

# ESTUDIO DE TIEMPOS PARA AUTOMATIZACIÓN DE EQUIPO EN UNA SECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE PINTADO

## TIME STUDY FOR AUTOMATE EQUIPMENT IN A SECTION OF PAINTING LINES

Hilda Marissa Ramos Urbina<sup>1</sup>  
Brenda Lizzeth Salazar Rodríguez<sup>2</sup>  
Mauricio Gabriel de la Cruz<sup>3</sup>

### RESUMEN

En este artículo de investigación se presenta una propuesta de mejora de procedimientos y operaciones realizadas por los operadores de la sección de entrada basado en un estudio de tiempos y actividades definidas en la sección de entrada de dos líneas pintadoras de la empresa multinacional Ternium México, ubicada en San Nicolás de los Garza, en el estado de Nuevo León, México.

La propuesta contempla operaciones con automatización definidas por ingeniería, así como determinación de tiempo ocupado, basados en la técnica de toma de tiempos y movimientos, estudio del trabajo, análisis de actividades y benchmarking. El objetivo de este estudio es determinar si es viable operar cada sección con uno solo de los puestos, mediante el relevamiento de algunas actividades con equipo y automatizaciones que permitan operar con 1 solo Operador sin afectar la eficiencia de la línea. La importancia de los estudios de tiempos y movimientos basados en herramientas de medición de trabajo seguras, han permitido solucionar multitud de problemas de producción y reducción de costos, indispensable para cualquier empresa, industria en proyectos de mejora continua.

**Palabras clave:** Ciclo de rollo, Línea continua, Tiempo Estándar, Relevamiento de Actividades, Flujo de materiales, Distribución de tiempos, Tiempo Ocupado, Tiempo Muerto

**Fecha de recepción:** 30 de mayo, 2020.

**Fecha de aceptación:** 27 de agosto, 2020.

<sup>1</sup> Estudiante de Carrera Ingeniero Mecánico Administrador. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, UANL. [hilda.marissa.ru@gmail.com](mailto:hilda.marissa.ru@gmail.com)

<sup>2</sup> Profesor de Asignatura. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, UANL. [brenda.salazar@uanl.mx](mailto:brenda.salazar@uanl.mx)

<sup>3</sup> Ingeniero Mecánico Administrador. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, UANL. [franciscog.delacruz@gmail.com](mailto:franciscog.delacruz@gmail.com)

## ESTUDIO DE TIEMPOS PARA AUTOMATIZACIÓN DE EQUIPO EN UNA SECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE PINTADO

### ABSTRACT.

This research article presents an improvement proposal to redefine procedures and operations assigned to operators, based on a study of times and activities defined in the entrance section of two painting lines of the multinational company Ternium México, located in San Nicolás de los Garza, in the state of Nuevo León, Mexico.

The proposal includes operations with automation defined by engineering, as well as the determination of occupied time, using the technique of taking time and movements, study of work, analysis of activities and benchmarking. The objective of this study is to determine if it is useful to operate each section with only one of the operators, by surveying some activities with equipment and automations that allow operating with only one Operator without affecting the efficiency of the line. The importance of time and movement studies based on safe work measurement tools, have allowed solving many problems of production and cost reduction, essential for any company, industry in continuous improvement projects..

**Keywords:** Scrap, Quality Rate, reworks, Ishikawa diagram, Pareto Diagram, 5 why.

### INTRODUCCIÓN

El alcance de este estudio comprende primero identificar si es viable la eliminación de un puesto en situación actual, para esto se requiere definir las actividades realizadas por cada Operador, determinar aquellas actividades que realicen entre ambos operadores y actividades simultaneas, para que puedan ser relevadas con equipo y automatizaciones y así operar con 1 solo Operador.

La razón que nos llevó a la realización de este estudio es debido a que las líneas de Pintado 1 y 2 UNI son las únicas líneas que operan cada una con 8 puestos/turno, donde 2 puestos se aplican a la sección de entrada a diferencia de otras Líneas de Pintado Ternium México. Se busca homologar el orgánico de todas las líneas de Pintados y con ello reducir costos sin afectar la eficiencia de la línea.

