



Reporte Final de Estadía

Ángel de Jesús Guzmán Gallardo

Banda transportadora



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo

Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Reporte para obtener título de

Ingeniero en Mantenimiento Industrial

Proyecto de estadía realizado en la empresa

INNOTEC: HUMAN FACTOR

Nombre del proyecto

Banda transportadora

Presenta

Ángel de Jesús Guzmán Gallardo

Cuitláhuac, Ver., a 19 de abril de 2018



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo

Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Nombre del Asesor Industrial

Ada Vanessa Ramírez Gloria

Nombre del Asesor Académico

Ing. Rene Aurelio González Sánchez

Jefe de Carrera

Ing. Gonzalo Malagón González

Nombre del Alumno

TSU. Ángel de Jesús Guzmán Gallardo

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor. Por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mi madre.

Por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo a través del tiempo. Pero más que nada, por su amor.

A mi padre.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien. Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha inculcado siempre, Por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi esposa.

Por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar. Por nunca haberme dejado solo y siempre apoyarme en cada una de las decisiones tomadas. Pero principalmente por su amor incondicional.

A mis amigos.

Por confiar y creer en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidare. Por apoyarnos mutuamente en nuestra formación profesional y en la toma de decisiones.

A mis profesores.

Por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales. Por la confianza y dedicación de tiempo a cada uno de los profesores que participaron en mi formación profesional.

A mi asesor industrial.

Por creer en mí y por haberme brindado la oportunidad de desarrollarme profesionalmente en su empresa. Por el apoyo y las facilidades que me fueron otorgadas en la empresa. También por todo lo aprendido durante este periodo.

RESUMEN

En la línea de re-cromado de la empresa INNOTECH hay incidentes con el transporte de las piezas ya que en la actualidad al insertarlas en el riel se atascan y eso impide que las piezas lleguen a su destino en tiempo y forma al estar ejerciendo fuerza sobre los racks provoca que se desborden las piezas y derramarse sobre el suelo provoque daños al material y se valla directo al scrap esto genera pérdidas para la empresa

En dicha área se tiene problemas con el proceso, el cual género que se realizara un estudio de tiempos, para conocer las características de cada paso a seguir dentro del proceso.

Una vez obtenido los resultados se realizó tres propuestas, que se estudiaron para determinar las características de tiempos y costos aproximados, para que al final se optara por la más conveniente, cuya selección será determinada a convenir de la empresa.

Contenido

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	3
1.1 Estado del Arte	6
1.2 Planteamiento del Problema.....	10
1.3 Objetivos	10
1.4 Definición de variables	11
1.5 Hipótesis.....	11
1.6 Justificación del Proyecto	11
1.7 Limitaciones y Alcances.....	12
1.8 La Empresa (Nombre de la empresa).....	13
1.8.1 Datos Generales de la empresa.....	13
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	18
2.1 Herramientas para el estudio de tiempos.....	19
Formularios para el estudio de tiempos.....	20
Formularios para reunir datos	20
Formularios para analizar los datos reunidos.....	21
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO	23
3.1 Medir tiempos cuanto se tarda en empujar una pieza	23
3.2 Exponer las características de cada uno	23
3.3 Comparar distintos sistemas para el desplazamiento de los rack.....	26
3.3.1 Primer propuesta: Automatizar la línea.....	26
3.3.2 Segunda propuesta: Mejora al sistema actual.....	28
3.3.3 Tercera propuesta: Cambiar la ubicación de recepción del material.	30
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	33
4.1 Resultados	33
Bibliografía	34

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la automatización es una parte fundamental para el medio industrial ya que esto facilita muchas tareas durante una jornada laboral que a su vez se obtiene mayor producción con menos tiempos muertos.

El movimiento de productos de una superficie a otra por transporte de bandas ha facilitado mucho en el campo laboral ya que esto evita la fatiga del operador y se obtiene mayor rendimiento para implementar sus tareas

Soluciones que se proponen a partir de los datos obtenidos del estudio de tiempos de dicho proceso.

Se encuentra que cierta actividad tiene una irregularidad muy notable en sus tiempos registrados. Además, por dicha actividad se tiene el problema de que las piezas se golpean y se tienen que llevar a scrap a causa de que la línea se atora.

