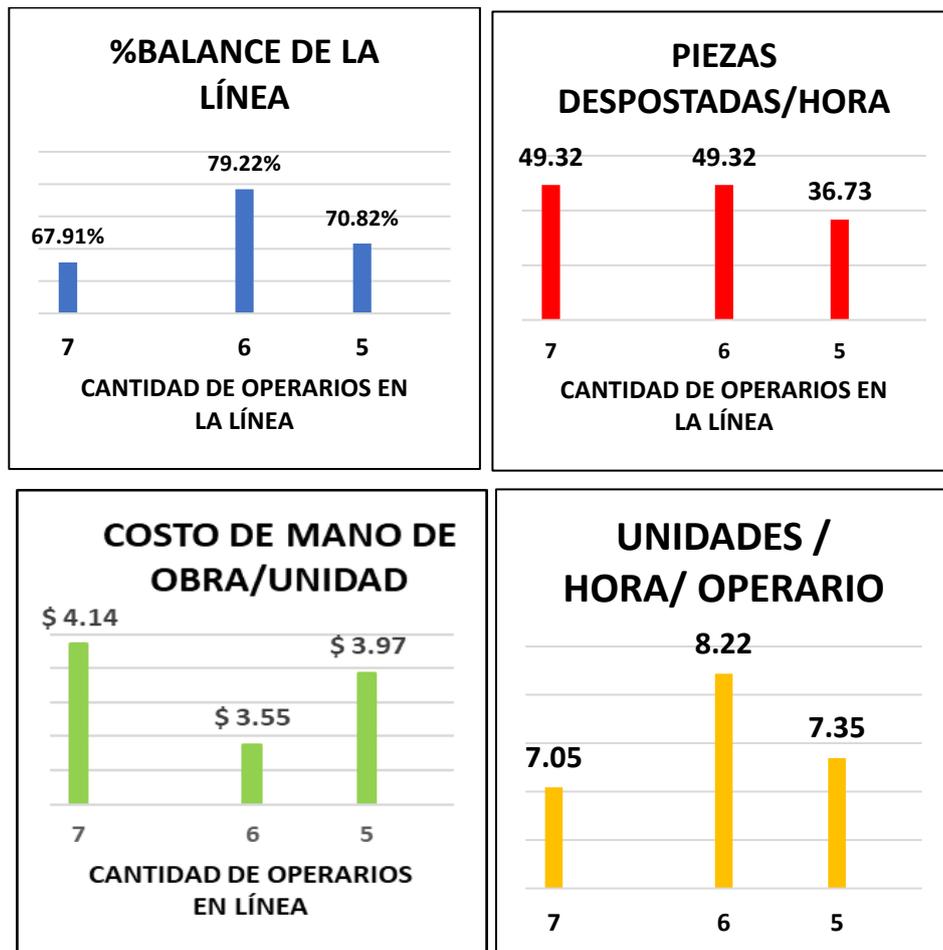


Figura 2.23 Línea de desposte - Resultado de configuraciones previo a mejoras. Urgilés, 2020.

La propuesta de solución es emplear la mínima cantidad de operadores (5) y producir una tasa efectiva de salida que cubra la demanda diaria de piezas de res por hora hasta la liberación de la mesa de trabajo que corresponde a la siguiente actividad en la operación. Entiéndase por liberación a la actividad de limpieza de equipos y materiales que mediante la aprobación del analista de calidad garantiza la inocuidad de estos y es posible operar/trabajar conservando la seguridad alimentaria.

A través del estudio de tiempos, se dividió la operación de desposte en elementos para su posterior estudio en la línea de ensamble (Ver Tabla 2.16).

**Tabla 2.16 Descripción de elementos en la línea de desposte. Urgilés, 2020.**

Desposte	Actividades de los elementos			
Elemento	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4
Corte de falda	Perfilar el filo	Corte matriz falda	Ubicar corte en la gaveta	
Corte de lomo fino	Perfilar el filo	Corte matriz lomo fino	Ubicar corte en la gaveta	Pasar la pieza
Corte de lomo asado	Perfilar el filo	Corte matriz lomo asado	Ubicar corte en la gaveta	
Corte de costilla	Perfilar el filo	Corte matriz costilla	Ubicar corte en carro	Pasar la pieza
Corte de cadera	Perfilar el filo	Corte matriz cadera	Ubicar corte en carro	Pasar la pieza
Corte de pulpa negra	Perfilar el filo	Corte matriz pulpa negra	Ubicar corte en la gaveta	
Corte de salón	Perfilar el filo	Corte matriz salón	Ubicar corte en la gaveta	
Corte de suizo	Perfilar el filo	Corte matriz suizo	Ubicar corte en la gaveta	
Corte de pajarilla	Perfilar el filo	Corte matriz pajarilla	Ubicar corte en la gaveta	
Corte de pulpa blanca	Perfilar el filo	Corte matriz pulpa blanca	Ubicar corte en la gaveta	
Corte de chucuzuela	Perfilar el filo	Corte matriz chucuzuela	Ubicar corte en la gaveta	
Corte de pulpa ciega	Perfilar el filo	Corte matriz pulpa ciega	Ubicar corte en la gaveta	
Hueso osobuco	Perfilar el filo			

Se añadió suplementos a cada uno de los elementos para obtener el tiempo estándar de operación (Tabla 2.17), estos tiempos nos ayudarán a determinar la mejor configuración y agrupación de cortes en la línea de desposte.