Las limitaciones que se presentaron son que en la sección de entrada de las líneas cuenta con 2 desenrolladores que se cargan alternativamente con rollo, para mantener la línea operando de forma continua y un acumulador de rollo que sirve para absorber el tiempo al momento de detener la línea para unir punta con cola. Es decir, son líneas continuas, no pueden parar. (Revisar Figura 1 Sección de entrada de líneas de pintado 1 y Pintado 2 UNI)

Las actividades de los Operadores a la entrada se observan y clasifican en 2 categorías:

1. Aquellas que se tienen que realizar ciclo a ciclo de rollo y que corresponden a detener la Línea para unir punta con cola entre rollos y cargar el siguiente rollo por procesar. Denominadas dentro de ciclo (DC).
2. Aquellas que se tienen que realizar con cierta frecuencia y que corresponden a buscar y coordinar con Operadores de grúa el manejo de los rollos programados, para alimentar la Línea. Denominadas fuera de ciclo (FC). Las actividades Fuera de Ciclo representaron una limitación para el estudio y los objetivos.



## ESTUDIO DE TIEMPOS PARA AUTOMATIZACIÓN DE EQUIPO EN UNA SECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE PINTADO

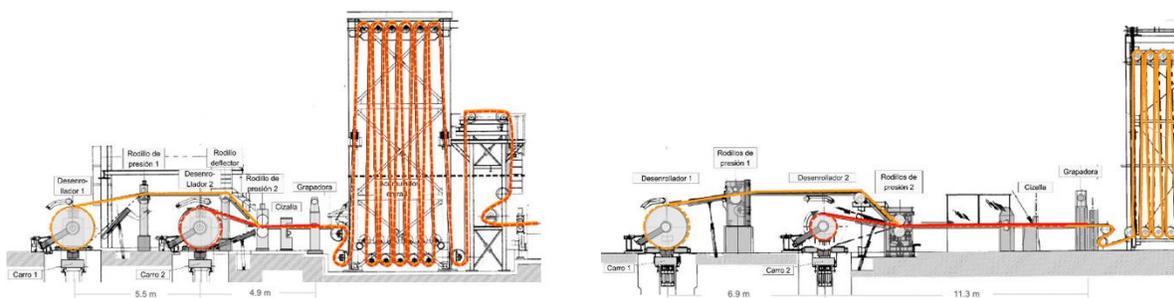


Figura 1 Sección de entrada de líneas de Pintado 1 y Pintado 2 UNI

### JUSTIFICACIÓN

El estudio se fundamenta en condición de agregar equipo y automatizar algunas de las operaciones, es decir, requiere de una inversión para su elaboración. De acuerdo con información de la Secretaría del Trabajo y Prevención Social, “La mayor inversión que realiza el sector manufacturero en equipo corresponde al rubro de equipo automático, en donde la aplicación de la ingeniería de métodos se halla reducida a la preparación, carga y descarga del equipo” (Estudio del trabajo: una nueva visión, pág. 36).

Esta propuesta contempla operaciones automáticas tales como las de la sección de entrada de Pintadora 2 JUV y Pintadora 3 MVA que implicaría considerar inversiones en equipo y accesorios de control, así como de apoyo en el suministro de material a la entrada, para solucionar las inconvenientes presentadas por las actividades fuera de ciclo.

### MARCO TEÓRICO

Las áreas de la empresa que abarcan los estudios de orgánico realizado por Ingeniería Industrial son las áreas industriales y por lo general son dirigidas por ingenieros mecánicos, industriales, metalúrgicos, electricistas, así como gente especializada en automatización y diseño.

Con el objetivo puesto en la mejora de los indicadores de Gestión Operativa, reducción de Costo y la búsqueda de Estándares “First Class”, se realizan distintos estudios de benchmarking con otras empresas. El alcance involucra definir conclusiones y coordinar la ejecución de las mejoras, a través de la emisión y el seguimiento de un plan de acción. Igualmente los benchmarking también se realizan entre las diferentes plantas de Ternium, para adoptar y homologar las mejores prácticas en materia de: Estándares, Contratos, Inversiones y Costos.

Como marco de referencia de esta empresa, la Estructura de Tiempo se compone de la siguiente forma:

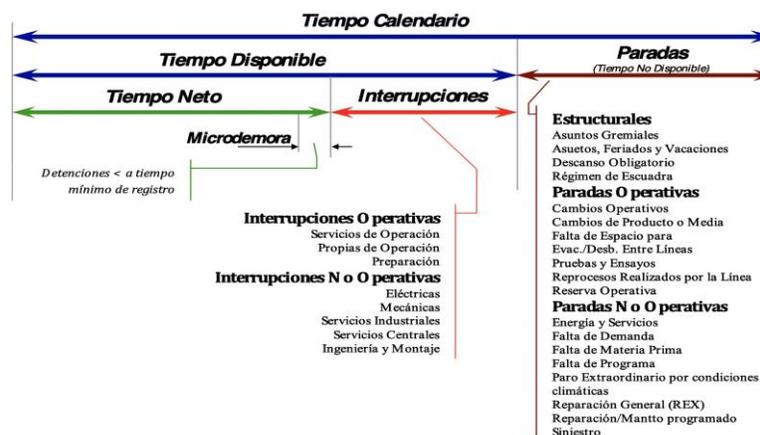
**Tiempo Calendario (TC):** Son las horas totales que se tienen en el periodo a analizar (24 hrs. en un día, 720 hrs en un mes, etc.).

