



ARTÍCULO CIENTÍFICO

Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la eficiencia de la producción en la empresa tabacalera Joya de Nicaragua.

Autor

Ingrid Massiel Aguirre Talavera

Onell Alexander Velásquez Casco

Wilber Marcelo Raúdez Moreno

Resumen

En esta investigación se realizó un estudio documental en la tabacalera joya de Nicaragua S.A. con línea de investigación: Estudio de tiempos y movimientos en el área de producción para mejorar la eficiencia.

El estudio de tiempos es una técnica utilizada para determinar el tiempo estándar permitido en el cual se llevará a cabo dicha actividad, tomando en cuenta las demoras personales, fatigas y retrasos que se puedan presentar al momento de la realización de la actividad, para hacer el diagrama bimanual se tomó el tiempo que se tarda el operario en realizar dicha activada con la mano derecha e izquierda para la obtención de estos métodos se requirió la utilización de cronómetros digitales ideales para la recolección de estos datos, el estudio de tiempos busca producir más, en menos tiempo y mejorar la eficiencia de la línea de producción.

Por lo tanto el estudio de movimientos consiste en analizar detalladamente los movimientos del cuerpo al realizar una actividad con el objetivo de eliminar los movimientos inefectivos y facilitar la tarea. Este estudio se combina con el estudio de tiempos para obtener mejores resultados respecto a la eficiencia y la velocidad con que se lleva a cabo la tarea. Los métodos que utilizamos fueron secuenciales, comenzando con una investigación de campo, donde se tomó la información de primera mano para localizar el problema, analizarlo y ofrecer una propuesta de solución a la empresa.



Palabras claves: Eficiencia, Tiempo estándar, factibilidad económica, balanceo de línea, productividad.

Introducción.

Al llevar a cabo un estudio de tiempos y movimiento en la tabacalera Joya de Nicaragua se ha considerado que es de suma importancia en cualquier empresa donde existe un proceso de producción; tal es el caso del proceso de producción de tabacos, en donde gran parte de la operaciones que conforman el proceso son manuales, por lo cual debe existir un estricto control en los tiempos y movimientos de la operaciones para evitar atrasos que impliquen el incremento en los costos.

Éste consiste en analizar la situación actual de la empresa respecto a factores que intervienen en el proceso de producción así como la distribución de la planta, maquinaria y equipos utilizados en las líneas de producción, manejo de materiales, personal, jornadas de trabajo y condiciones ambientales, ya que debe existir una adecuada combinación de estos factores para lograr una producción eficiente.

Por medio del método antes mencionado se pueden determinar los tiempos estándar de cada una de las operaciones un proceso como es mostrada mediante los resultados obtenidos, así como analizar los movimientos que hace un operario para llevar a cabo la operación. De esta forma se evitan movimientos innecesarios que solo incrementan el tiempo de la operación.

La técnica moderna del estudio de movimiento, se puede definir como el estudio de los movimientos del cuerpo humano que se utilizan para realizar una labor determinada, con el fin de mejorarla, estableciendo luego la secuencia o sucesión de movimientos más favorables para lograr una eficiencia máxima.

Se debe definir una situación propuesta con base a la teoría encontrada en varias fuentes de información especializadas en el tema para mejorar la situación actual de la empresa, y de esta manera optimizar sus recursos para la producción de tabacos.



MATERIAL Y MÉTODO

Localización de la investigación

El estudio se llevó a cabo en la fábrica manufacturera de Tabacos Joya de Nicaragua S.A de Estelí. Ubicada en el Km. 147 carretera Panamericana Estelí, Nicaragua.

La información primaria se recolectó a través de visitas a la fábrica en las que se tomaron las medidas reales de las instalaciones, y se observaron los métodos utilizados para llevar a cabo el proceso.

Tipo de Investigación

El presente estudio es descriptivo ya que este tipo de investigación permite conocer y hace referencia exacta de las actividades, procesos y entorno que se encuentran en el transcurso de la investigación.

Según su enfoque filosófico es de tipo cuantitativo porque las variables objeto de estudio son de conteo y de medición, las cuales generan datos cuantitativos discretos y cuantitativo continuos. Además los datos antes mencionados se recolectaron a través encuesta como un instrumento eminentemente cuantitativo.

En la investigación se recopiló la mayor cantidad de información existente sobre los procesos productivos continuos necesarios para el diseño y elaboración de los puros la ventaja de la investigación descriptiva-cuantitativa es su bajo costo y la ventaja de poder estar presente en el momento que se realizan los procesos para la elaboración de puros así como también la información estadística de la empresa.

En esta etapa de investigación se buscó a especificar las propiedades importantes de todos los insumos que se utilizan en el proceso de fabricación de puros, en el presente estudio se ha seleccionado una serie de parámetros, mediante cada uno de ellos para así describir lo que se investiga y llegar a una conclusión.

Nombre o Razón Social.

Joya de Nicaragua es una planta de elaboración de puros con una superficie contruida de 2,224.43 m² Planta baja y 1,970.44 m² Planta alta. La planta tiene una capacidad de producción anual de 2,000,000 de puros.



Actividad que realiza la empresa.

La industria de tabaco está compuesta a instalaciones dedicadas a una serie de procesos que transforman el puro, su principal materia prima es el tabaco, su producto final es el cigarro o puro que es exportado a Estados Unidos el cual representa el 50% y el 49% Europa (España, Alemania, Suiza, Austria) el 1% es de consumo nacional.

Domicilio Fiscal.

Carretera Panamericana Km 149, Departamento de Estelí. Este lugar cumple con los requerimientos de la empresa, ya que consta con disponibilidad de mano de obra, fácil acceso, medios de transporte, calles y avenidas pavimentadas, agua potable, servicio telefónico, servicio de extracción de basura, servicio de la empresa eléctrica. Este último servicio es el más indispensable para las operaciones de la empresa.

Organización interna de la empresa.

La organización interna de la empresa está formada por el área administrativa y operativa. El área administrativa se compone de: junta directiva, gerente general, gerencia financiera, gerencia de ventas, gerencia administrativa, gerencia de producción, gerencia de RRHH, responsable de higiene y seguridad.

El área operativa está compuesta por 117 personas distribuidas de la siguiente manera: en el área de producción, es decir, 65 en el departamento de Boncheo y Rolado, 15 en el departamento de Rezago y Despalillo, 6 en reparto de materia prima, 3 Revisadores, 25 en Empaque y 3 guardas de seguridad por turno.

Instrumentos de investigación.

Como instrumentos para alcanzar los resultados de investigación utilizaremos distintas técnicas tales como.

- Técnicas estadísticas.
- Investigación bibliográfica de todo el proyecto, para obtener información que ayude al desenvolvimiento de la investigación.



- Técnicas de ingeniería de métodos los cuales fueron las herramientas base para estudio de optimización de recursos en la investigación.
- Observación directa de todas las actividades que se realizan en los procesos.
- Diagramas, principalmente diagrama de flujo y recorrido que son una representación gráfica que nos ayudan a mejorar los tiempos productivos.

Todas estas técnicas fueron utilizadas en las distintas etapas de la investigación, unas para encontrar los problemas de la empresa y a su vez definir las causas y los efectos que estas tienen sobre la productividad de la empresa.

Para realizar la disminución de tiempos improductivos en la elaboración de puros de la empresa Joya de Nicaragua primero establecimos la metodología que utilizaríamos para obtener la información que necesitamos para nuestro análisis.

La metodología establece la forma como se lleva a cabo el trabajo productivo, así como las herramientas que utilizaremos dentro de la investigación. Dentro de la metodología aplicada al proyecto de estudio de tiempo tenemos.

- Compilación de la información de las actividades en cada uno de los procesos.
- Revisión de los datos obtenidos.
- Análisis de la información disponible relacionada con las características físicas y aspectos socioeconómicos y culturales del área de influencia.

Los métodos que utilizamos fueron secuenciales, comenzando con una investigación de campo que se realizó en el área de producción de las instalaciones de la empresa, donde se tomó la información de primera mano para localizar el problema, analizarlo y ofrecer una propuesta de solución a la empresa.

Población

Se define a la población como el conjunto de todos los elementos que son objeto del estudio y que se medirán

La población de estudio es conformada por 250 trabajadores del área de producción de la tabacalera Joya de Nicaragua.



El universo que se empleó para el muestreo fue el de las áreas de trabajo en donde se localiza el problema de la organización. La población en la investigación fueron los procesos y las actividades que realiza la empresa para la elaboración de puros, y las muestras fueron las actividades que mediante un análisis de ingeniería industrial podrían tener mejorías notables mediante la aplicación de alternativas que mejoren los procesos en ahorro de tiempo y material.

Muestra

La muestra es el subconjunto de mediciones seleccionados de la población de interés. La selección de la muestra se realizó con un diseño muestral probabilístico y luego se efectuó un Muestreo Simple Aleatorio.

Etapas de la investigación.

Investigación documental.

Para la obtención de la información se hicieron consultas bibliográficas, se elaboró el protocolo de investigación que consistió en la delimitación del tema, objetivos, desarrollo de marco teórico y elaboración de un diseño metodológico, todo esto sirvió como base para la elaboración de este documento.

Elaboración de instrumentos.

En esta etapa se dio la elaboración de la encuesta tomando en cuenta las variables contenidas en los objetivos, los formatos de recolección de información se elaboraron en base a los requerimientos que se necesitaban para la elaboración de este documento. Con los instrumentos se pretendía recolectar información para medir el nivel de conocimiento en materia de productividad aplicable al área de producción de la empresa “Joya de Nicaragua, S.A.”.

Trabajo de Campo.

En esta etapa se desarrolló la valoración de los diferentes cálculos del estudio de tiempos en la empresa, evaluación de diferentes herramientas necesarias para la recolección de datos en el estudio de tiempos, la evaluación de posibles técnicas aplicables para la empresa “Joya



de Nicaragua” para la recopilación de datos de los distintos tiempos y movimientos y la aplicación de las herramientas de compilación de información.