Para solucionar los problemas de la actividad, se proponen 3 casos, los cuales varían en los costos de realizar las modificaciones en cada uno, y principalmente sus tiempos, productos de mejorar la actividad, en un caso se eliminaron pasos y así se redujo mucho tiempo que las demás opciones.

Para terminar, se exponen en un cuadro comparativo las diferentes características de cada uno de los procesos.

1.1 Estado del Arte

Este artículo tiene como objetivo proponer un enfoque metodológico para el diseño de bandas transportadoras como equipo de manejo de materiales en las operaciones de un patio de almacenamiento de carbón basado en el uso de las técnicas cuantitativas de diseño de experimentos y simulación discreta orientada a objetos. Para alcanzar el objetivo propuesto, se consideran los siguientes aspectos en el ámbito de la minería del carbón en Colombia: cadena de suministro, logística, gestión de almacenes, patios de almacenamiento y bandas transportadoras. Como conclusión del artículo, se puede indicar que las operaciones del patio de almacenamiento tienen un impacto directo en la satisfacción de los clientes y la eficiencia de la logística de la minería del carbón, de allí la importancia del uso de equipos de manejo de materiales mecánicos como las bandas transportadoras. Finalmente, se identificó que el uso del diseño de experimentos y la simulación discreta orientada a objetos, aumentan las capacidades de diseño o mejoramiento de las bandas transportadoras, ya que el primero permite identificar y evaluar qué factores afectan el tiempo promedio de traslado o transporte del carbón en el patio de almacenamiento; por su parte, la simulación permite representar en 3D, los diferentes experimentos apoyando de esta manera una toma de decisiones eficiente. **BOLETÍN DE CIENCIAS DE LA TIERRA, Universidad Nacional de Colombia (Sede Medellín). ISSN Impreso: 0120-3630 ISSN En línea: 2357-3740**

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y en la que se analizan los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

El tiempo estándar es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y trabajando a ritmo normal que lleve a cabo una operación.

Se estandariza el tiempo con el fin de tener una base para la programación del trabajo, determinar los costos estándar de mano de obra y de ahí, sustentar los incentivos para el personal.

La carencia en la literatura técnica española de publicaciones que traten el tema del transporte de materiales a granel, y en particular del componente principal del referido manejo, que son las cintas transportadoras, ha movido al autor a la publicación de la presente obra.

Se ha procurado que el libro esté técnicamente puesto al día, indicando además en la Bibliografía las publicaciones donde es posible conseguir información de actualidad en todas las facetas de las cintas transportadoras, escritas por los mejores especialistas mundiales.

Teniendo en cuenta la gran importancia, tanto técnica como económica, del transporte de materiales en parques de minerales, centrales térmicas, fábricas de cemento, minas e instalaciones de áridos, entre otras, esperamos que este libro sea de utilidad tanto a usuarios como a oficinas técnicas encargadas de proyectos de nuevas instalaciones. S.L. CIE INVERSIONES EDITORIALES DOSSAT-2000

Las empresas de las últimas generaciones ya no son como en el pasado que solo les importaba producir, ahora les preocupa que sus procesos sean eficientes, que sean estables, que sus trabajadores estén seguros, y saber que está pasando en cada línea de producción cuando de tiempos se trata.

La finalidad de “Estudios de tiempos y movimientos” es proporcionar a los estudiantes y a quienes practican esta actividad un recurso que describe las técnicas y los procedimientos del estudio de tiempos y movimientos. En este libro se dan consejos prácticos y detallados de los estudios de tiempos y

movimientos incluyendo el diseño de estaciones de trabajo el análisis de los puestos y las técnicas para el establecimiento de estándares de tiempo. Las necesidades de conocimientos matemáticos para comprender este libro de texto son de álgebra al nivel de educación secundaria. En el capítulo de los datos estándar se incluyen unas cuantas fórmulas simples que requieren insertar una variable para calcular el tiempo requerido. A fin de demostrar cómo se desarrollan las tablas se presentan dos fórmulas más complicadas. H. Scott Fogler 9789702611981 Michael S. Mamlouk / John P. Zaniwski 9788483227213

La ingeniera (Aguirregoitia Moro, 2011) realizó una tesis, en la cual en un pequeño fragmento mencionaba que “No tiene sentido desarrollar la medida de los tiempos de las operaciones que componen una actividad, sin analizar previamente si el método que sigue es válido. Además, el estudio de los métodos de trabajo hace que la actividad se pueda desglosar en las distintas operaciones que son necesarias para su completo desarrollo.”