**Tiempo Neto:** Es el tiempo en que la línea se encuentra operando, la cual incluye todas las fases requeridas para la fabricación del producto.

## ESTUDIO DE TIEMPOS PARA AUTOMATIZACIÓN DE EQUIPO EN UNA SECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE PINTADO

**Paradas:** Son las horas en que la línea se detiene de manera planificada (Régimen de Escuadras, Reparación Programada, Feriados, etc), las cuales se clasifican de la siguiente manera (al restarle al Tiempo Calendario las hrs. de Parada se obtiene el Tiempo Disponible)

- **Estructurales:** Cuando la línea no opera porque no cuenta con el personal necesario.
  - Operativas: Cuando la línea se detiene por eventos planificables y que son gestionables por Operaciones.
  - No Operativas: Cuando la línea se detiene por eventos planificables y que son gestionables por Mantenimiento y/o Programación.
- **Interrupciones:** Es el tiempo en que la línea esta detenida por eventos no programados y/o previsible, las cuales se clasifican en (al restarle al Tiempo Disponible las hrs. de interrupciones se obtiene el Tiempo Neto):
  - Operativas: cuando la falla es atribuible a Operaciones.
  - No operativas: cuando la falla es atribuible a Mantenimiento y/o Programación.



**Figura 2 Estructura de Tiempos de línea productiva**

## METODOLOGÍA

La metodología aplicada en este estudio sigue los principios y planteamientos determinados por la empresa, bajo la tutela de un Ingeniero en proyectos, experto en las técnicas de estudio de tiempos, análisis de movimientos y uso de estándares de tiempo. “Los estudios de tiempos y movimientos pueden reducir y controlar los costos, mejorar las condiciones de trabajo y el entorno” (Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo., 2004)

Se debe tomar en cuenta siempre que se inicia un estudio de tiempo, se necesitara que los empleados dominen la técnica de la labor que se va a estudiar, así como el método a estudiar debe estar estandarizado. Debe de estar capacitado en los temas a tratar y debe contar con la herramienta necesaria para la realización del análisis.

El estudio de trabajo, para su estimación en tiempo, se desarrolla generalmente en 3 Fases de tiempo, cuya duración depende del área de trabajo de los Operarios y Proceso:

## ESTUDIO DE TIEMPOS PARA AUTOMATIZACIÓN DE EQUIPO EN UNA SECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE PINTADO

- Fase 1: Reconocer el proceso en piso, elaborar Lay-Out del Proceso, equipos que se operan y ubicación de Operadores, diagramas de flujo y recorrido del producto y personal que operan en el tiempo de ciclo, describir mediante diagramas las fases los ciclos del trabajo y sus componentes y relación con los Operadores. Recabar toda la información producción e indicadores del performance acotados por turno. (Duración 2 semanas)
- Fase 2: Entrevista, observación y descripción de actividades de los Operadores objetivo de estudio, determinando con estimaciones de tiempo y/o mediciones con video, para describir con diagramas relación hombre máquina los detalles del trabajo y elaborar un preliminar del análisis y validación de Oportunidad objetivo. (Duración 3 semanas)
- Fase 3: Realizar las mediciones pertinentes de tiempo para valorar a tiempo estándar las actividades de los Operadores y proceso, precisar con estos datos tiempo el análisis y resultados preliminares y elaborar el reporte final de estudio. (Duración 2 semanas)

Todas las líneas de Pintado cuentan con 2 desenrolladores a la entrada y los operadores realizan actividades coordinadas para alimentar los rollos al proceso de forma secuencial, en orden a no afectar la productividad de la Línea, dado que es una línea continua, es decir, no para. También todas las líneas cuentan con un acumulador de lámina a la entrada que permiten absorber el tiempo que se detiene la Línea, para unir la cola del rollo alimentado con la punta del rollo siguiente por alimentar. A este tiempo se le denomina tiempo muerto y generalmente es constante.