Análisis documental

Según Eugenio Tardón (2009) citado por Cruz (2012), el análisis documental “consiste en extraer de un documento los términos que sirvan para una representación condensada del mismo. Es decir, es el conjunto de operaciones realizadas para representar el contenido de forma diferente al documento original”.

El objetivo de realizar el análisis documental fue con el propósito de realizar una revisión de los conocimientos de vanguardia sobre los determinantes del rendimiento académico y obtener nociones sobre como inciden los factores sociodemográficos y los Hábitos de Estudio al rendimiento académico de estudiantes universitarios.

Consideraciones éticas

Durante el desarrollo de la investigación se tomaron en cuenta las diferentes consideraciones éticas:

1. Se le solicitó a los de estudiantes su consentimiento para poder aplicarles las encuestas.
2. Se realizó el procesamiento de la opinión de cada uno de los encuestados.

Técnicas e instrumentos para obtención de la información.

Las técnicas que se usaron en esta investigación son: Observación directa, encuesta y entrevista.

Observación directa

Comprender procesos, vinculaciones entre personas y sus situaciones, experiencias o circunstancias, los eventos que suceden al paso del tiempo y los patrones que se desarrollan. ((Miles & y Jorgensen, 2013, 1989)

El objetivo de realizar un análisis de observación fue con el fin de conocer todo los procesos que realizan en el área de producción para la elaboración de puros.



Entrevista

(Major & Horrocks, 2013 y 2010) La entrevista cualitativa es más íntima, flexible y abierta que la cuantitativa (Savin-Baden y Major, 2013; y King y Horrocks, 2010). Se define como una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados). En el último caso podría ser tal vez una pareja o un grupo pequeño como una familia o un equipo de manufactura

El objetivo de la entrevista es conocer el proceso de producción del puro para luego verificar en campo los resultados obtenidos y proceder a la medición de tiempos, donde se pretende determinar los siguientes tiempos: producción, concesión, muertos y estándar.

Con el fin de ampliar los resultados, la entrevista será centrada en el usuario, con el objetivo de identificar insights emocionales que pueden estar incidiendo de forma indirecta en los tiempos de producción.

Encuestas.

Para Richard L. Sandhusen, las encuestas obtienen información sistemáticamente de los encuestados a través de preguntas, ya sea personales, telefónicas o por correo. (Rada, 2009)

El objetivo de la encuesta es obtener información por medio de preguntas en base a estudio de tiempos y movimientos de esta manera mejorar la eficiencia para obtener un incremento en la productividad evitando tener fallas y minimizar los costos mediante su producciones diarias.

Tratamiento de la información.

- Para el tratamiento de la información se utilizaron los siguientes programas:
- Excel para el procesamiento de la encuesta, también para determinar el muestreo aleatorio simple, para la determinación de la factibilidad económica (relación beneficio-costos) del método y diagramas como de flujo de proceso, Pareto y Gantt.
- AutoCAD para la elaboración de distribución de planta y diagrama de recorrido.
- Microsoft Visio para la realización del diagrama de Ishikawa y otros diagramas.
- Word para la elaboración del informe final.



DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En ésta etapa de la investigación se realiza observación directa, valoración y posteriormente análisis de datos obtenidos a través de diferentes pruebas de campos mencionadas anteriormente, en donde se puede observar claramente cada grafica de los resultados obtenidos de las evaluaciones.

Cabe mencionar que para poder obtener esos resultados también se aplicaron diferentes tipos de métodos, ejemplo: diagramas de Gantt, Ishikawa y de Pareto como también el método de la Ruta Crítica. Una vez obtenido los resultados se siguió a realizar la redacción de estrategias de mejoras y del FODA mencionando: fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en materia de estudio de tiempo en la Tabacalera Joya de Nicaragua S.A.



FODA

<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento continuo de los procesos y puestos de trabajo. • Materia prima de buena calidad. • Recurso humano con amplia experiencia. • Gran capacidad de eficiencia • Delega las funciones a cada uno de los trabajadores. • Ofrece puros de calidad a sus clientes. • Los trabajadores están comprometidos con la empresa y la visión del futuro. • Entrega de incentivos a los trabajadores. 	<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de planeación en la unidad. • Falta de organización en la información. • Entrega de documentos (área de bodega de materiales) a la hora incorrecta y mal hechos. • Recargo de trabajo que no corresponde a ciertos responsables. • Falta de concentración en el puesto de trabajo. • Cambio de puestos de trabajo sin realizar la adecuada capacitación de manejos de equipos y desarrollo de las funciones. • No hay estándares de tiempo sobre producción.
<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • La competencia tienen un salario más alto. • Los pedidos se retrasan por ciertos responsables que no cumplen con su labor. • Sistemas tecnológicos en malas condiciones 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de proyectos para beneficio de los trabajadores. • Calidad final en los productos terminados. • Políticas comprometidas con el desarrollo en la empresa. • Generar conciencia de responsabilidad en el puesto de trabajo

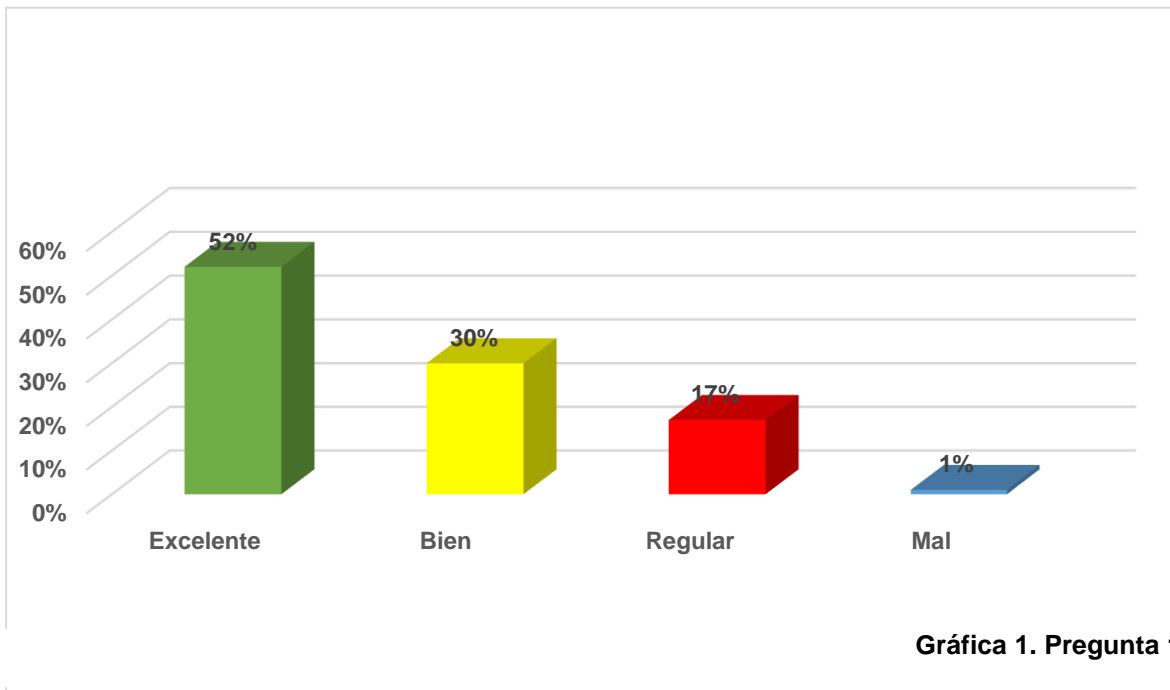


Estrategias

- Realizar capacitaciones para todos los trabajadores con motivo al desempeño de sus labores, entrega de documentación (manual) correspondiente con el objetivo de tener trabajadores completamente preparados y así mejorar la productividad y la calidad del producto.
- Mantener un stock de materia prima o reserva para no impedir el proceso de producción.
- Fijar estándares de tiempo para cada línea de producción para evitar el tiempo improductivo y darlos a conocer a los trabajadores a través de las capacitaciones impartidas al empezar sus labores.
- Control adecuado de la producción a través de un Software que pueda llevar el registro de la producción, inventarios, nóminas y demás, esto con el fin de que la empresa labore de mejor forma en cuanto a tiempo y productividad eliminando los registros físicos, digitalizando todo.
- Mantenimiento del Software trimestralmente para una funcionalidad correcta para que este proyecte la información actualizada y sin errores.

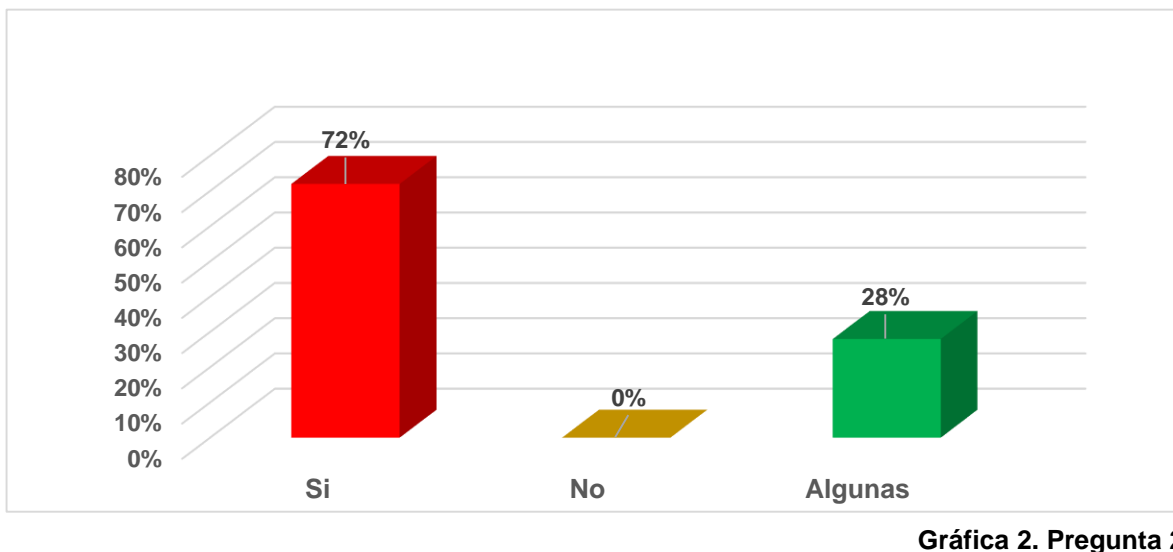
Resultados de la encuesta

1. ¿Cómo se siente acerca de su entorno de trabajo?