Y menciona esto porque queremos medir el tiempo de alguna actividad, sin estudiarla previamente, y no precisamente a profundidad, sino que a veces hay actividades que ya están de más. También al estudiar los tiempos encontramos que hay actividades que sus causas son tan sencillas de solucionar que solo necesita proporcionar una herramienta o mejorar el sitio de trabajo.

“El propósito de medir el trabajo es determinar los hechos sobre la forma como se realiza una operación individual o un grupo de operaciones dentro del lugar de trabajo. Estos datos proporcionan a la administración la información clave que puede utilizarse para evaluar la efectividad de la gente y de las máquinas empleadas dentro de la organización. Luego estos datos actúan como medios para que la administración aumente la productividad por medio de la mejora de los métodos, el entrenamiento de

las habilidades, el impulso del rendimiento y la eliminación o reducción de los problemas.” (Tejada Díaz, Gisbert Soler, & Pérez Molina, 2017)

Es verdad porque sabemos, o tenemos idea que hay un problema, pero precisamente no sabemos qué. Una vez que se realiza el estudio encontramos por ejemplo para este caso, una actividad que tiene sus tiempos muy dispersos, entonces tienes la necesidad de observar más esa actividad, de saber que está pasando, una vez que estás ahí caes en cuenta con el problema, y pasa que no es algo complejo, solo necesita modificarse un poco para que el proceso sea más eficiente.

1.2 Planteamiento del Problema

La empresa Innotec, empresa ubicada en Arteaga, Coahuila, dedica sus labores a fabricar piezas para la industria automotriz.

En esta empresa se realiza el proceso de cromado, en el cual existe una línea automatizada y otra manual. La línea automatizada es la principal donde se supone no deben existir errores, y por otro lado está la manual que es la que corrige las piezas con defectos de la línea principal.

Cuando la persona encargada de realizar el re-cromado, está sola, desperdicia mucho tiempo porque los “Rack” se atascan en los rieles. Además, cuando se atascan estos se mueven bruscamente, las piezas en ese movimiento se caen y se dañan para ir directamente a scrap, esta se convierte en pérdida para la empresa.

En esta segunda línea se re-croman las piezas que salen con los siguientes defectos: manchas amarillas, quemadas/pajiza o con material mal adherido. Se supone un solo empleado debe ser el encargado de realizar la actividad de re-cromado, ya que las piezas que pasan por aquí van de un 2% al 3.5% del total de las piezas procesadas buenas, sin embargo, es realizada por dos operadores, debido a qué llevarlas del área de recepción al área de cromado es dificultoso, porque se tienen que empujar por una línea donde se atascan los “rack” y a una sola persona se le hace problemático. El hecho de que el rack se está atascando en el riel, y tener que llamar a otro operador a que apoye, genera tiempos muertos que impactan al cumplimiento de producción.

Además, esta actividad por su dificultad daña las piezas, las que se convierten en scrap y de ahí en desperdicio para la empresa.

1.3 Objetivos

Objetivo General

- ✓ Proponer un sistema semiautomático de desplazamiento de racks para reducir movimientos, tiempo, esfuerzo y personal.

Objetivos Específicos

- ✓ Medir tiempos cuanto se tarda en empujar una pieza
- ✓ Comparar distintos sistemas para el desplazamiento de los racks.
- ✓ Exponer las características de cada uno

1.4 Definición de variables

Tiempo: para comparar el tiempo de las diferentes veces en las que se realizan las actividades y notar donde hay anomalías

Tiempos muertos: conocer donde se tiene problemas

Costo: para saber cuál sistema podría ser más favorables

Reproceso: piezas que aún se pueden arreglar.