Las actividades de desempaqueado, carga de rollo al desenrollador y preparación de punta antes de la unión, son actividades que se realizan en el tiempo de proceso y es variable dependiendo de las dimensiones del rollo, así como la velocidad del proceso. La suma del tiempo muerto + tiempo de proceso, se le denomina tiempo de ciclo de rollo. El desarrollo del estudio implica analizar en Situación actual, las actividades asociadas al ciclo de rollo que realizan los Operadores y determinar su tiempo ocupado (y desocupado) por ciclo de rollo. A partir de este análisis se desarrolla Propuesta de automatización con actividades que pueden ser relevadas por automatización y equipo y las actividades no relevadas las absorba un solo Operador. Finalmente, determinar para la Propuesta el tiempo ocupado (y desocupado) por ciclo de rollo del Operador, hacer las observaciones pertinentes por comparación entre ambas situaciones y derivar conclusiones.

El estudio y su análisis, se sustenta mediante diagramas de cuadrilla (o de proceso de grupo), donde se observan las actividades asociadas al ciclo del rollo que realizan los Operadores (en duración, secuencia y momento en que se realizan), así como su tiempo ocupado en el ciclo del rollo. Los datos de tiempo de actividades asociadas al ciclo del rollo son determinadas a tiempo estándar. (Ibañez, 1996)

### Descripción de Actividades dentro y fuera de ciclo

Las líneas de Pintado 1 y Pintado 2 UNI son equipos que operan cada uno con 8 puestos/turno, donde 2 puestos se aplican a la sección de entrada Op Entrada y 2do Op Entrada. En la tabla siguiente se enlistan los puestos y una breve descripción de sus actividades:

## ESTUDIO DE TIEMPOS PARA AUTOMATIZACIÓN DE EQUIPO EN UNA SECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE PINTADO

### Tabla 1 Puestos y actividades por operador.

Puesto	Tipo Act	Descripción
Op Entrada	DC	1. Detener la línea, avanzar punta a grapadora y asistir centrado para grapar (Manualmente) 2. Registrar etiqueta en PC y deener línea para tomar dimensiones (ancho y calibre) y registrar en PC
	FC	1. Al inicio del turno ajusta y entrega programa de rollos por alimentar a la línea al 2do Op Entrada. 2. Realizar resaques por cambios de anchos (solo P1 UNI)
2do Operador	DC	1. Centrar punta con cola y avanzar hasta posición de grapadora. Realizar grapado y arrancar línea. 2. Preparar rollo por alimentar, cargar rollo a mandril desenrollador y enhebrar punta hasta posición previa al avance.
	FC	1. Buscar rollos por procesar en almacén y avisar al gruista de la secuencia de alimentación. 2. Operar trander de nave cabecera a nave transferencia y vieversa 3. Quitar flejes a rollos en espera. 4. Realizar resaques por cambios de anchos (P2 UNI)

DC: Dentro de ciclo

FC: Fuera de Ciclo

Equipamiento de sección de Entrada de ambas líneas:

- Cuentan con 2 desenrolladores y 1 cizalla para casos específicos de corte de muestras.
- Cuentan con grapadora con capacidad para grapar calibres del 16 al 32 (P1) y 18 al 32 (P2).
- Cuentan con dos rodillos sujetadores uno para cada desenrollador, permiten sujetar y avanzar lámina a grapadora. Actualmente la punta de rollo se centra manualmente en ambas líneas.

La Línea se consume rollos Galvanizados en su mayoría de Galvanizado 4 (G4) UNI y pasan cintas de noche, por lo que opera con 2 Modos de Operación:

- Rollos Galvanizados de G4 UNI que alimentan ambas líneas de Pintado.
- Rollos Cintas de Noche que se usan para dar continuidad a la línea y están localizados en nave transferencia y almacén de producto terminado de pintado.

El Ciclo de la Operación para ambas líneas consiste en los pasos siguientes:

1. Al finalizar el rollo procesado, la línea se detiene.
2. La cola se lleva a Grapadora, se avanza la punta del rollo a Grapadora, se centra y se prepara para grapar.
3. Se grapa cola con punta, se revisa y se arranca la línea.
4. Se carga rollo por procesar a desenrollador, se enhebra punta hasta antes de rodillos de presión.
5. Previo al grapado se avanza punta hasta pasar rodillos de presión, esto sin parar la línea.

### Benchmarking de Pintadoras

La Línea P1 UNI produce en promedio anual de 117 mtons (25,344 rollos, peso prom 10.5 tons), 65% rollos Hijos y consume un promedio por turno de 13 rollos ( 15,333 peso prom 8.0 tons), la línea P2 UNI produce en promedio anual de 85.8 mtons (18,967 rollos, peso prom 8.66 tons), 55% rollos Hijos y consume un promedio por turno de 14 rollos ( 12,209 rollos, peso prom 7.0 tons), tomado de las producciones de la Línea de Ago18 a Jul19. Considerando la producción de cada línea y considerando que no hay una justificación para que no puedan operar con un solo operador se hizo la visita a cada planta y se compararon sus equipos e infraestructura para tomar ideas que se puedan homologar en todas las plantas.