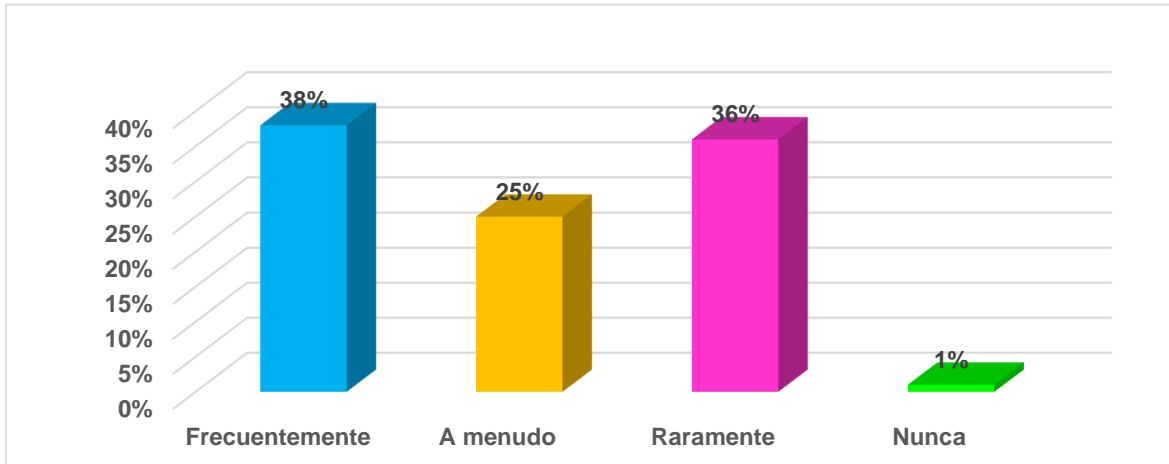
El 52% de los trabajadores indica que se siente excelente acerca de su entorno de trabajo, el 30% se siente bien, un 17% dice que se siente regular y solo 1% se siente mal con su entorno laboral.

2. ¿Posee todos los equipos y herramientas necesarias para desempeñarse de manera eficiente?



El 72% del personal alega que posee todos los equipos y herramientas necesarias para desempeñarse de manera eficiente y el 28% dice que tiene solo algunas herramientas para la elaboración de sus tareas.

3. ¿Con que frecuencia evalúa la empresa el rendimiento de los empleados?

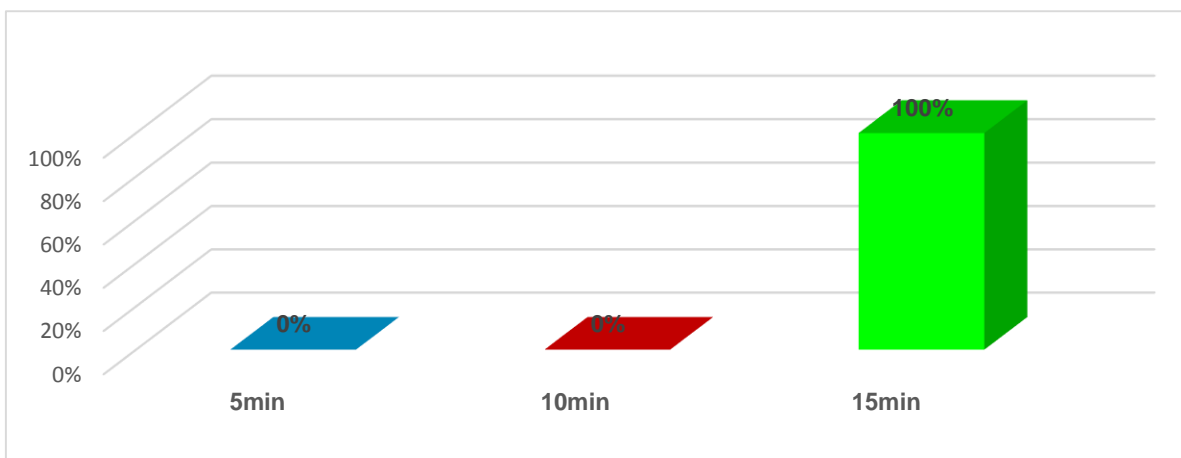


Gráfica 3. Pregunt 3.

Un 38% de los encuestados revela que la empresa evalúa frecuentemente el rendimiento de sus emplrados, el 25% indica que a menudo, el 36% dice que raramente evalúan su rendimiento y 1% indica que nunca.

4. ¿Se les da descanso?.

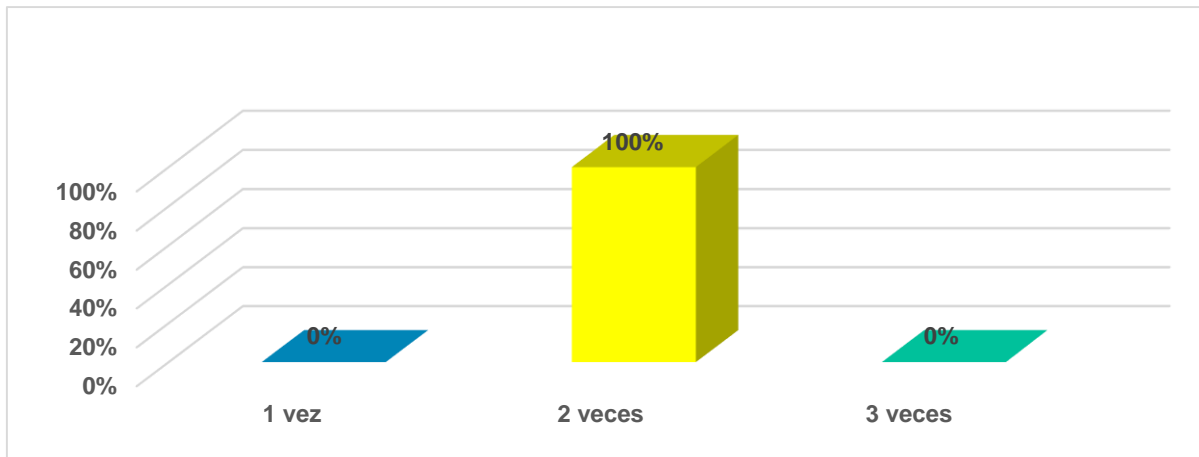
a. Tiempo de descanso



Gráfica 4. Pregunt 4 a.

El 100% de los encuestados indica que si se les da un descanso de 15 Minutos.

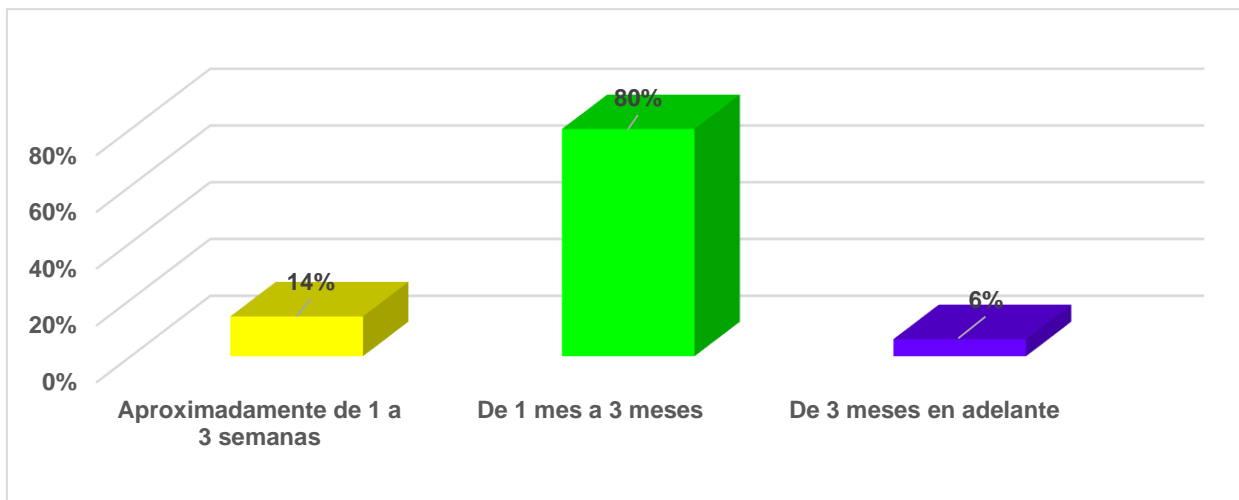
b. Con que frecuencia



Gráfica 5. Pregunta 4 b.

El 100% de los encuestados dice que les dan descanso con una frecuencia de 2 veces en el día.