1.5 Hipótesis

Con la implementación de las propuestas derivadas del proyecto se eliminará el 10% de tiempos muertos y esto ayuda a obtener mayor producción

“Entre menor sea el número de tiempos muertos, mayor será la productividad por jornada laboral del área de re-cromado”

1.6 Justificación del Proyecto

Con la implementación de una de las tres propuestas se obtendrá una mayor producción en una jornada laboral

Con la implementación de la banda se eliminará un 10% de tiempos muertos por que ya no se tendría que empujar los racks y así ya no sufrirían ningún daño sobre la materia prima al caerse o al tener un movimiento brusco

Con la lubricación del riel y eliminar los bordes de los racks se eliminarían un 7% de tiempos muertos por que aún se tienen que empujar los racks, aunque sería menor esfuerzo por que ya no tendría bordes que le impidan su deslizamiento

Por turno se realizan alrededor de 1100 piezas de las cuales en promedio se caen unas 60 piezas. Cada pieza va de los 12 USD a 23 USD entonces equivaldría a unos 1080 dólares (tomando como referencia un precio de 18 USD)

1.7 Limitaciones y Alcances

Limitaciones

- El recorrido de los racks será del área de recepción de piezas al área de inicio de re-cromado (14 metros)
- Reduce a 1 el personal que realiza esta tarea
- El proceso será semiautomático+

Alcances

- Agilizar el área de re-cromado
 - Evitar que las piezas se empujen
 - Reducir el tiempo del proceso
 - Evitar tiempos muertos
- Reducir el personal de 2 a 1

1.8 La Empresa (Nombre de la empresa)

1.8.1 Datos Generales de la empresa

WHAT WE DO

At Innotec, our engineers design and create the products and unique processes we use to manufacture our innovative LED lighting and automotive technologies. One of our most revolutionary solutions used in many of our lighting products is our patented Boardfree® technology. Built without a circuit board, it allows us to produce some of the thinnest, yet most durable and flexible LED lights on the market. Innovation- it's in our name.



Que hacemos

En Innotec, nuestros ingenieros diseñan y crean los productos y procesos únicos que utilizamos para fabricar nuestras innovadoras tecnologías de iluminación LED y automotriz. Una de nuestras soluciones más revolucionarias utilizada en muchos de nuestros productos de iluminación es nuestra tecnología patentada Boardfree®. Construido sin una placa de circuito, nos permite producir algunas de las luces LED más delgadas, pero más duraderas y flexibles del mercado. Innovación, está en nuestro nombre.

WHO WE ARE

Headquartered in Zeeland, Michigan Innotec has expanded operations to major markets around the world including Hungary, China, Mexico, and India. At Innotec, our strength is our ability to integrate product and process to provide exceptional

solutions for our customers worldwide. This passion for excellence is driven by our desire to achieve a greater purpose. We believe this is accomplished with a foundation of integrity, humility, and trust. The distinction between a good company and a great company can be found in these foundations, not just the ability to work harder than others.

Con sede en Zelanda, Michigan, Innotec ha ampliado sus operaciones a los principales mercados de todo el mundo, incluidos Hungría, China, México e India. En Innotec, nuestra fortaleza es nuestra capacidad de integrar productos y procesos para proporcionar soluciones excepcionales a nuestros clientes en todo el mundo. Esta pasión por la excelencia está impulsada por nuestro deseo de lograr un propósito mayor. Creemos que esto se logra con una base de integridad, humildad y confianza. La distinción entre una buena compañía y una gran compañía se puede encontrar en estas fundaciones, no solo en la capacidad de trabajar más que otras.

VISIÓN

- Ser una compañía basada en **PRINCIPIOS BÍBLICOS**
- Saber **DAR** sabiamente los recursos que dios nos otorgó, para mejorar vidas. Hacer crecer a la gente - dar generosamente – dar empleo - crear productos benéficos.
- Ser una **CULTURA** dinámica y triunfadora, donde nos gusta trabajar.

VALORES

- **CONFIANZA** – Se requiere de integridad, ser cuidadoso, alineado, competente. Es la base de todas nuestras relaciones. La gente debe saber que su riqueza y bienestar es crítico para nosotros- decir la verdad completa. compartir información. Honrar los compromisos. El cliente debe ser capaz de darnos cheques y saber que lo administraremos de la forma más rentable para ambos. Nosotros buscamos el éxito de nuestros proveedores.