**ESTUDIO DE TIEMPOS PARA AUTOMATIZACIÓN DE EQUIPO EN UNA SECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE PINTADO**

**Tabla 2 Comparación de equipos en entrada de cada línea de pintado.**

Equipo	UNI-Pintado 1	UNI-Pintado 2	JUV-Pintado 2	MVA-Pintado 3
<p><b>Mesa telescópica</b> La mesa telescópica del desenrollador de JUV P2 cuenta con una pestaña móvil que permite deslizar la punta del rollo y con el giro del desenrollador comenzar a alimentarse la línea. La mesa telescópica de UNI P1 y P2 no cuenta con esta pestaña, esto causa dificultad para deslizar la punta especialmente en calibres delgados y requiere que el operador la levante manualmente y regrese o maniobrar para enhebrar la punta hasta posición.</p>				
<p><b>Carro portarrollos</b> Los carros portarrollos en JUV P2 cuentan con rodillos giratorios como base, los rodillos hacen girar el rollo para posicionar punta hacia abajo y facilitar enhebrado con la mesa telescópica. Los carros portarrollos en UNI aun cuentan con fosas y requiere subir, alinear y girar con el mandril para posicionar punta con mesa. Además de que éstos requieren de mayor altura para los casos de rollos pequeños como las cintas de noche, se les añade un aumento para alcanzar a alinear el centro del rollo con el mandril. El caso de P3 MVA utiliza carros portarrollos de fosa pero con una mayor altura, donde no ocupan de aumentos.</p>				
<p><b>Centradores Automáticos</b> Ambas líneas (UNI P1 y UNI P2) requieren centrar la punta con la cola, para realizar el engrapado, si es un solo operador se utilizan herramientas como ganchos o pinzas sujetadoras, que pueden llegar a dañar las láminas de calibres delgados por una mala manipulación, optan por el apoyo del operador de entrada para centrar la lámina (manualmente). En P2 JUV el tramo de engrapado es corto, si lo requiere se utiliza la herramienta de sujeción. En P3 MVA cuentan con centradores antes y después de grapadora, que se usan en la maniobra de bobina.</p>				
<p><b>Interfaz de seguimiento de grapadora e indicadores (peso, diámetros, velocidad)</b> En P2 JUV y P3 MVA al ser un solo operador requiere tener una visualización completa de la sección de entrada, así como los parámetros e indicadores de la línea para programar su actividades. En UNI P1 y P2 no se cuenta con esta interfaz, solo con los indicadores de velocidad, tensión, peso y diámetros y la pantalla de PP para ver el programa de rollos.</p>				

**Modo de Operación**

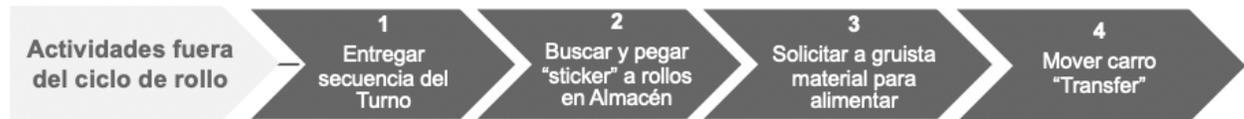
Actividades asociadas al ciclo de rollo, que parten de contar con rollo en espera en rampa de alimentación y actividades de coordinación de manejo de rollos de almacén a rampa de alimentación y otras.



**Figura 3 Actividades de operadores asociadas al ciclo**



## ESTUDIO DE TIEMPOS PARA AUTOMATIZACIÓN DE EQUIPO EN UNA SECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE PINTADO



**Figura 4 Actividades de operadores fuera de ciclo**

### Gantt de tiempo de Proceso

El tiempo de ciclo del rollo: Tiempo muerto en color Gris y Tiempo de proceso en color Verde (verde claro aceleración y desaceleración).

Código de colores:

1. El color Naranja, representa las actividades del Op Entrada.
2. El color Amarillo, representa las actividades del Segundo Operador Entrada.
3. El color Amarillo claro, representa las actividades que realizan en simultaneo.