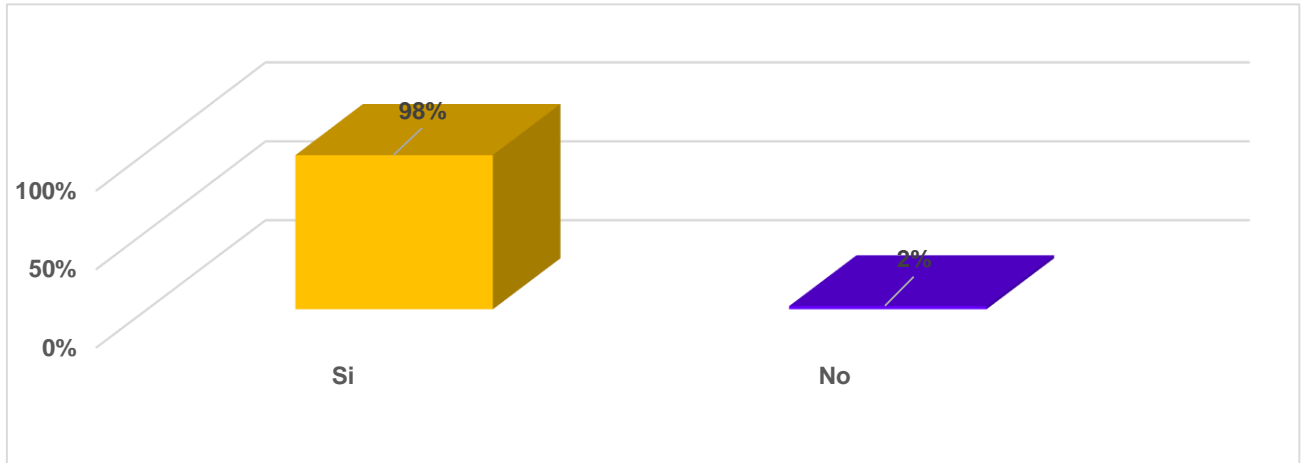
b. ¿Cuanto tiempo tardan en dar todas las indicaciones que son necesarias saber para desempeñar sus labores?



Gráfica 6. Pregunta b.

El 14% de los encuestados revela que el tiempo que se tardan en dar las indicaciones necesarias saber para desempeñar labores es de aproximadamente de 1 a 3 semanas, el 80% indica que se tardan de 1 a 3 meses y solo un 6% dice que el tiempo que esperan para recibir todas las indicaciones es de 3 meses en adelante.

5. ¿Hacer su trabajo genera un sentido de logro es decir, se siente feliz por el trabajo que hace?

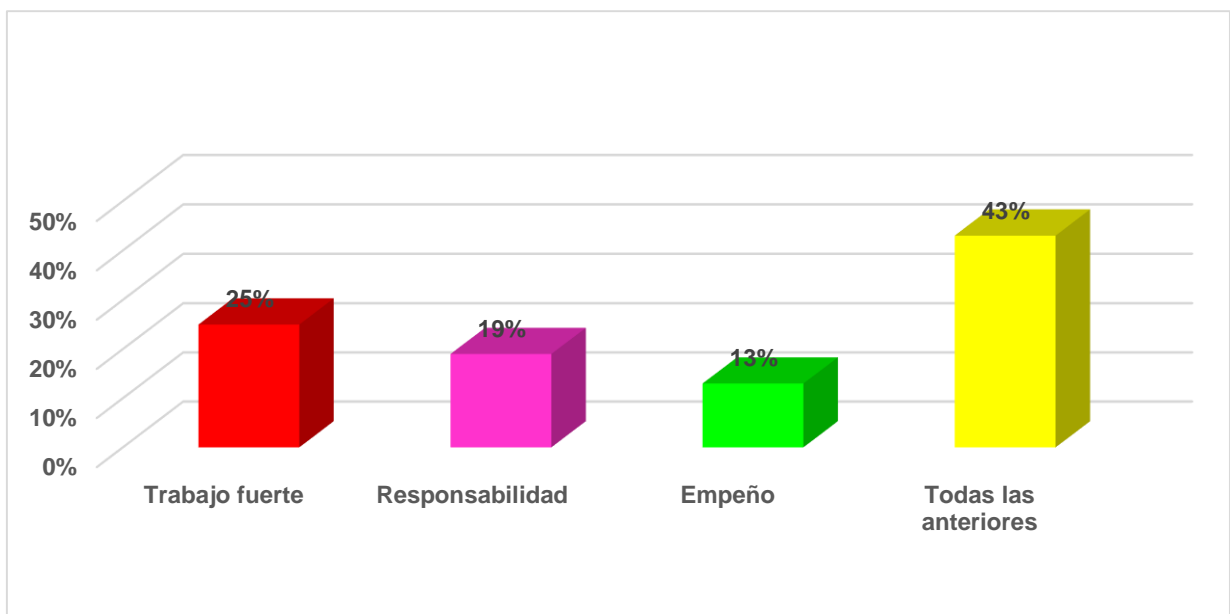


Gráfica 7. Pregunta 5.

El 98% de los encuestados indica que su trabajo si les genera un sentido de logro, o sea se sienten bien con el trabajo que realizan, mientras que un 2% revela que no sienten agrado por su trabajo.

6. ¿Hay oportunidad de ascenso? si hay,

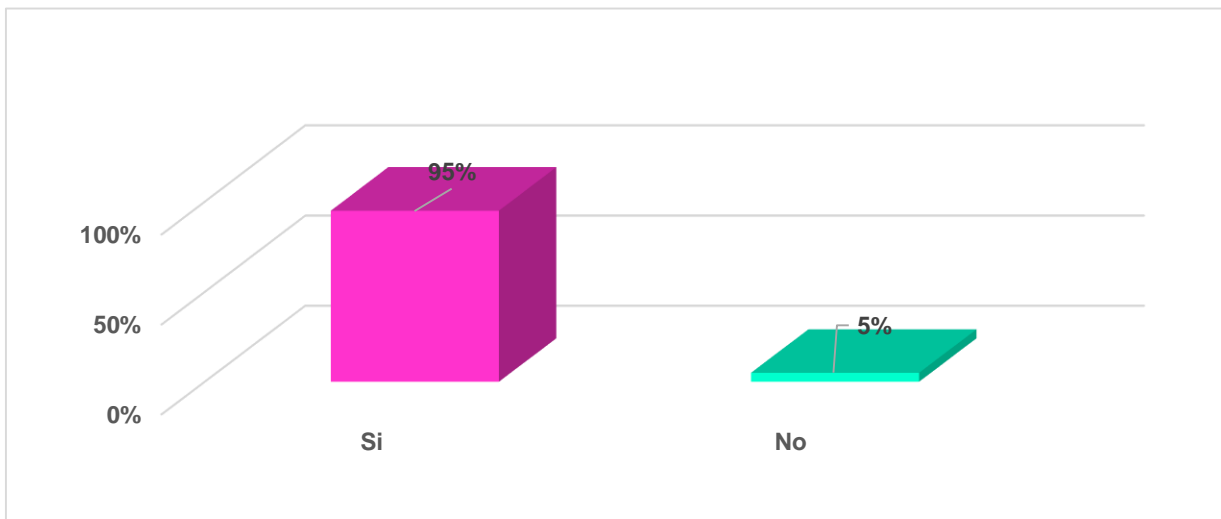
a. ¿Que han hecho otras personas para ser promovidas?



Gráfica 8.Pregunta 6 a.

El 100% de los encuestados indico que sí hay oportunidad de ascenso, un 25% dice que esto se debe al trabajo fuerte, un 19% dice que por su sentido de responsabilidad, el 13% revela que por empeño y el 43% dice que todas las anteriores.

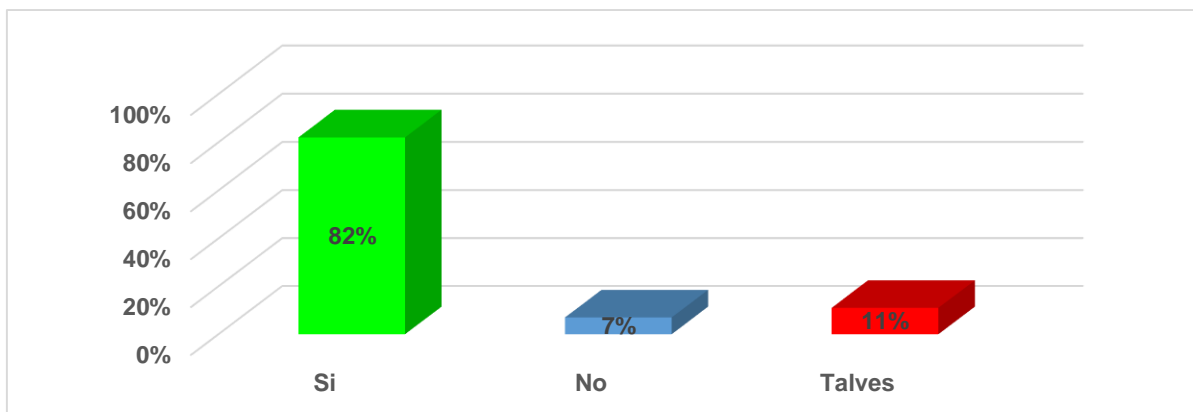
7. ¿Su jefe tiene expectativas reales?



Gráfica 9. Preguntar 7.

El 95% de los encuestados indica que el responsable si tiene expectativas reales mientras un 5% dice que no las tiene.

8. ¿Cree que el ambiente de trabajo puede afectar su rendimiento productivo?



Gráfica 10. Preguntar 8.

El 82% de los encuestados alega que sí, el ambiente laboral puede afectar su rendimiento productivo, un 7% dice que no afecta y un 11% revela que talves podria afectar su rendimiento.