- **HUMILDAD** – Es una característica de liderazgo. Llevamos vidas simples.
- **SERVIR** - a nuestro cliente sensacionalmente. Los clientes tienen necesidades. Es nuestro trabajo manejarlos de manera beneficiosa para nosotros con una sonrisa
- Tomamos **RIESGOS** - muchos riesgos calculados. Queremos errores brincando obstáculos.
- Todos nos **ENSUCIAMOS LAS MANOS** y nos gusta hacerlo.
- Seguimos **APRENDIENDO** – mucho – de muchas cosas y después lo utilizamos
- Tiene que ser **DIVERTIDO** así que somos entusiastas, tenemos sentimientos fuertes, enfrentamos los problemas, sonreímos, reímos, decimos que lo que sentimos, hacemos cosas divertidas como equipo de trabajo.
- Gastamos el **DINERO** como si fuera nuestro porque impacta las ganancias en nuestro salario, así como a nuestras responsabilidades.
- Nos encanta el **CAMBIO** y nuestro papel principal es como agentes de cambio. La magia está en “arreglar lo más rápido posible” “**NUNCA ES LO SUFICIENTEMENTE BUENO**”, y aun así estamos orgullosos de lo lejos que hemos llegado
- Trataremos de balancear Fe, Familias, Comunidad y horas de Trabajo Duro - Nos movemos, corremos, empujamos, retamos y a veces trabajamos más para dejar el trabajo bien hecho.

Innotec México – Red Dot – 2 a 5 años

SOMOS y NOS CONVERTIMOS EN:

UNA LUZ: de principios bíblicos en contra de la corrupción y desconfianza... con sistemas implementados para eliminar tentaciones. Invertimos nuestro tiempo y dinero en comunidades para que nuestra luz brille dentro y fuera de nuestro negocio.

EL EPICENTRO: de Head Rest globalmente. Danos un carro y desarrollaremos la cabecera, las máquinas que la fabrican, y hasta la haremos brillante.

UN EQUIPO: Todos tenemos roles que son definidos por nuestras responsabilidades en lugar de títulos. Algunos son Especialistas y otros son Generalistas... Pero cuando se necesita los Especialistas se convierten en Generalidades. Todos conocemos el negocio lo suficiente para meternos a ayudar cuando se necesite... y lo hacemos. "Igualitarios" (no hay clases). ¡Nos divertimos juntos!

DUEÑOS Y EMPRENDEDORES: Celdas son DUEÑAS de su negocio y sus decisiones y ejecutan desde Planeación hasta Embarques después de demostrar competencia y habilidad para cumplir sus promesas. Es un prestigio ser dueño de una celda y una máquina. Los DR's son responsabilidades de los sistemas, entrenamiento, certificación, estándares y desempeño de los sistemas. DR y CR's hacen posible a las celdas correr bien sus negocios. Los miembros de las celdas toman un rol más grande en DR's como una manera de crecer ellos mismos conforme vamos reduciendo costos y departamentos.

MEJORADORES: Somos los dueños de nuestra división, celda máquina y el desempeño de DR y los mejoramos un nivel más cada día.

DISCIPLINADOS: ¡¡PPM de un dígito, punto!!... y los sistemas / cultura que los soportaran naturalmente [Calidad, 5s, Auditorías, no recibo, no hago, no envío un defecto]. Ganamos los resultados mensuales (Monthly) como reflejo de nuestro manejo disciplinado en la ejecución.

AUTOMATIZADO: >\$150k de Valor Agregado/persona, máquinas con 90% eficientes. Vamos a las juntas de mejora y trabajamos en nuestros proyectos mientras nuestras máquinas corren.

DESARROLLADORES DE PERSONAS: Contratamos a la gente más brillante con las 3 I's (Integridad, Inteligencia, Iniciativa) y las ayudamos a crecer para ser mejores de lo que ellos mismos creen: Graduados de Prepa se convierten en Ingenieros... Inspectores se convierten en Líderes... Ingenieros se convierten en Líderes... Líderes se convierten en Ingenieros... Todos nosotros mejoramos para cambiar al mundo.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

Estudio de tiempos

Según Hodson (2001), el estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea conforme a un método especificado.

Estudio de tiempos: actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

Estudio de movimientos: análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo.