En el siguiente Gantt se puede observar la distribución de tiempo ocupado de ambos operadores dentro de un ciclo de rollo de 20 minutos, que es un promedio base identificado con las bases de datos de un año anterior de producción para ambas líneas, el tiempo real fue medido con videos y cronómetros, considerando además un tiempo estandar que es un 15% más del tiempo total en cada actividad considerando idas al baño, descansos y tiempo de ocio, con excepción de las realizadas durante el tiempo muerto, pues ese tiempo dependen del acumulador.



**Figura 5 Diagrama de cuadrilla para el proceso de Pintado 1 UNI.**

## ESTUDIO DE TIEMPOS PARA AUTOMATIZACIÓN DE EQUIPO EN UNA SECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE PINTADO

### Tabla 3 Actividades de cada operador y tiempos estandar

Op Entrada	Tpo	2do Op Entrada	Tpo
1. Atención a finalización de rollo y paro de sección.	1.35	1. Atención a finalización de rollo.	1.78
2. Avanzar punta antes de grapadora.	0.20	2. Centrar punta con cola.	
3. Apoyar en el centrado de punta (Manual).	0.32	2.1 Avanzar cola y punta hasta posición de	0.70
4. Tomar las 3 dimensiones (inicio, medio y fin de rollo).	0.53	2.2 Realizar grapado y arrancar línea.	
5. Ingresar mediciones (ancho y espesor).	0.54	3. Quitar núcleo de desenrollador.	0.54
6. Ingresar datos de etiqueta a Sistema.	0.45	4. Quitar fleje y protectores de cantos a rollo por	0.85
		5. Cargar rollo a mandril desenrollador.	1.73
		6. Enhebrar punta hasta posición previa al avance.	0.82
<b>Total</b>	<b>3.39</b>	<b>Total</b>	<b>6.41</b>

Esta representación es solo un ejemplo que nos ayuda a entender que el tiempo ocupado de ambos operadores solo representa el 49 % (Op 1: 17% Op 2 : 32%) para P1 UNI y se realizó el mismo ejercicio para P2 UNI y se obtuvo que el tiempo ocupado de ambos operadores era solamente el 57% (Op1: 19% y Op 2: 38%) del total del tiempo del proceso en un ciclo de 20 min.

Los estudios de tiempos representados en un gantt se vuelven más fáciles de entender y de utilizar para el análisis de los métodos y el establecimiento de estándares de tiempo de fabricación, son muy utilizados para la evaluación de operaciones, inspección y control de recursos. El propósito de medir el trabajo de las personas es determinar los hechos sobre la efectividad de la gente y de las máquinas, de modo que permita la mejora de los métodos, el entrenamiento de habilidades y el impulso del rendimiento para la reducción de problemas.



### Figura 6 Propuesta de diagrama de cuadrilla de Pintado 1 UNI con automatización y equipo

Con la propuesta se puede visualizar que la distribución de actividades ya con equipo y automatización, acumula el porcentaje de tiempo ocupado de 2 Operadores 49% a que lo realice uno solo con un 39% de tiempo ocupado en total.



### Figura 7 Propuesta de diagrama de cuadrilla de Pintado 2 UNI con automatización y equipo.

## ESTUDIO DE TIEMPOS PARA AUTOMATIZACIÓN DE EQUIPO EN UNA SECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE PINTADO

Con la propuesta se puede visualizar que la distribución de actividades ya con equipo y automatización acumula el porcentaje de tiempo ocupado de 2 Operadores 57% a que lo realice uno solo con un 46% de tiempo ocupado en total.

### RESULTADOS

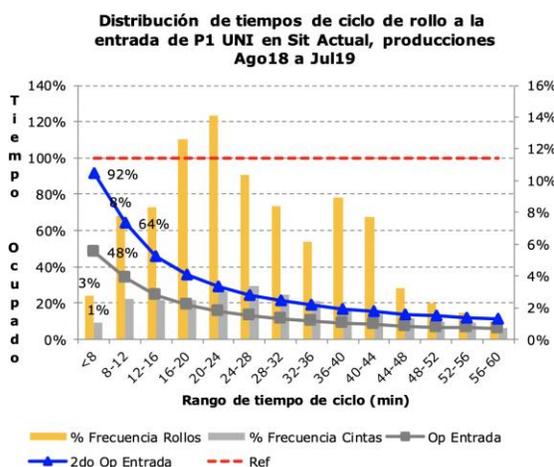
En la tabla siguiente se puede observar que el Tiempo ocupado min/ciclo de nuestra propuesta para P1 UNI Y P2 UNI concuerda con las situaciones actuales en las líneas P2 JUV y P3 MVA, considerando todos los equipos y automatizaciones vistas en aquellas líneas.