**Tabla 2.17. Tiempo estándar de los elementos. Urgilés, 2020.**

Elemento	Tiempo estándar del elemento
Corte de falda	0:00:28
Corte de lomo fino	0:00:42
Corte de lomo asado	0:01:21
Corte de costilla	0:00:17
Corte de cadera	0:01:02
Corte de pulpa negra	0:00:14
Corte de salón	0:00:09
Corte de suizo	0:00:21
Corte de pajarilla	0:00:18
Corte de pulpa blanca	0:00:43
Corte de chucuzuela	
Corte de pulpa ciega	0:00:12
Hueso osobuco	0:00:00
Desposte	0:05:47

**Tabla 2.18 Descripción de elementos en la línea de desposte. Urgilés, 2020.**

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	5 OPERARIOS		
		TIEMPO PARA PRODUCIR UNA UNIDAD POR UN TRABAJADOR	Nº DE TRABAJADORES EN LA OPERACIÓN	TASA DE PRODUCCIÓN POR UNIDAD
1	Corte falda y lomo fino	0:01:10	1	0:01:10
2	Corte de lomo asado	0:01:21	1	0:01:21
3	Corte de costilla y cadera	0:01:19	1	0:01:19
4	Corte de pulpa negra a pajarila	0:01:02	1	0:01:02
5	Corte de pulpa blanca hasta osobuco	0:00:55	1	0:00:55
A	TIEMPO TOTAL POR UNIDAD POR TRABAJADOR		0:05:47	
B	CICLO DE CONTROL (RITMO DEL CUELLO)		0:01:21	
C	No. DE OPERARIOS EN LA LÍNEA		5	
D	TIEMPO TOTAL DE LA LÍNEA		0:06:45	
E	% BALANCE DE LÍNEA		85.68%	
F	UNIDADES / HORA		44.44	
G	UNIDADES / OPERARIOS/HORA		8.89	
H	COSTO DE MANO DE OBRA POR UNIDAD		\$ 3.28	

**Tabla 2.19 Evolución teórica de la línea de desposte con las mejoras propuestas. Urgilés, 2020**

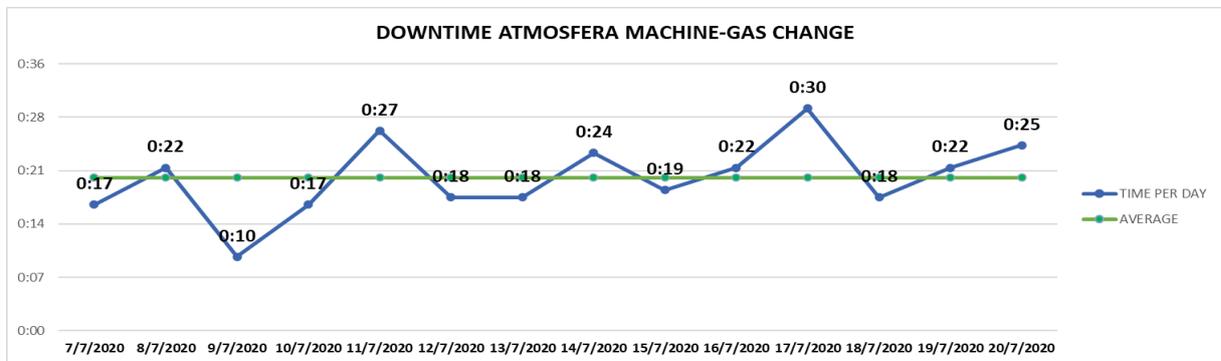
DESCRIPCIÓN	TH	% BALANCE	COSTO POR UNIDAD
ANTERIOR	36.73	70.82	3.97
ACTUAL	44.44	85.68	3.28
EVOLUCIÓN (%)	 21%	 21%	 -17%

### 2.3.4.2 Definir el tiempo de reposición para la atmósfera modificada

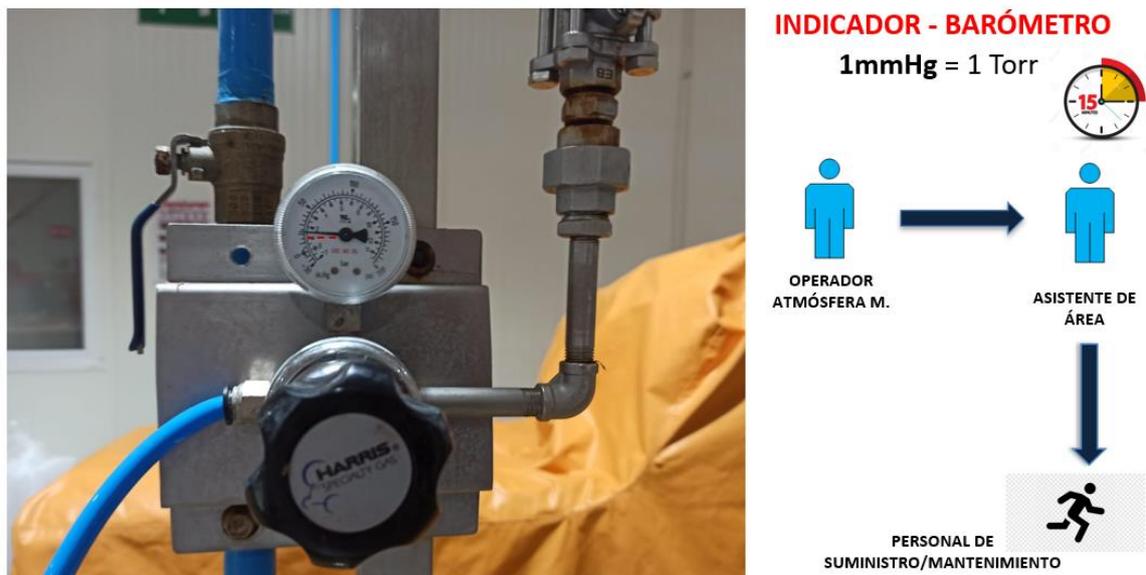
La atmósfera modificada es la máquina selladora del producto terminado en bandeja. Alrededor del 80% de los SKU'S convergen en esta máquina y una para no programada altera el flujo continuo de la línea y acumula material en proceso. La atmósfera modificada registra paros diarios de 20 minutos en promedio tal como se aprecia en la Tabla 2.20 y Figura 2.24 por la reposición de gases de O<sub>2</sub> Y CO<sub>2</sub>, en este tiempo se sellan alrededor de 300 bandejas, ya que, la capacidad de sellado de la atmosfera modificada es de 1 bandeja cada 4 segundos. El personal operativo realiza la reposición de gases correctiva provocando tiempos muertos en su operación debido a que emplea su tiempo en otra actividad fuera de producción.