Para obtener un estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar.

El método por estudiar debe haberse estandarizado

El empleado debe saber que está siendo evaluado, así como su supervisor y los representantes del sindicato

El analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación

2.1 Herramientas para el estudio de tiempos

El Estudio de Tiempos demanda cierto tipo de material fundamental:

- Cronómetro;
- Tablero de observaciones (Clipboard);
- Formularios de estudio de tiempos.

Cronómetro:

La Oficina Internacional del Trabajo recomienda para efectos del estudio de tiempos dos tipos de cronómetros:

- El mecánico: que a su vez puede subdividirse en ordinario, vuelta a cero, y cronómetro de registro fraccional de segundos.
- El electrónico: que a su vez puede subdividirse en el que se utiliza solo y el que se encuentra integrado en un dispositivo de registro.

Sea cual sea el cronómetro elegido, siempre tenemos que recordar que un reloj es un instrumento delicado, que puede presentar deficiencias si presenta problemas de calibre (en el caso de los mecánicos) o problemas de carga energética (en el caso de los electrónicos). Es recomendado que el cronómetro utilizado para el estudio de tiempos sea exclusivo de estos menesteres, que deben manipularse con cuidado, dejar que se paren en periodos de inactividad y periódicamente se deben mandar a verificar y limpiar. Recuerda que cuando el estudio se aplica sobre ciclos muy cortos que tienen un gran volumen en materia de repeticiones en el proceso, el tener un cronómetro averiado puede afectar de forma muy negativa la labor del especialista.

Tablero de observaciones (Clipboard);

Este elemento es sencillamente un tablero liso, anteriormente se utilizaba de madera contrachapada, hoy en día se producen en su mayoría de un material plástico. En el tablero se fijan los formularios para anotar las observaciones. Las características que debe tener el tablero son su rigidez y su tamaño, esto último deberá ser de dimensiones superiores a las del formulario más grande. Los tableros (Clipboard)

pueden o no tener un dispositivo para sujetar el cronómetro, de tal manera que el especialista pueda quedar con las manos libres y vea fácilmente el cronómetro.

Formularios para el estudio de tiempos

Un Estudio de Tiempos demanda el registro de gran cantidad de datos (descripción de elementos, observaciones, duración de elementos, valoraciones, suplementos, notas explicativas). Es posible que tanto los tiempos como las observaciones puedan consignarse en hojas en blanco o de distinto formato cada vez, sin embargo, sería una gran contradicción que quién se encarga de la normalización de un proceso no tenga estandarizada una metodología de registro, y esto incluye los formularios. Por otro lado, los formularios normalizados prácticamente obligan a seguir cierto método, minimizando el riesgo de que se escapen datos esenciales.

Cada Ingeniero, cada especialista, cada empresa consultora que se encargue de un Estudio de Tiempos, puede crear o adaptar sus propios formularios, por ende, deben existir tantos formularios como ingenieros, sin embargo, profesionales de gran trayectoria en este rubro presentan modelos que han dado buenos resultados en materia de practicidad en los estudios de orden general.

Los formularios pueden clasificarse en dos categorías:

- Formularios para consignar datos mientras se hacen las observaciones.
- Formularios para estudiar los datos reunidos.

Formularios para reunir datos

Los formularios para reunir los datos deben de cumplir con una característica fundamental y esta es la "practicidad", pues es muy común diseñar un formato muy bien elaborado en cuanto a relevancia de los datos, pero que en la práctica dificulta el registro; uno de los errores más comunes es el tamaño de las celdas, pues en la práctica es un problema sumamente incómodo.

Formularios para analizar los datos reunidos

Los formularios para analizar los datos reunidos deben contener por lo menos:

- **Hoja de trabajo:** Esta hoja se utiliza para analizar los datos consignados durante las observaciones y hallar tiempos representativos de cada elemento de la operación. Al existir tantas maneras de analizar los datos, algunos especialistas recomiendan usar hojas rayadas corrientes.
- **Hoja de resumen del estudio:** En esta hoja se transcriben los tiempos seleccionados o inferidos de todos los elementos, con indicación de respectiva frecuencia, valoración y suplementos.
- **Hoja de análisis para estudio:** Esta hoja sirve para computar los tiempos básicos de los elementos de la operación.
- **Suplementos:** Estos deben consignarse en una hoja especial e independiente.