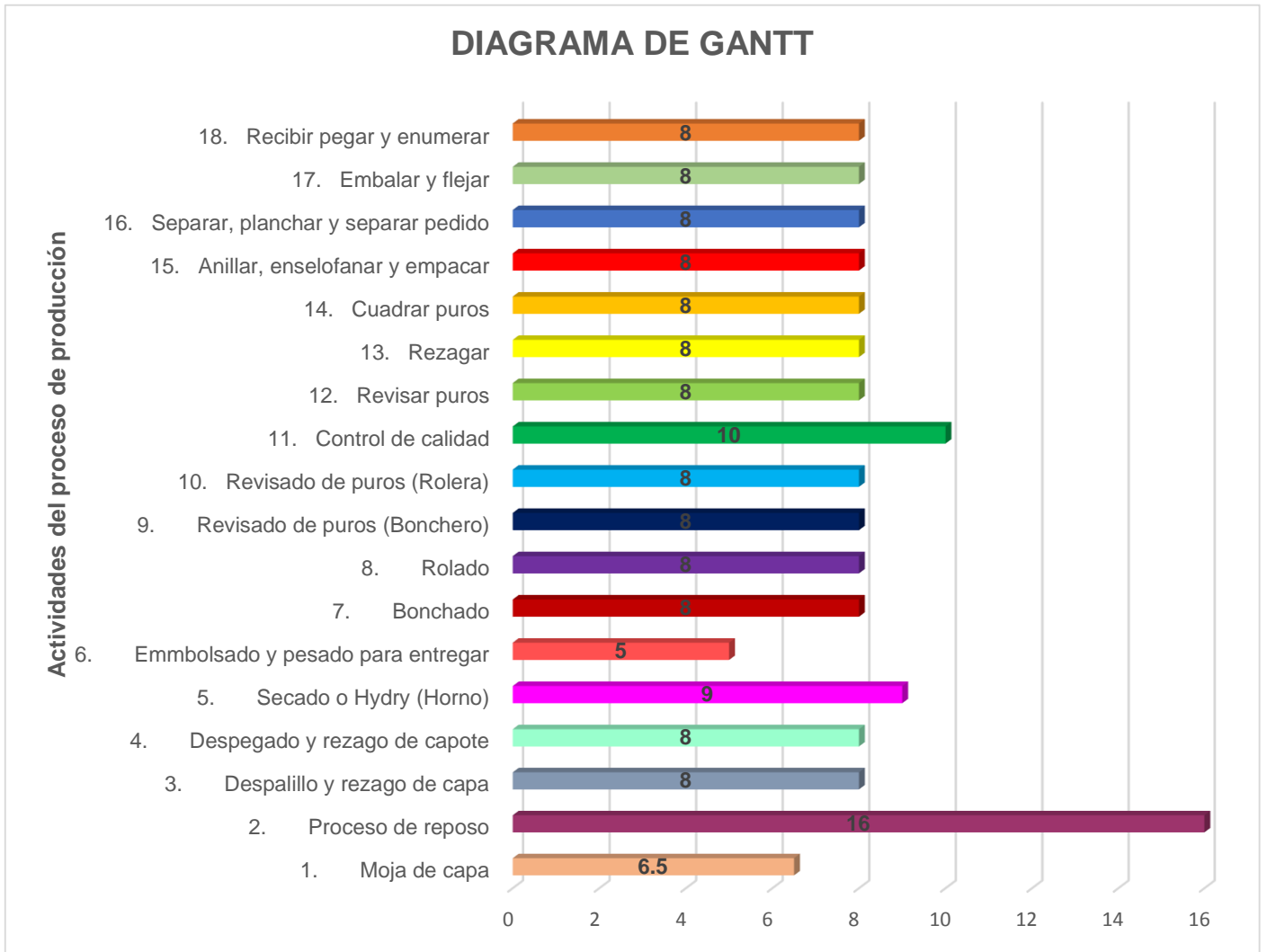


Tabla 1. Diagrama de Gantt de la implementación del nuevo método.

DIAGRAMA DE GANTT																	
ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS																	
TABACALERA JOYA DE NICARAGUA																	
P = Planeado																	
R = Realizado																	
Actividades del proyecto o método		Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1- Determinación del método	P	■	■														
	R		■	■													
2- Conocer la planta, conocer el proceso productivo y recopilar información	P			■	■	■	■										
	R				■	■											
3- Medición de tiempos en las diferentes áreas	P					■	■										
	R						■	■									
4- Determinar resultados	P					■	■										
	R						■	■									
5- Implementar los resultados y propuesta de mejora	P								■	■	■						
	R									■	■	■					
6- Documentar las mejoras (diagramas y estudios de tiempos propuestos)	P												■	■	■	■	
	R													■	■	■	■
7- Dar seguimiento a las mejoras	P															■	■
	R															■	■



Diagrama de Gantt del proceso productivo del puro.



Gráfica 11. Diagrama de Gantt Proceso productivo.

Diagrama de Ishikawa.