**Tabla 2.20 Registros manuales - atmósfera modificada. Urgilés, 2020.**

FECHA	MÁQUINA	EVENTO	INICIO DE EVENTO	FIN DE EVENTO	DURACIÓN	CAUSA	RESPONSABLE
7/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	8:36	8:53	0:17	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
8/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	10:43	11:05	0:22	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
9/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	12:20	12:30	0:10	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
10/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	8:15	8:32	0:17	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
11/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	8:19	8:46	0:27	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
12/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	9:01	9:19	0:18	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
13/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	14:05	14:23	0:18	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
14/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	10:27	10:51	0:24	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
15/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	8:28	8:47	0:19	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
16/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	8:53	9:15	0:22	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
17/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	11:04	11:34	0:30	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
18/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	12:44	13:02	0:18	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
19/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	10:23	10:45	0:22	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA
20/7/2020	ATMÓSFERA MODIFICADA	PARA	8:25	8:50	0:25	Cambio de gas	OPERADOR ATMOSFERA



**Figura 2.24 Paros diarios registrados en la máquina de atmósfera modificada. Urgilés, 2020.**



**Figura 2.25 Propuesta de reposición de gases de atmósfera modificada. Urgilés, 2020.**

Debido a que la demanda no es determinística, la cantidad de gases de oxígeno y dióxido de carbono no tienen un tiempo definido de reposición. Un día se puede reponer los gases a las 10:00 am, mientras que el día siguiente se podría realizar la reposición las 13:00 pm.

La solución propuesta abarca la utilización del manómetro como indicador de reposición (Ver figura 2.25). Se colocó un referencial en la aguja del manómetro, fijando el punto de reposición cuando la aguja marque 1mmHg (Color rojo). Cuando la aguja apunte este valor, el operador tendrá que alertar al asistente de área la próxima reposición. El asistente de área notificará al personal de suministro que hará la reposición inmediata. Cabe recalcar que se hace la reposición cuando la aguja marque 1mmHg porque en este valor, la máquina de atmósfera modificada tiene suficiente gas para sellar aproximadamente 220 bandejas o el equivalente a 15 minutos de sellado. Durante este tiempo (15 minutos) el personal de suministro tendrá suficiente tiempo para ir a la ubicación de reposición y cambiar los gases en su culminación, favoreciendo o evitando la para de 20 minutos de la atmósfera modificada y 20 minutos de tiempo muerto presente en el personal operativo que hacia la reposición y dejaba postergada sus actividades de producción.

#### **2.3.4.3 Reforzar la capacitación al personal operativo en la limpieza y asepsia de los equipos y máquinas.**

Cada día antes de comenzar a operar con las diferentes máquinas, equipos y diferentes instrumentos, el analista de calidad asegura la inocuidad de estos previo a su utilización. A través del hisopado y validación por luminómetro, el analista decide si la operación puede comenzar o no.

La limpieza efectiva de los equipos al finalizar el turno representa una actividad crítica en la operación del día posterior, ya que, una deficiente limpieza al finalizar el turno de un día en particular me generará un reproceso de limpieza en el día posterior, ya que, el analista tendrá que rechazar la liberación y el personal operativo tendrá que volver a lavar la máquina/equipo. Este reproceso ocasiona que la liberación pase de 5 a 25 minutos diarios.

Guía Operativa					Fecha elaboración:	No.
Limpieza en la sierra de corte-Res					17/6/2020	1
Macro-Proceso:	Proceso	Tipo de Guía		Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Producción	Limpieza en la sierra de corte-res	S Seguridad	Q Calidad	P Productividad	Gary Urgilés	Dayvi Eñones
EPP's:				Herramientas y Equipos:		Frecuencia:
Mascarilla	Bata Pura de Acero	Uso abrigado	Cafía	válula, esponja cepillo, rociador, sople, linterna		Diario

**Figura 2.26** Guía operativa - Limpieza en la sierra de corte Res. Urgilés, 2020.

A través de la capacitación mediante guías operativas (Ver figura 2.26), se espera que el personal operativo realice una limpieza efectiva de los equipos al finalizar el turno, localizando de manera uniforme los puntos de fácil acceso y los de difícil acceso.

Se espera reducir el reproceso en limpieza de equipos y ganar 25 minutos de producción.

#### **2.3.4.4 Crear un plan emergente por ausentismo - Definir personal flexible**

El ausentismo del personal operativo afecta de manera directa en mi productividad, ya que, además de contar con una persona menos en la operación, muchas veces se sustituye este vacío por un personal menos capacitado para el cargo, ralentizando toda la línea.

La idea de crear este plan emergente (Figura 2.27) es ayudar al personal operativo y administrativo a reconocer que personal puede reemplazar un puesto de trabajo sin disminuir mi productividad a lo largo del día. El número del personal operativo está identificado en la figura 2.28.