**Tabla 4 Tiempo ocupado de Operadores min/ciclo**

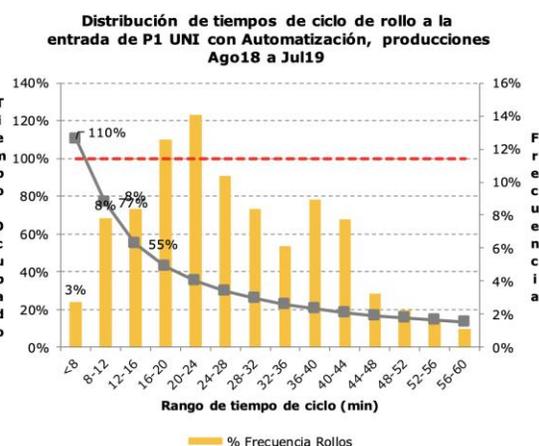
Tiempo ocupado de Operadores (min/ ciclo)						
Puestos entrada	P1 UNI		P2 UNI		P2 JUV	P3 MVA
	Situación actual	Propuesta 1 Op	Situación actual	Propuesta 1 Op	Situación actual	Situación actual
Operador entrada	3.39	7.70	3.77	9.28	7.32	7.20
2do Operador entrada	6.41		7.54			

En las siguientes gráficas se muestran las variables % de tiempo ocupado por los rangos de tiempo de ciclo que maneja cada línea. Es muy importante considerar que no en todos los casos de tiempo de ciclo de rollo será de 20 min, este varía dependiendo del tamaño del rollo y la velocidad de la línea, sin embargo se logró identificar el porcentaje de tiempo ocupado para rangos de tiempo de ciclo, esto tomando en cuenta la producción de cada línea en el año anterior.

**P1 con 2 Operadores**

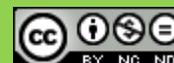


**P1 con 1 Operador**



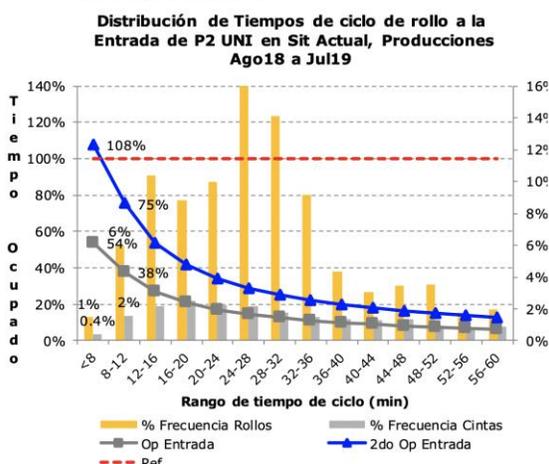
**Figura 8 Comparación de % de Tiempo Ocupado por cada ciclo de rollo P1 UNI**

En el gráfico de P1 con 1 Operador se puede apreciar que para los rangos de tiempo de ciclo de 20-24 min que corresponde a la mayoría de los casos, el % de tiempo ocupado de un operador es del 38%, es decir está bien en tiempos de sus actividades la mayoría de las veces.

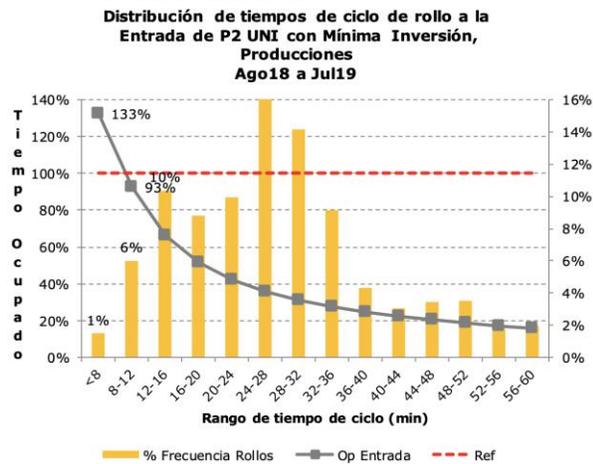


**ESTUDIO DE TIEMPOS PARA AUTOMATIZACIÓN DE EQUIPO EN UNA SECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE PINTADO**

**P2 con 2 Operadores**



**P2 con 1 Operador**



**Figura 9 Comparación de % de Tiempo Ocupado por cada ciclo de rollo P2 UNI**

Y en el gráfico de P2 con 1 Operador en el rango de 24-28 min el % de tiempo ocupado de un operador es del 39%, también esta holgado es sus actividades asociadas al ciclo.