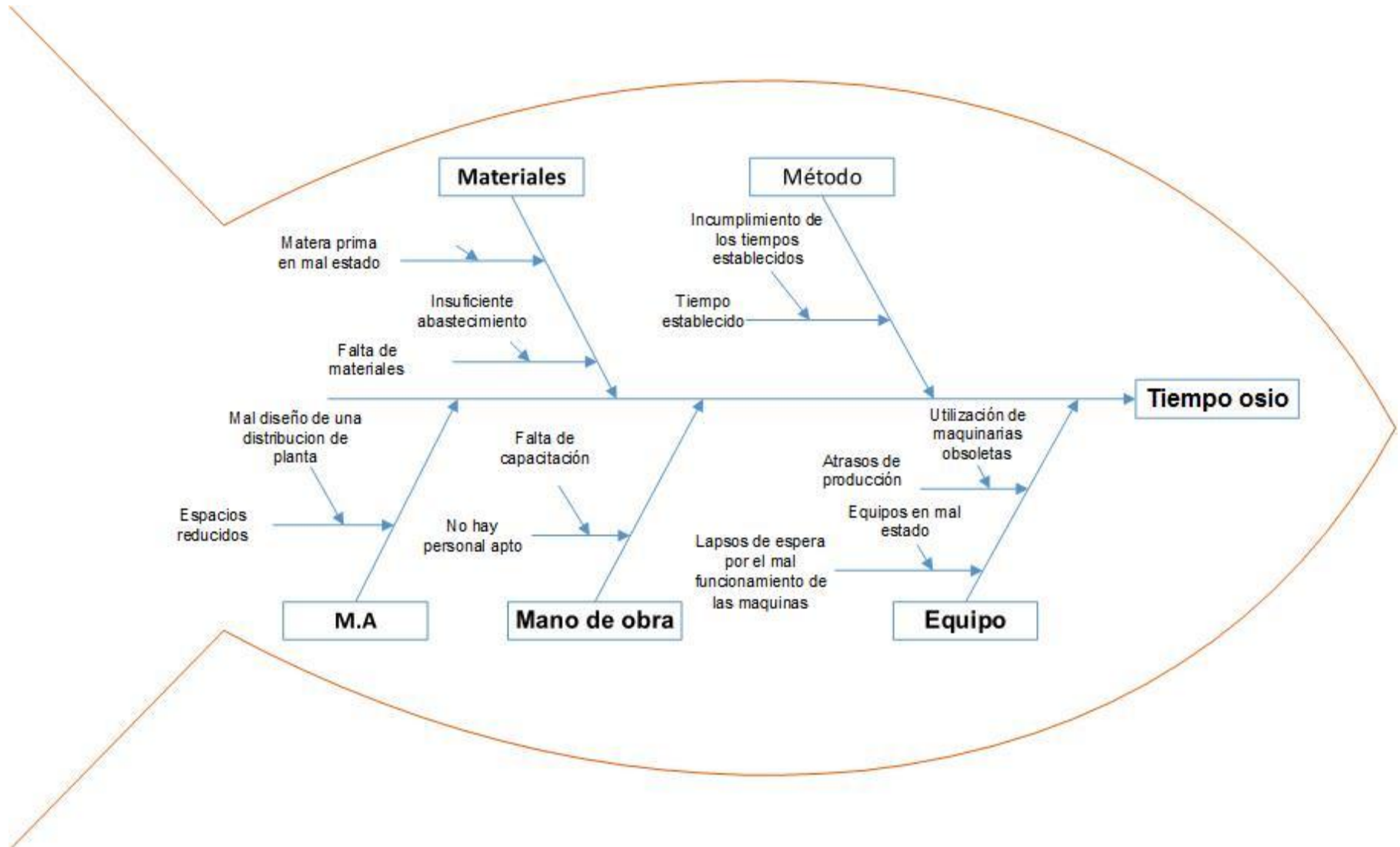


Diagrama de recorrido

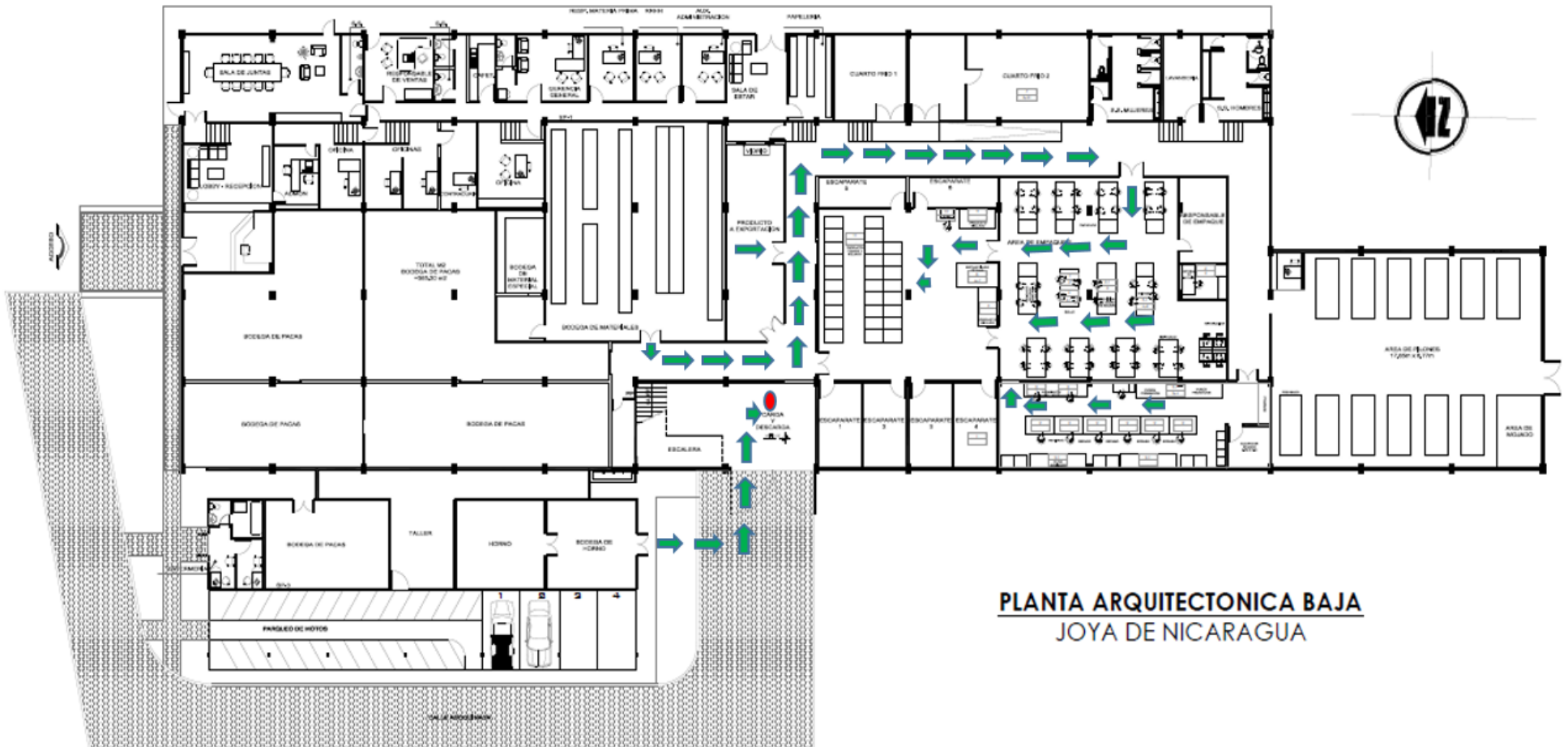


Ilustración 1 Diagrama de recorrido planta baja.

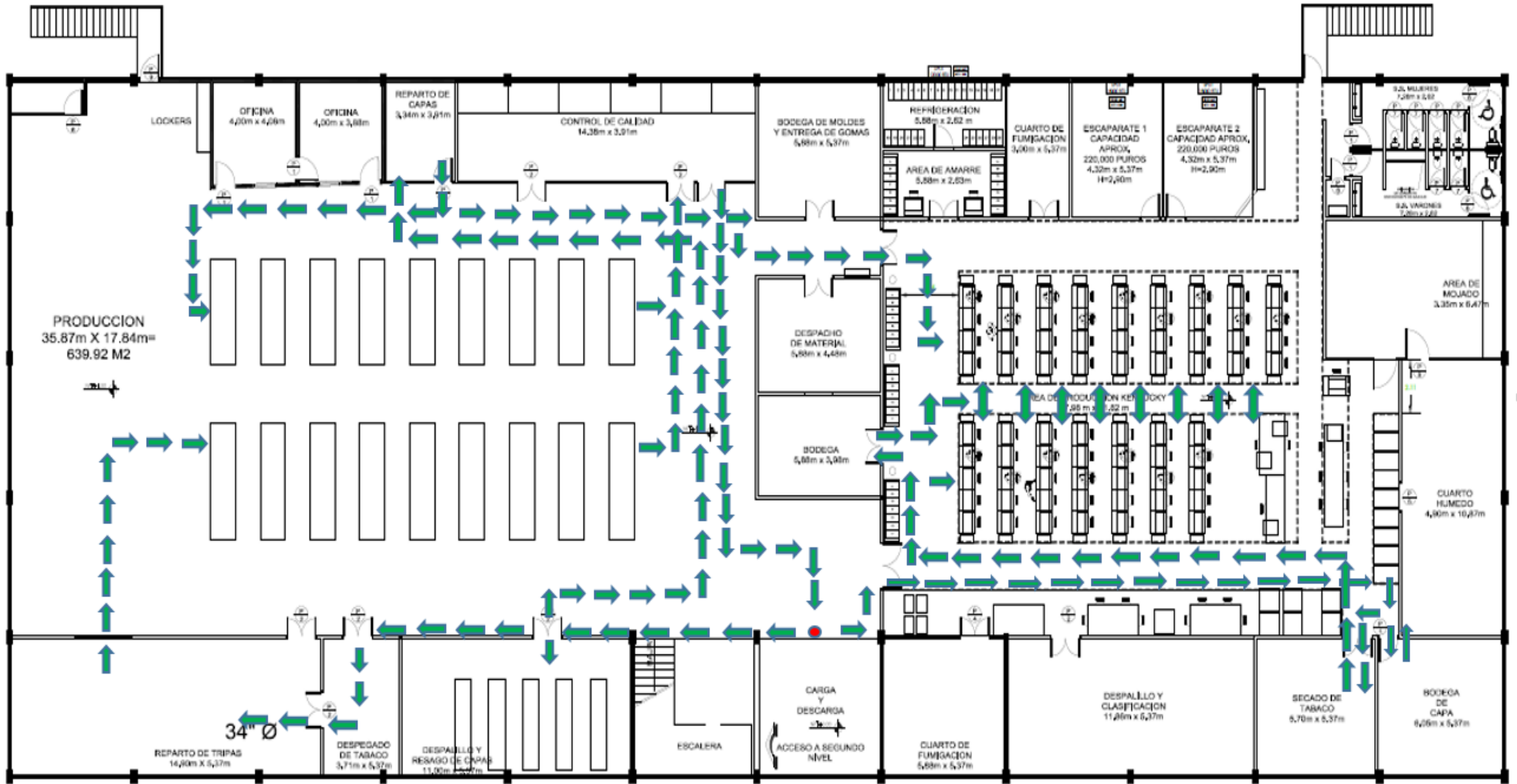
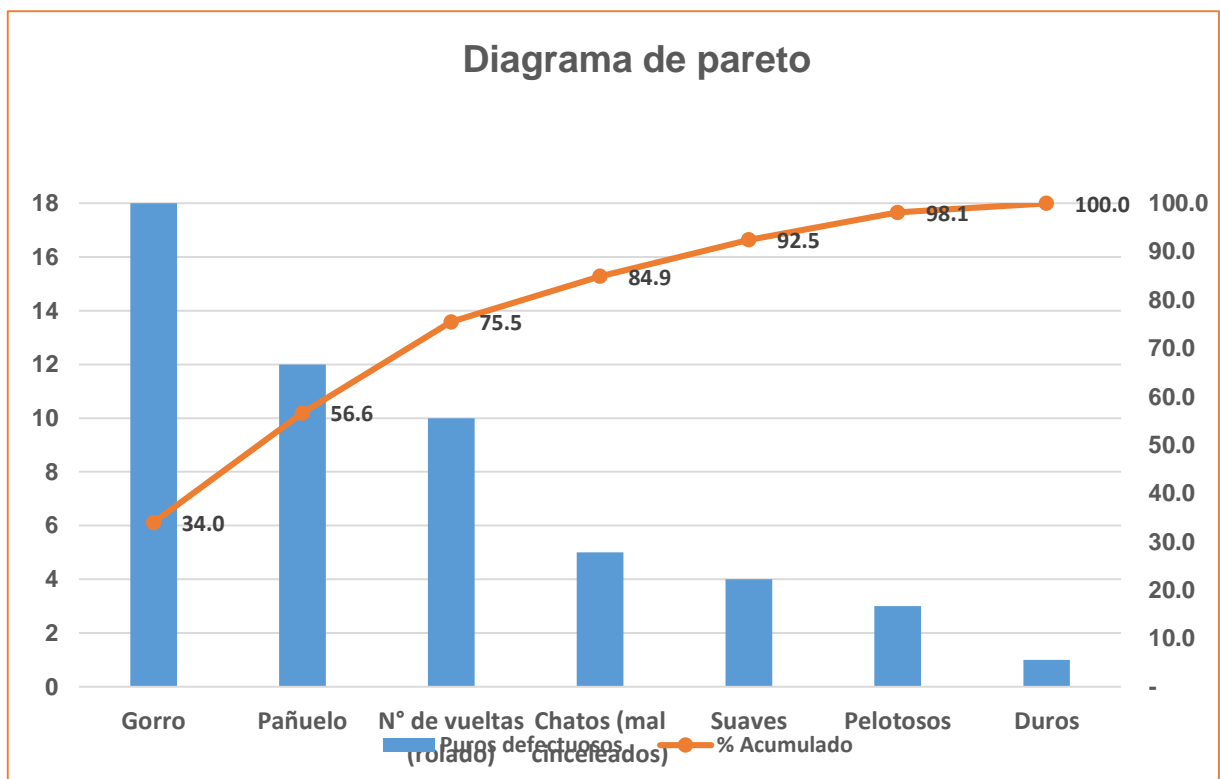


Ilustración 3.
Diagrama de recorrido planta alta.

Tabla 2. Causa de puros defectuosos.

Causa de puros defectuosos	Puros defectuosos	%	% Acumulado
Gorro	18	34.0	34.0
Pañuelo	12	22.6	56.6
N° de vueltas (rolado)	10	18.9	75.5
Chatos (mal cancelados)	5	9.4	84.9
Suaves	4	7.5	92.5
Pelotosos	3	5.7	98.1
Duros	1	1.9	100.0
TOTAL	53	100.0	



Gráfica 12. Diagrama de Pareto.



Ruta Crítica.