PERSONAL-RES	CARGO-HABILIDAD 1	HABILIDAD 2	HABILIDAD 3
OPERATIVO 1	MOVIMIENTO-TRAZABILIDAD WIP	CORTES Y DESP AL VACÍO	
OPERATIVO 2	CARNICERO	SIERRA RES	
OPERATIVO 3	CARNICERO	CORTES Y DESP AL VACÍO	
OPERATIVO 4	CARNICERO		
OPERATIVO 5	CARNICERO	SIERRA RES	SIERRA POLLO
OPERATIVO 6	CARNICERO		
OPERATIVO 7	SIERRA RES		
OPERATIVO 8	EMPAQUE SIERRA	CORTES Y DESP AL VACÍO	
OPERATIVO 9	EMPAQUE SIERRA	CORTES Y DESP AL VACÍO	
OPERATIVO 10	EMPAQUE SIERRA	FILETEADORA	
OPERATIVO 11	FILETEADORA	SIERRA RES	SIERRA POLLO
OPERATIVO 12	MOLINO	TRANSFORMACIÓN RES	

Figura 2.27 Plan emergente por ausentismo - Personal flexible. Urgilés, 2020.

### 2.3.4.5 Delimitar los tiempos de operación en función del personal operativo en proceso.

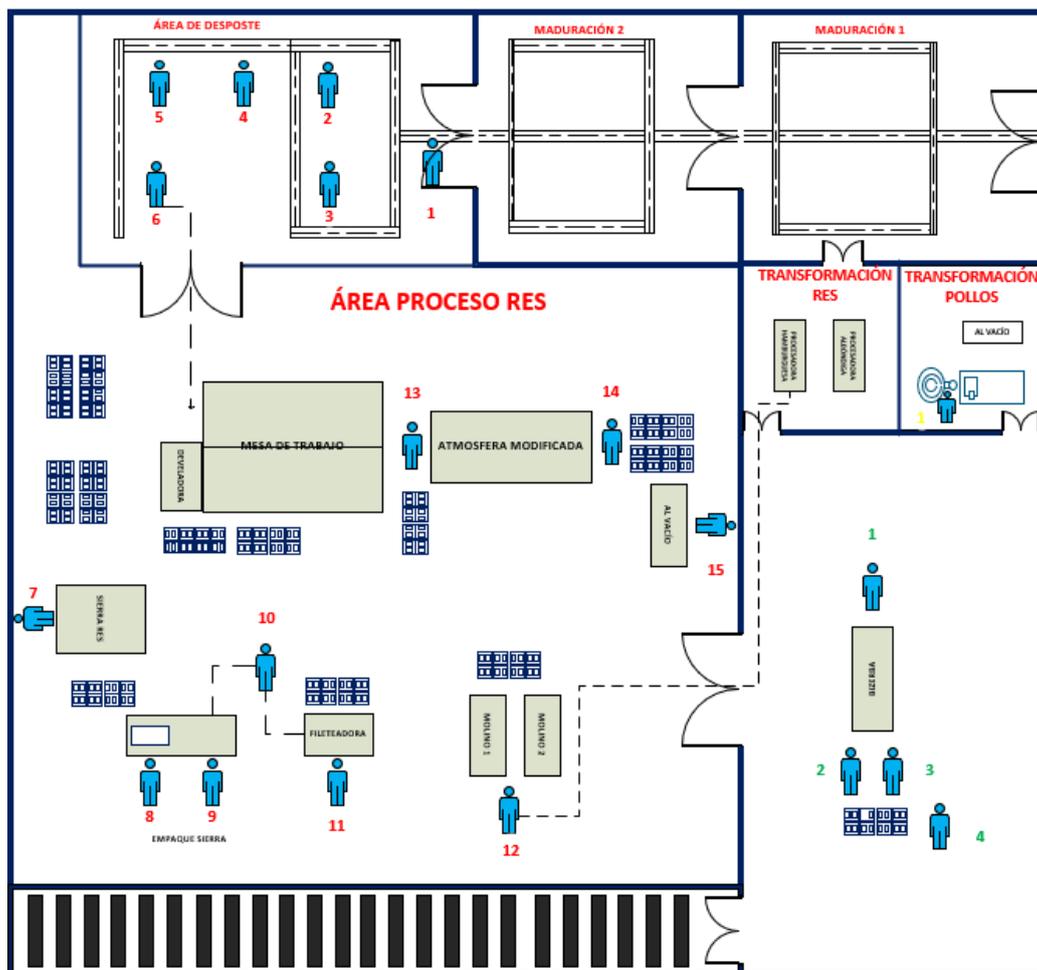
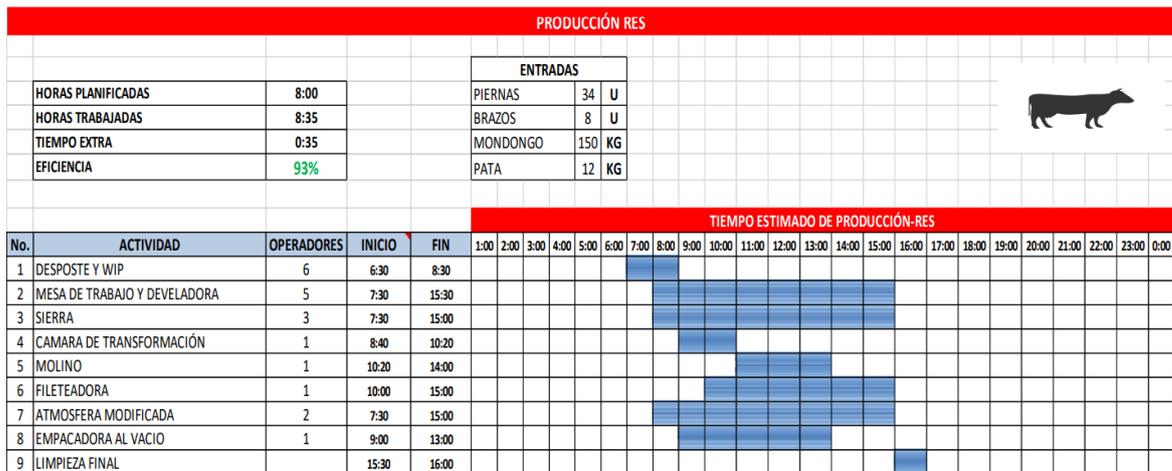