Departamento:				Estudio N°:													
				Hoja N°:		de											
Operación:				Término:													
				Comienzo:													
Estudio de Métodos N°:		Instalación / Máquina:		Tiempo trans.													
Herramientas y Calibradores:				Operario:													
				Ficha N°:													
Método utilizado:		Piezas / Unidad		Observado por:													
Producto / Pieza:		Número:		Fecha:													
Plano N°:		Material:		Comprobado:													
Nota: Croquis del trabajo / Montaje / Pieza al dorno o en hoja aparte adjunta																	
Descripción del elemento		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	F	Suma	Promedio	TN	SUPL	T.STD
Elemento 1	V																
	To																
	Tn																
Elemento 2	V																
	To																
	Tn																
V: Valoración del Ritmo; To: Tiempo Observado; Tn: Tiempo Normal; F: Frecuencia por ciclo; SUPL: Suplementos; T.STD: Tiempo Estándar																	

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Medir tiempos cuanto se tarda en empujar una pieza

3.2 Exponer las características de cada uno

Paso 1: *Definir elementos que componen la tarea*

1	Llegada de material
2	Recolección de material
3	Puesta en rack
4	Empujar rack
5	Bajar Rack
6	Meter en sosa
7	Meter en enjuague
8	Meter en ácido sulfúrico
9	Meter en enjuague agua
10	Meter en enjuague agua 2
11	Meter en cromo
12	Meter en enjuague agua 3
13	Meter en enjuague agua 4
14	Meter en agua destilada
15	Poner en Porta Rack
16	Desmontar piezas y colgar

Paso 2:

Usando un cronómetro, medir el tiempo de cada elemento (10 Veces)



Paso 3:

Calcular el tiempo medio de cada elemento

Paso 4:

Calcular el tiempo total de la tarea

#	Descripción del elemento	Tiempo Observado										Promedio #
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Llegada de material											
2	Recolección de material	5.2	5.5	5.1	5.0	4.7	5.1	5.0	5.4	5.1	5.2	5.13
3	Puesta en rack	6.5	6.0	6.5	7.5	6.2	6.4	6.8	6.1	5.9	6.5	6.44
4	Empujar rack	32.2	11.5	14.4	40.8	17.2	11.3	19.8	25.4	23.2	48.9	24.47
5	Bajar Rack	9.5	8.3	9.6	8.5	8.2	9.1	9.3	8.3	8.0	8.6	8.74
6	Meter en sosa	7.7	7.6	8.1	7.6	7.7	7.9	7.9	7.5	7.6	7.6	7.72
7	Meter en enjuague	4.0	3.9	4.1	4.0	4.1	4.1	4.0	3.9	4.0	4.1	4.02
8	Meter en ácido sulfúrico	8.6	8.9	8.8	9.0	8.7	8.7	8.6	8.9	8.8	8.9	8.79
9	Meter en enjuague agua	2.8	2.9	2.7	2.8	3.1	2.9	3.1	2.9	3.0	3.0	2.92
10	Meter en enjuague agua 2	2.7	2.5	2.8	2.7	2.7	2.5	2.8	2.5	2.6	2.6	2.64
11	Meter en cromo	8.6	8.5	9.5	8.5	8.5	8.9	9.0	9.9	8.8	8.8	8.9
12	Meter en enjuague agua 3	2.7	2.5	2.6	2.1	2.4	2.4	2.7	2.2	2.5	2.2	2.43
13	Meter en enjuague agua 4	2.1	2.4	2.7	2.3	2.7	2.2	2.5	2.5	2.2	2.7	2.43
14	Meter en agua destillada	2.2	2.2	2.6	2.5	2.4	2.2	2.4	2.2	2.5	2.2	2.34
15	Poner en Porta Rack	2.2	2.4	2.6	2.2	2.5	2.5	2.1	2.2	2.3	2.2	2.32
16	Desmontar piezas y colgar	11.5	13.5	12.1	11.0	12.5	11.9	11.3	10.7	13.1	11.9	11.95
		10.85	88.6	94.2	116.5	93.6	88.1	97.3	100.6	99.6	125.4	101.24

Tiempo Total (segundos) = 101.24

Paso 5:

Cálculo del tiempo normal y el tiempo estándar de la tarea “Re cromado”

Para este caso, cada elemento de la tarea se califica por separado, es decir, en cada elemento el operador mostró un ritmo de trabajo diferente.