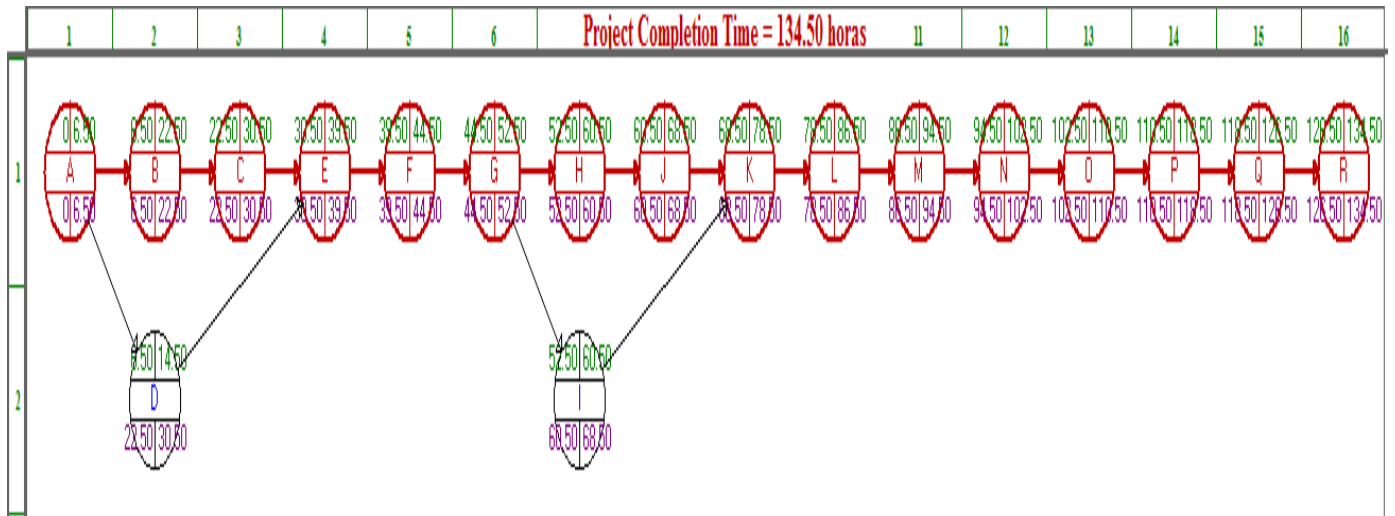


Ilustración 4. Ruta crítica.

12-07-2016 12:01:05	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	Yes	6.5	0	6.5	0	6.5	0
2	B	Yes	16	6.5	22.5	6.5	22.5	0
3	C	Yes	8	22.5	30.5	22.5	30.5	0
4	D	no	8	6.5	14.5	22.5	30.5	16
5	E	Yes	9	30.5	39.5	30.5	39.5	0
6	F	Yes	5	39.5	44.5	39.5	44.5	0
7	G	Yes	8	44.5	52.5	44.5	52.5	0
8	H	Yes	8	52.5	60.5	52.5	60.5	0
9	I	no	8	52.5	60.5	60.5	68.5	8
10	J	Yes	8	60.5	68.5	60.5	68.5	0
11	K	Yes	10	68.5	78.5	68.5	78.5	0
12	L	Yes	8	78.5	86.5	78.5	86.5	0
13	M	Yes	8	86.5	94.5	86.5	94.5	0
14	N	Yes	8	94.5	102.5	94.5	102.5	0
15	O	Yes	8	102.5	110.5	102.5	110.5	0
16	P	Yes	8	110.5	118.5	110.5	118.5	0
17	Q	Yes	8	118.5	126.5	118.5	126.5	0
18	R	Yes	8	126.5	134.5	126.5	134.5	0
	Project Completion Time	=	134.50		horas			
	Number of Critical Path(s)	=	1					

Ilustración 5. Resultado ruta crítica.

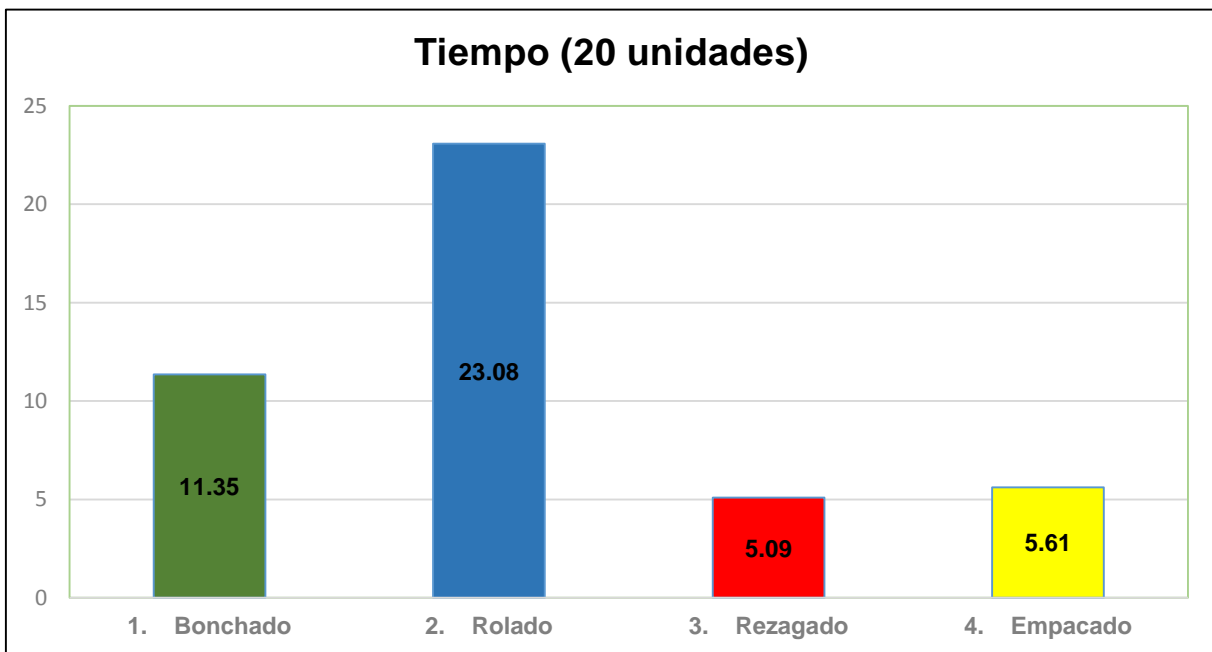
Cálculos de tiempo

Según la tabla de Westinghouse, se debe tomar el tiempo para la elaboración de 40 unidades por estación aunque para efectos de este ejercicio, se tomó la elaboración de 20 unidades. En este caso, para obtener el tiempo por unidad, se divide el tiempo cronometrado dentro de 20.

PURO: Señorita $5 \frac{1}{2} * 34$

Tabla 3. Tiempos cronometrados:

Operación	Tiempo (20 unidades)	Tiempo (1 unidad)
1. Bonchado	11.35	0.5675
2. Rolado	23.08	1.154
3. Rezagado	5.09	0.2545
4. Empacado	5.61	0.2805



Gráfica 13. Tiempos cronometrados.



En esta tabla se puede identificar cada uno de los tiempos que se realiza los operarios de mayor experiencia al realizar 20 unidades en cada una de las áreas que aparecen en la gráfica.

Se determina el tiempo Normal (TN) tomando como calificación del operario (C) el valor de 120 (Operario experto) mediante la siguiente ecuación:

$$TN = TC * C / 100$$

Tabla 4. Calculo de tiempo normal.

Operación	TC por unidad	TN por unidad	Calificación (C)
1. Bonchado	0.5675	0.681	120
2. Rolado	1.154	1.3848	120
3. Rezagado	0.2545	0.3054	120
4. Empacado	0.2805	0.3366	120

Determinado el tiempo normal (TN) de las operaciones se calculara el tiempo estándar (TS), con la ecuación

$$TS = TN (1 + \text{concesiones})$$

Operación	TN por unidad	TS por unidad	Concesiones (%)
1. Bonchado	0.681	0.79677	17%
2. Rolado	1.3848	1.620216	17%
3. Rezagado	0.3054	0.357318	17%
4. Empacado	0.3366	0.393822	17%

Donde las concesiones son tiempo de refacción 60 minutos de almuerzo y 20 minutos de descanso sumando en total 80 minutos multiplicados por 100% divididas entre 480 minutos equivalentes a un día de trabajo efectivo que son el 83% y obteniendo concesiones (Tiempo ocio) que corresponden al 17%.

Posterior se efectúa el cálculo de la eficiencia (E) en las operaciones.

El tiempo estándar permitido es el tiempo de espera para cada operario según el tiempo del operario más lento.

El tiempo estándar permitido (TP) se calcula mediante la fórmula:

$$E = \sum TS / \sum TP * 100$$

TS = Tiempo estándar de la operación 1

Tiempo de espera = TS mayor – TS de la operación

TP = TS de la operación 1 + tiempo de espera de la operación 1

Tabla 5. Calculo de tiempo estándar y tiempo de espera.

Operación	TS por unidad	Tiempo estándar permitido (TP)	Tiempo de espera	Eficiencia (%)
1. Bonchado	0.79677	1.620216	0.823446	49.17
2. Rolado	1.620216	1.620216	0	100
3. Rezagado	0.357318	1.620216	1.262898	22.05
4. Empacado	0.393822	1.620216	1.226394	24.30
	$\sum = 3.168126$	$\sum = 6.480864$		48.88

$$E = \sum TS / \sum TP * 100$$

$$E = 3.168126 / 6.480864 = 0.48 * 100 = 48.8 = 49\%$$

El balance de la línea nos da una idea del número de operarios necesarios para llevar a cabo la producción a un ritmo determinado.

A continuación se determina el número de operarios necesarios en la línea, el cual está dado de la siguiente manera: $N = R * (\sum TS/E)$



Donde:

- N = Numero de operarios necesarios en la línea
- R = Tasa de producción
- TS = Tiempo estándar por operación
- E = Eficiencia.