Figura 2.28 Personal operativo en proceso. Urgilés, 2020.



**Figura 2.29 Tiempo estimado de producción. Urgilés, 2020.**

Una vez definido el personal operativo por puesto de trabajo (Figura 2.28) y estandarizado los tiempos de operación vinculados a cada uno de los operadores, se elaboró una plantilla referencial del tiempo estimado de producción del área.

El objetivo de esta plantilla Figura 2.29 es ayudar a la administración a tener control sobre su personal operativo. Tendrán una referencia de la hora de finalización de la operación según la cantidad de personal en el proceso y entradas para procesar.

### 2.3.5 Plan de Control

Una vez implementadas las soluciones propuestas, se elaboró un plan de control (Tabla 2.21) con la finalidad de llevar un control/ monitoreo en el tiempo y evitar que las mejoras puedan perderse en el tiempo volviendo al punto inicial.

**Tabla 2.21 Personal operativo en proceso. Urgilés, 2020**

N	¿Qué voy a revisar?	¿Cómo/dónde lo voy a revisar?	¿Por qué lo voy a revisar?	¿Quién lo va a revisar?	Frecuencia
1	Productividad del área de res	Informe del analista de productividad	Monitorear que la productividad no sea inferior a 29kg/h-h.	Analistas-Jefes Operativos-Administrativo	Diario-Semanal-Mensual
2	Tiempo de liberación de máquinas (set-up)	Informe luminómetro	Asegurarme que no existen reprocesos en limpieza.	Analistas de calidad	Diario-Semanal-Mensual
3	Tiempo de operación	Gantt vinculado a tiempos estándares	Eficiencia de la producción en tiempo- Evitar sobre tiempo.	Analistas-Jefes Operativos-Administrativo	Diario-Semanal-Mensual
4	Proceso continuo en atmósfera modificada	Observación visual en el área de proceso de res	Evitar paras por desabastecimiento de gas de O <sub>2</sub> y CO <sub>2</sub>	Jefe Operativo	Diario
5	Cantidad de personal por estación de trabajo	Observación visual en el área de proceso de res	Evitar el desbalance del proceso-atrasos-paras y desperdicios	Jefe Operativo-Administración	Diario

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

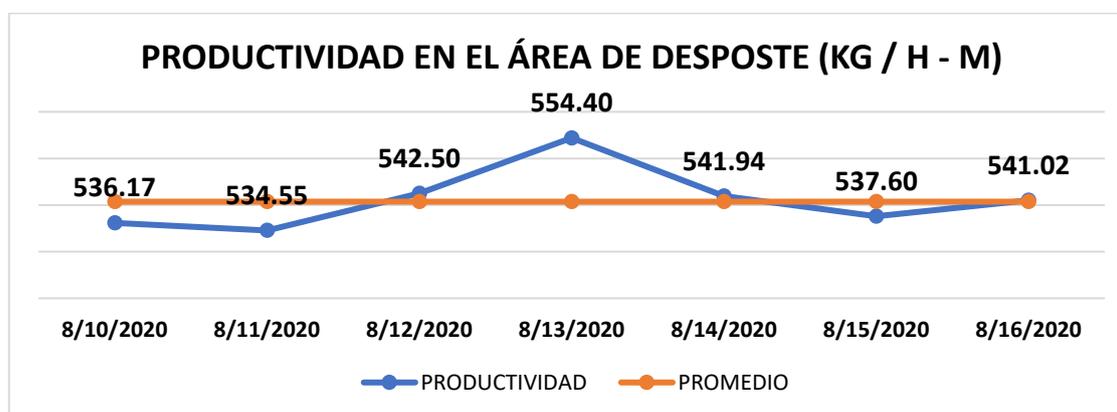
### 3.1 Soluciones implementadas

Una vez implementadas las diversas soluciones, se analizaron los resultados obtenidos en cada etapa del proceso.

Definido el número de operadores y el agrupamiento de cortes matrices en el área de desposte, se obtuvieron los resultados descritos en la tabla 3.1 e interpretados en función de productividad en la Figura 3.1

**Tabla 3.1 Resultados de implementación-Área de desposte. Urgilés, 2020**

FECHA	DÍA	PIEZAS	KG PROCESADOS	INICIO	FIN	TIEMPO DE ACTIVIDAD	OPERADORES	PRODUCTIVIDAD
10/8/2020	lunes	30	2100	6:45	7:32	0.78	5	536.17
11/8/2020	martes	35	2450	6:45	7:40	0.92	5	534.55
12/8/2020	miércoles	31	2170	6:45	7:33	0.80	5	542.50
13/8/2020	jueves	33	2310	6:45	7:35	0.83	5	554.40
14/8/2020	viernes	20	1400	6:45	7:16	0.52	5	541.94
15/8/2020	sábado	32	2240	6:45	7:35	0.83	5	537.60
16/8/2020	domingo	38	2660	6:45	7:44	0.98	5	541.02



**Figura 3.1 Resultados de implementación - Productividad en el área de desposte. Urgilés, 2020.**

La productividad en el área de desposte medida en Kilogramos/Hora-Hombre incremento en un 34% en dicha área y reduciendo su variabilidad en un 43%.