Tener esto identificado nos permite dar como concluido que sí es posible trabajar la sección de entrada con un solo Operador, en lugar de 2 Operadores, y la línea trabajara con la misma eficiencia en la mayoría de los casos, para ciclos de entre 10 y 60 min.

también se observa una situación compleja para los casos de rollos cortos o de rangos menores a 8 min, en ambas líneas los porcentajes de tiempo ocupado sobrepasan al 100%, pero esto solo significa que se verán más apurados. Sin embargo, se propone el uso de cintas de noche pues representan un apoyo para el paro de sección de la línea, solo en casos excepcionales sin afectar a la productividad final.

**CONCLUSIONES**

Se han determinado que sí es posible la eliminación de uno de los puestos de la sección de entrada para ambas líneas, siempre y cuando se tomen en cuenta los requerimientos de equipo y automatizaciones mostrados en la siguiente tabla. Se considera que, una vez instalado los equipos y automatizaciones determinadas, la factibilidad técnica de la funcionalidad de los equipos y automatizaciones solicitadas dependerá de Ingeniería y Automatización.



## ESTUDIO DE TIEMPOS PARA AUTOMATIZACIÓN DE EQUIPO EN UNA SECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE PINTADO

**Tabla 5 Propuesta de Equipos y Automatizaciones para ambas líneas de Pintado.**

Sección	Actividad	Sit. Actual	#	Sit. Propuesta
Entrada Pintados	Paro por fin de rollo	Paro de sección manualmente.	1	Secuencia automática de desaceleración y detener cola antes de grapadora.
			2	Interfaz de consumo de rollo.
			3	Botonera de paro/arranque en 4 puntos de control.
	Preparación para grapado	Avance de punta de rollo hasta antes de grapadora.	4	Secuencia automática de avance de punta hasta posición antes de grapadora.
			5	Centradores automáticos.
	Cargar y enhebrar rollo	Centrado visual de rollo a mandril desenrollador.	6	Centrado automático de rollo a mandril desenrollador.
			7	Ajustar altura de carro para cargar rollos de bajo peso.
			8	Cargar punta de rollo a mesa despegadora y enhebrar con banda magnética/ automático hasta posición.
Alimentación de rollos a línea	Control de carro "Transfer"	Control de Carro "Transfer" fuera de caseta.	1	Control de carro "Transfer" dentro de caseta de Op.
		Nula visión de carro "Transfer" desde caseta.	2	Visión con cámara TV y pantalla en caseta.
		Movimiento con botoneo de paro y arranque en 3 posiciones.	3	Secuencia automática de carro "Transfer" para manejo de material en Nave Cabecera, Nave Transferencia y Almacén Pintado (Cintas de Noche).
		Op mueve carro "Transfer" a posición para Cintas de Noche.	4	Botonera cerca de Gruista de Almacén Pintado.
	Búsqueda de rollos	2do Op con hoja de secuencia busca y coloca etiqueta en rollos por procesar en almacén.	5	Utiliza WMS para ubicación de rollos solicitados.

### BIBLIOGRAFÍA

Carlos, L., & Palacios, A. (2016). Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. Ecoe Ediciones.

Celestino, B. V. (2018). Reducción de los Tiempos de Cambio de Color en Líneas de Pintado de Láminas de Acero. Engineering, Education, Research and Developmen.

Acero, L. (2014). Ingeniería de Método movimientos y tiempos.

Ibañez, J. R. (1996). El estudio de los puestos de trabajo: la valoración de tareas y la valoración del personal. Díaz de Santos.

Mundel, M. E. (1984). Estudio de tiempos y movimientos. CECSA.

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2004). Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. En B. W. Niebel, & A. Freivalds. México: Alfaomega.

Peralta, J., Jiménez, E. A., & Pérez, M. A. (2014). Estudio del trabajo: una nueva visión. En J. L. Peralta, E. A. Jiménez, & M. A. Rocha Pérez, Estudio del trabajo: una nueva visión (pág. 36). México: Grupo Editorial Patria.

Prokopenko, J. (1989). La gestión de la productividad. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.

**ESTUDIO DE TIEMPOS PARA AUTOMATIZACIÓN DE EQUIPO EN UNA SECCIÓN  
DE LAS LÍNEAS DE PINTADO**

Rodríguez, R. (2018). Diseño e implementación del sistema de productividad y mejoramiento oee (overall effectiveness equipment) en las líneas de producción de la compañía OLEOFLORES SAS (Doctoral dissertation, Universidad del Magdalena). Tesis doctoral.

Torres, M., & Hernández, A. (2016). Medición de tiempos y movimientos de una empresa para mejorar sus procesos de calidad. México: JÓVENES EN LA CIENCIA.