Para este caso, la tasa de producción deseada es de 1,100 puros diarios, que es definido por el gerente de producción. Para obtener la tasa de producción por minuto, se divide la producción deseada por día dentro de los minutos efectivos del día:

$$\text{Minutos efectivos} = 8 \text{ horas diarias} * 60 \text{ minutos/hrs} - 80 \text{ minutos de refacción} = \underline{400 \text{ minutos}}$$

Tasa de producción por minuto (R) = 1100 puros diarios / 400 minutos = 2.75 puros por minuto.

$$N = R * (\sum TS/E)$$

$$N = 2.75 (3.168126/48.8) = 0.17$$

(El número de operarios debe ser entero)

Tiempo para producir 1 puro = 1 / R (el mismo para todas las operaciones)

El número de operarios por estación = TS / Tiempo para producir un puro

Tabla 6. Cálculo de número de operarios y producción de un puro.



Operación	TS por unidad	TP1	Número de operarios
1. Bonchado	0.79677	0.3636	2
2. Rolado	1.620216	0.3636	2
3. Rezagado	0.357318	0.3636	1
4. Empacado	0.393822	0.3636	1

Posteriormente se determina la operación más lenta, dividiendo el tiempo estándar entre el número de operarios.

Operación más lenta

Tabla 7. Calculo de operación más lenta.

Operación	TS / # de operarios
1. Bonchado	0.398385
2. Rolado	0.810108
3. Rezagado	0.357318
4. Empacado	0.393822

Como se observa en la tabla anterior, la operación 2 determina el ritmo de la línea. Este ritmo de línea se define con la siguiente formula:

$$N^{\circ} \text{ de trabajadores} * 60 \text{ minutos} / \text{TS (min)} = \text{Unidades/hora}$$

$$2 * 60 / 1.620216 = 74 \text{ unidades/hora}$$

Tabla 8. Diagrama bimanual de las actividades para la elaboración del puro.

Descripción de la mano izquierda	Tiempo (Minutos)	Descripción de la mano derecha	Tiempo (Minutos)
Sostiene la hoja de tabaco seleccionada	0.0143	Selecciona la capa	0.0200
Boncheo de tabaco	0.1514	Boncheo de tabaco	0.1997
Sostiene el tabaco ya Bonchado	0.412	Corte con la chaveta	0.0132
Colocación del tabaco en el molde	0.0746	Colocación del tabaco en el molde	0.0282
Luego se colocan los moldes de 10 piezas en una prensa donde permanecen 8 minutos posteriormente pasan al rolado final			
Selecciona la capa	0.0225	Limpia la tabla de boncheo	0.0150
Asienta la capa en la tabla de boncheo	0.0613	Asienta la capa en la tabla de boncheo	0.0548
		Corte con chaveta a la capa	0.0287
		Selección del puro ya Bonchado	0.0100
Estira la capa		Rolado del puro en la capa	0.0272
Sostiene el puro rolado	0.0168	Aplica goma vegetal en el extremo inferior del puro	0.0268
Corte con la máquina de Bonchado	0.0201	Corte con la máquina de Bonchado	0.0201
Sostiene el puro rolado	0.0040	Corte con chaveta el extremo de la capa en el puro rolado	0.0347



Aplicación de goma vegetal en el puro ya rolando	0.0268	Sostiene el puro	0.0040
Sostiene el puro rolando	0.0040	Realiza corte con tijera en el extremo inferior del puro	0.0144
Sostiene el puro rolando	0.0041	Aplica goma vegetal en el extremo inferior del puro	0.0081
Aplica goma en una sección de la capa	0.0089	Sostiene trozo de capa	0.0206
Sostiene el puro	0.0041	Realiza corte en la capa con el casquillo	0.0273
Sostiene el puro	0.0040	Coloca el puro en la sección cortada con el casquillo	0.0413
Sostiene el puro	0.0103	Aplica goma vegetal final	0.0201

Balaceo de la línea de producción de la vitola Señorita 5 ½ * 34

Determinación del número de operadores necesarios para cada operación.

$$IP = \frac{\text{Unidades a fabricar}}{\text{Tiempo disponible de un operador}}$$

$$NO = \frac{TE \times IP}{E}$$

En donde:

NO= número de operadores para la línea



TE= tiempo estándar de la pieza
 IP = índice de producción E=
 eficiencia planeada.

Tabla 9. Ejemplo, se debe balancear la línea de producción que se muestra en la siguiente tabla.

Operación	TE(min)
1	0.5675
2	1.154
3	0.2545
4	0.2805
Σ TOTAL	2.2565

La producción requerida es de 1100 puros, el turno de trabajo es de 8 horas, el analista planea una eficiencia de 90%.

Solución:

a) Cálculo del índice de producción:

$$IP = \frac{1100}{(8)(60)} = 2.29$$

El siguiente paso es calcular el número de operadores teóricos para cada estación de trabajo:

$$NO_1 = \frac{0.5675 \times 2.29}{0.90} = 1.443$$

$$NO_2 = \frac{1.154 \times 2.29}{0.90} = 2.93$$

$$NO_3 = \frac{0.2545 \times 2.29}{0.90} = 0.64$$



$$NO_4 = \frac{0.2805 \times 2.29}{0.90} = 0.71$$

Aplicando los resultados en la tabla siguiente tenemos:

Tabla 10. Cálculo del número de operarios para cada estación de trabajo.

Operación	TE(min)	No. Teóricos	No. Operarios reales
1	0.5675	1.443	2
2	1.154	2.93	3
3	0.2545	0.64	1
4	0.2805	0.71	1
Total	2.2565		

Si pensamos en reajustar los tiempos de tal manera que no existan tiempos muertos. Para este ejemplo se consideran las restricciones de que los operadores no pueden moverse de una estación de trabajo a otras, además, debido al proceso ningún tiempo puede ser cambiado.

Se desea que un trabajo donde participen varios operadores, cada uno de los cuales lleva a cabo operaciones consecutivas como una sola unidad, genere que la velocidad de producción a través de la línea dependa del operador más lento.

b) El siguiente paso es encontrar el tiempo estándar asignado para cada operación, calculado de la siguiente manera:

Tabla 11. Cálculo del tiempo estándar para cada operación.

Operación	TE(min)	Minutos estándar asignados
1	$0.5675/2 = 0.2837$	0.3846
2	$1.154/3 = 0.3846$	0.3846
3	$0.2545/1 = 0.2545$	0.3846
4	$0.2805/1 = 0.2805$	0.3846

Como se observa en la tabla, la operación 2 es la que tiene el mayor número de minutos asignados y es la que determinará la producción de línea.

c) El siguiente paso consiste en encontrar el número de puros por día:

$$\text{Puros por día} = \frac{3 \text{ operadores} \times 480 \text{ minutos}}{1.154 \text{ tiempo estándar}} = 1,248 \text{ puros}$$

Para conocer la eficiencia en la línea realizaremos lo siguiente:

$$\text{Eficiencia de línea balanceada} = \frac{\text{Tardanza}}{\text{Tiempo asignado Por}}$$

lo tanto la eficiencia de esta línea es:

$$E = \frac{\text{Minutos estándar por operación}}{\text{Minutos estándar asignados} \times \text{Número de operarios}} \times 100$$

$$E = \frac{2.2565}{(0.3846)(7)} \times 100 = 83.8\%$$

Entonces la Eficiencia de la línea es de un 83.8%



Conclusiones

- En general se puede afirmar que Joya de Nicaragua es una empresa bastante organizada y productiva, no es una industria que explote a sus empleados, por el contrario el ambiente de trabajo es óptimo para las tareas que ahí se desempeñan.
- Desarrollando un estudio de tiempos y movimientos en los procesos de producción se pueden detectar operaciones críticas y tomar decisiones sobre como optimizarlas para mejorar el tiempo de producción.
- Al hacer el estudio de tiempos y movimientos se puede hacer uso de herramientas como diagramas de operaciones, flujo, recorrido y bimanuales para facilitar el estudio.
- Actualmente se trabaja con los tiempos que se cronometraron, con una eficiencia de 49%. Estos tiempos fueron tomados a operarios con calificación de experto.
- Al realizar un balance de línea de producción, se debe realizar un estudio de tiempo estándar a cada operación, colocando operarios expertos en las operaciones más complejas, se ayuda a mejorar la eficiencia de la línea.
- Al implementar el estudio de tiempos, se incrementa la eficiencia de la línea, debido a que hay un control en el tiempo de cada operación y el operario tiene un tiempo límite para trabajar cada pieza.
- Se puede decir que implementación del nuevo método es viable determinada por la relación costo-beneficio ya que esta da mayor de 1, debido a que el 1 representa el 100% al ser mayor el método es completamente factible.



Bibliografía

(Miles, H. y., & y Jorgensen, 1. (2013, 1989).

Albert Suñé, F. G. (2004). Manual practico de diseño de sistemas productivos. Madrid: Diaz de Santos, S.A.

Diaz, J. M. (2007). Seguridad e higiene del trabajo. Madrid: Tebar, S. L.

Durán, M. U. (1992). Gestion de calidad. Madrid: Diaz de santos, s.a.

Industrial, I. (2009). <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/>.

Lisa, A. R. (1988). Seguridad e Higiene en el trabajo. Barcelona: Marcombo, S.A.

Major, S. B., & Horrocks, K. (2013 y 2010).

Mayers, F. E. (2004). Estudio de tiempos y movimientos. Mexico D.F: Pearson, Segunda Edicion.

Miles, H. y. (1989).

Oliver, C. M. (2006). Ergonomia para docentes. Barcelona: GRAO, de IRIF, S.L.

Quijano, F. G. (1966). La curva de Pareto y la distribución de la riqueza.

Rada, V. d. (2009). Análisis de datos de encuestas. Barcelona: (pp 19-29).

Ruiz, J. A. (2012). Productividad e incentivos. Barcelona: MARCOMBO, S.A.

Taha, H. A. (2004). Invetigacion de operaciones. Mexico.

Vaughn, R. C. (1988). Introduccion a la ingenieria industrial. Revelté, s.a.

Zuñiga, A. H. (2005). Seguridad e higiene industrial. Mexico D.F: Limusa, S.A.