**Tabla 3.2 Evolución-Área de desposte. Urgilés, 2020**

DESCRIPCIÓN	PRODUCTIVIDAD	VARIABILIDAD
ANTES	402.7	46.59%
DESPUÉS	540.73	3.58%
EVOLUCIÓN	 34%	 -43.01%

Con la implementación de la reposición de gases de atmósfera modificada por parte del personal de suministro y mantenimiento se eliminó la para no programada diaria de 20 minutos. Obteniendo los siguientes resultados adicionales Tabla 3.3:

**Tabla 3.3 Resultados de implementación-Reposición de gases de O2 Y CO2. Urgilés, 2020**

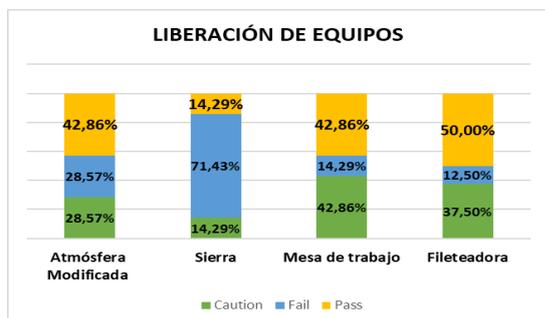
Reducción de para no programada en atmósfera modificada	20 minutos
Bandejas selladas en tiempo ganado	300 bandejas
Reducción del tiempo muerto del personal operativo	25 minutos
Reducción del tiempo de producción general del área	25 minutos

Anteriormente al realizar la reposición correctiva en los gases de atmósfera modificada se tenía que reprocesar alrededor de 4 bandejas por la falta de gas y deficiente sellado, ahora con la reposición preventiva, se reprocesa alrededor de 1 bandeja, reduciendo el reproceso en un 75% diario. Ver Tabla 3.4

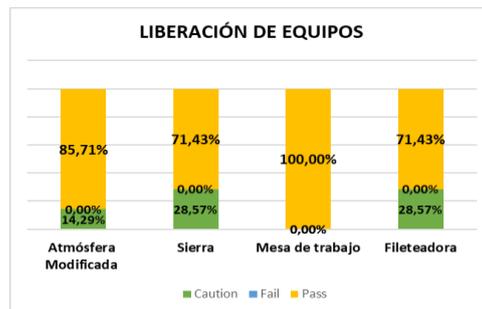
**Tabla 3.4 Bandejas reprocesadas por día con la implementación. Urgilés, 2020**

Bandejas reprocesadas por día	
Antes	4
Después	1
Reducción	-75%

Con la capacitación del personal operativo a través de las guías operativas de limpieza, se obtuvo los siguientes resultados (Tabla 3.5 y 3.6). La evolución se puede apreciar en la figura 3.2



Data del 24 de Agosto al 30 de Agosto



Data del 31 de Agosto al 6 de septiembre

Figura 3.2 Resultados de la liberación de equipos - Antes y después de la implementación. Urgilés, 2020.

Tabla 3.5 % de Falla antes y después de la implementación. Urgilés, 2020

% DE FALLO	ANTES	DESPUÉS	REDUCCIÓN
Atmósfera Modificada	28.6%	0%	-28.6%
Sierra	71.4%	0%	-71.4%
Mesa de trabajo	14.3%	0%	-14.3%
Fileteadora	12.5%	0%	-12.5%

Tabla 3.6 % de Pase directo antes y después de la implementación. Urgilés, 2020

% DE PASE DIRECTO	ANTES	DESPUÉS	EVOLUCIÓN
Atmósfera Modificada	42.86%	85.7%	42.9%
Sierra	14.29%	71.4%	57.1%
Mesa de trabajo	42.86%	100.0%	57.1%
Fileteadora	50.00%	71.4%	21.4%

Una vez implementada todas las mejoras, la productividad a nivel de toda el área de res evolucionó tal cual se muestra en la figura 3.3, denotando un incremento del 20% y superando en 2% al target propuesto.

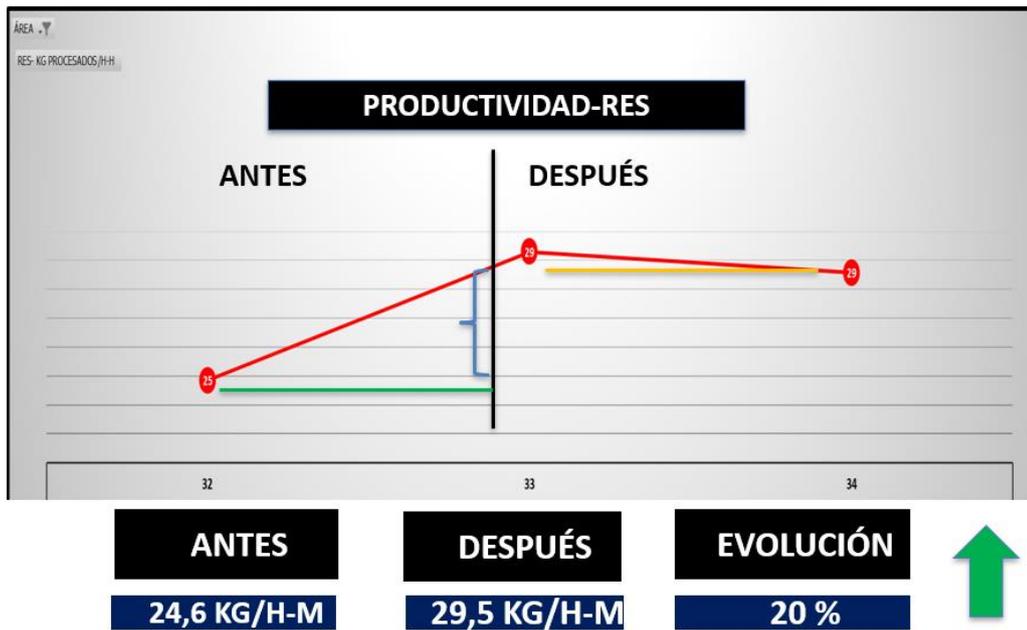


Figura 3.3 Aumento de la productividad a nivel general del área. Urgilés, 2020

El ahorro esperado se dividió en 3 secciones: reducción de costos de producción, costos energéticos y reducción de desperdicio de plástico. (Ver Tabla 3.7-3.10)

**Tabla 3.7 Reducción de costos de producción. Urgilés, 2020**

COSTOS DE PRODUCCIÓN			
DESCRIPCIÓN	PERSONAL OPERATIVO RES	VALOR MENSUAL	VALOR ANUAL
ANTES	17	\$ 583.80	\$ 119,095.20
DESPUÉS	15	\$ 583.80	\$ 105,084.00
<b>REDUCCIÓN</b>	<b>2</b>	\$ -	<b>\$ 14,011.20</b>

**Tabla 3.8 Reducción de consumo energético. Urgilés, 2020**

CONSUMO DE ENERGÍA-ATMÓSFERA MODIFICADA				
DESCRIPCIÓN	KW-H DIARIOS	KW-H MENSUALES	VALOR MENSUAL	VALOR ANUAL
ANTES	110.5	3425.5	\$ 137.02	\$ 1,644.24
DESPUÉS	104	3224	\$ 128.96	\$ 1,547.52
<b>AHORRO</b>	<b>6.5</b>	<b>201.5</b>	<b>\$ 8.06</b>	<b>\$ 96.72</b>

**Tabla 3.9 Desperdicio de plástico. Urgilés, 2020**

DESPERDICIO DE PLÁSTICO		
PRECIO	UNIDADES	\$/UNIDAD
\$ 2.00	200	\$ 0.01

**Tabla 3.10 Reducción de plástico. Urgilés, 2020**

DESCRIPCIÓN	\$/BANDEJA	CANTIDAD DE BANDEJAS REPROCESADAS MENSUALES	VALOR MENSUAL	VALOR ANUAL
ANTES	\$ 0.01	124	\$ 1.24	\$ 14.88
DESPUES	\$ 0.01	31	\$ 0.31	\$ 3.72
<b>REDUCCIÓN</b>		<b>93</b>	<b>\$ 0.93</b>	<b>\$ 11.16</b>

Los costos de producción (Ver Tabla 3.7) generan un ahorro de alrededor \$140001.20 anuales al reducir de 17 a 15 operadores en el área.

El costo de consumo de energía en la máquina de sellado (Ver Tabla 3.8), está vinculado directamente a la reducción de 20 minutos diarios en la operación de la máquina de atmosfera modificada. Generando un ahorro estimado de \$96.72 anuales.

El costo de reducción de desperdicio (Ver Tabla 3.10), está vinculado directamente a la reducción de bandejas reprocesadas por daños de material. Generando un ahorro estimado de \$11.16 anuales. El ahorro total anual estimado es de \$14119.08.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- Se alcanzó el objetivo del proyecto dado que, con las soluciones implementadas se incrementó la productividad del área en un 20%.
- Se redujo los costos de producción en un 12% generando un ahorro pronosticado de \$14000 anuales.
- Se incrementó en un 15% el balance en las cargas de trabajo en el área de desposte, área principal en el proceso de producción de res.
- Se disminuyó en un 75% la cantidad de bandejas reprocesadas generando un ahorro estimado de \$11.76 anuales.
- El consumo energético se disminuyó en 6% generando un ahorro estimado de \$96.75 anuales.
- La aplicación cuantitativa y cualitativa de la metodología DMAIC en cada una de sus etapas culminó con éxito el proyecto, identificando las causas raíz que generaban el problema e identificando soluciones exhaustivas para atacarlo. Dichos resultados están expuestos en el CTQ de la figura 4.1

METAS DE DESARROLLO SOSTENIBLE		ANTES	DESPUÉS	%EVOL
ECONÓMICO	Mejora de la productividad (Kg/H-H)	24,6	29,5	+20%
	Reducir costos de producción	\$119095,2	\$105084,0	-12%
SOCIAL	Balancear cargas de trabajo y disminuir fatiga	70,82%	85,68%	+15%
	Reducir bandejas reprocesadas	124	31	-75%
AMBIENTAL	Reducir consumo energético Kw H	\$1644	\$1547	-6%
	Reducir el consumo de plástico y agua	\$14,88	\$3,72	-75%

Figura 4.1 CTQ Resultados obtenidos del proyecto. Urgilés, 2020

## **4.2 Recomendaciones**

- Mantener la capacitación continua de limpieza de equipos y máquinas para evitar reprocesos y retrasos en la producción de res.
- Mostrar el indicador de productividad continuamente a jefes operativos y asistentes de área para que evalúen el rendimiento de su personal.
- Darles seguimiento a todas las mejoras implementadas en el tiempo.

# BIBLIOGRAFÍA

Cançado, T., Cançado, F. and Torres, M. (2019). Lean Six Sigma and anesthesia. *Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition)*, 69(5), pp.502-509

Cuevas, B. N. (2013). *Mapeo de la Cadena de Valor (VSM) como Estrategia de Reducción de Costos*. Tijuana.

Lean, P. (2015). *5 porque, análisis de la causa raíz de los problemas*. Colombia

Gutiérrez Pulido, H. (2014). *Calidad y productividad* (3rd ed.). México, D.F.: McGraw Hill.

Barba, Eric. Boix, Francesc. Cuatrecasas, Lluís. (2000). "Seis Sigma, Una iniciativa de Calidad Total". Ediciones Gestión 2000, S.A.. Barcelona, España.

Escalante Vásquez, Edgardo. (2008). "Seis Sigma, Metodología y Técnicas". Editorial Limusa, S.A. de C.V. .México D.F., México.

# ANEXOS



NOMENCLATURA	IMPACTO		IMPACTO											
	ESFUERZO	ESFUERZO	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Desbalance en la organización de la línea de desposte	Solución	Definir la configuración de personas y agrupación de corte más productiva en el área de desposte	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9
Desbalance en la organización de la carga de trabajo en el área de desposte	Solución	Definir la configuración de personas y agrupación de corte más productiva en el área de desposte	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9
Exceso de gases de CO2 y O2 en la atmósfera modificada no planificada	Solución	Definir el tiempo de reposición de gases de atmósfera modificada en función de la demanda (de modo que no interonga en el tiempo de producción preventivo (tiempo muertos))	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9
Falta de supervisión de limpieza del área y equipos al finalizar el turno	Solución	Definir un control visual mediante guías operativas en el área para monitorear la correcta limpieza de máquinas/equipos al finalizar el turno	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9
Situación emergente por falta de personal no definida	Solución	Definir el personal inmóvil y flexible por cada estación de trabajo (De forma que una ausencia no sea compensada con otro personal que cumpla el rol del mismo (productividad))	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9
Error en la planificación de la carga operativa	Solución	Definir el número de personas a cubrir por cada estación de trabajo y definir el tiempo de operación del personal en función de la demanda	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9

NOMENCLATURA	IMPACTO		IMPACTO											
	ESFUERZO	ESFUERZO	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Desbalance en la organización de la línea de desposte	Solución	Definir la configuración de personas y agrupación de corte más productiva en el área de desposte	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9
Desbalance en la organización de la carga de trabajo en el área de desposte	Solución	Definir la configuración de personas y agrupación de corte más productiva en el área de desposte	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9
Cambio de gases de CO2 y O2 en la atmósfera modificada no planificada	Solución	Definir el tiempo de reposición de gases de atmósfera modificada en función de la demanda (de modo que no interonga en el tiempo de producción preventivo (tiempo muertos))	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9
Falta de supervisión de limpieza del área y equipos al finalizar el turno	Solución	Definir un control visual mediante guías operativas en el área para monitorear la correcta limpieza de máquinas/equipos al finalizar el turno	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9
Situación emergente por falta de personal no definida	Solución	Definir el personal inmóvil y flexible por cada estación de trabajo (De forma que una ausencia no sea compensada con otro personal que disminuya aún más la productividad)	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9
Error en la planificación de la carga operativa	Solución	Definir el número de personas a cubrir por cada estación de trabajo y definir el tiempo de operación del personal en función de la demanda	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9

NOMENCLATURA	IMPACTO		IMPACTO											
	ESFUERZO	ESFUERZO	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Desbalance en la organización de la línea de desposte	Solución	Definir la configuración de personas y agrupación de corte más productiva en el área de desposte	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9
Desbalance en la organización de la carga de trabajo en el área de desposte	Solución	Definir la configuración de personas y agrupación de corte más productiva en el área de desposte	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9
Cambio de gases de CO2 y O2 en la atmósfera modificada no planificada	Solución	Definir el tiempo de reposición de gases de atmósfera modificada en función de la demanda (de modo que no interonga en el tiempo de producción preventivo (tiempo muertos))	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9
Falta de supervisión de limpieza del área y equipos al finalizar el turno	Solución	Definir un control visual mediante guías operativas en el área para monitorear la correcta limpieza de máquinas/equipos al finalizar el turno	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9
Situación emergente por falta de personal no definida	Solución	Definir el personal inmóvil y flexible por cada estación de trabajo (De forma que una ausencia no sea compensada con otro personal que disminuya aún más la productividad)	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9
Error en la planificación de la carga operativa	Solución	Definir el número de personas a cubrir por cada estación de trabajo y definir el tiempo de operación del personal en función de la demanda	1	3	6	9	1	3	6	9	1	3	6	9

FECHA: 14/07/20

ENCIERRE LA MÁQUINA O ACTIVIDAD DE SU OPERACIÓN: LIBERACIÓN - DESPOSTE - MESA DE TRABAJO Y DEVLADORA - (ATMÓSFERA MODIFICADA) - SIERRA - AL VACO - FILETEADORA - MOLINO - OTRA ( )

HORA INICIO: 08:13:02 HORA FIN: 15:57:40 # OPERARIOS

NO	MARQUE SOLO 1 CON UNA X			HORA DE INICIO DE EVENTO	HORA DE REANUDACIÓN	CAUSA/NOVEDAD
	PARA	REPROCESO	TIEMPO MUERTO			
1	X			08:28:05	08:31:20	Cambio de Turn
2	X			08:51:42	19:15:01	Cambio de gases
3			X	12:17:11	12:27:00	Nopay Muebles q' Pasa
4	X			13:40:25	14:30:00	Aj Muebles
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						