Se muestra un ritmo diferente porque las actividades no salen a la primera, ya que puede que en el contenedor de las piezas vengan atoradas unas con otras, que las piezas no embonen a la primera, o que se atore el rack, etc.

Entonces por eso el Factor de calificación varía en cada una.

	Descripción del elemento	Promedio	Factor de calificación	Tiempo normal
1	Llegada de material			
2	Recolección de material	5.13	1.2	6.16
3	Puesta en rack	6.44	1.2	7.72
4	Empujar rack	24.47	1	24.47
5	Bajar Rack	8.74	1	8.74
6	Meter en sosa	7.72	1	7.72
7	Meter en enjuague	4.02	1	4.02
8	Meter en ácido sulfúrico	8.79	1	8.79
9	Meter en enjuague agua	2.92	1	2.92
10	Meter en enjuague agua 2	2.64	1	2.64
11	Meter en cromo	8.9	1	8.9
12	Meter en enjuague agua 3	2.43	1	2.43
13	Meter en enjuague agua 4	2.43	1	2.43
14	Meter en agua destillada	2.34	1	2.34
15	Poner en Porta Rack	2.32	1.1	2.55
16	Desmontar piezas y colgar	11.95	1.1	13.14
		101.24		

Tiempo normal de la tarea (TN) = 104.98

Suplementos:

Necesidades personales: 7%

Fatiga: 3%

Piezas sueltas: 15%

Tolerancia total = 7% + 3% + 15% = 25%

Tiempo estándar (TE):

TE = TN (1 + Tolerancia total)

TE = 104.981 (1 + 0.25)

TE = 104.981 (1.25)

TE = 131.22 segundos

3.3 Comparar distintos sistemas para el desplazamiento del rack.

3.3.1 Primer propuesta: Automatizar la línea

Sustituir paso 4 “empujar rack” por una pequeña línea automática que los desplace del área donde se recibe el material a donde comienza el proceso de re-cromado.

Dentro de la misma empresa existe un sistema automatizado similar al que será necesario, la variante es que transporta unas piezas largas muy pesadas, es por eso qué se utiliza.

La distancia de recorrido es de 80 metros y tarda un tiempo de 25s.

Entonces si se intenta poner una versión similar se considerará con respecto a la distancia del proceso de re-cromado que son 14 metros (el cual tarda 24.47 en promedio)

Se hace una regla de tres:

$$x = \frac{(14 \text{ metros})(25 \text{ segundos})}{80 \text{ metros}} = \frac{350 \text{ segundos}}{80} = 4.75 \text{ seg}$$

Modificando los resultados de los tiempos, el tiempo normal quedaría:

	Descripción del elemento	Promedio	Factor de calificación	Tiempo normal
1	Llegada de material			
2	Recolección de material	5.13	1.2	6.16
3	Puesta en rack	6.44	1.2	7.72
4	Desplazamiento automático	4.75	1	4.75
5	Bajar Rack	8.74	1	8.74
6	Meter en sosa	7.72	1	7.72
7	Meter en enjuague	4.02	1	4.02
8	Meter en ácido sulfúrico	8.79	1	8.79
9	Meter en enjuague agua	2.92	1	2.92
10	Meter en enjuague agua 2	2.64	1	2.64
11	Meter en cromo	8.9	1	8.9
12	Meter en enjuague agua 3	2.43	1	2.43
13	Meter en enjuague agua 4	2.43	1	2.43
14	Meter en agua destillada	2.34	1	2.34
15	Poner en Porta Rack	2.32	1.1	2.55

16	Desmontar piezas y colgar	11.95	1.1	13.14
		81.52		85.26

Tiempo normal 85.26 segundos

Suplementos:

Necesidades personales: 7%

Fatiga: 3%

Piezas sueltas: 15% Se elimina porque entonces ya no habría piezas sueltas a causa del movimiento

Tolerancia total = 7% + 3% = 10%

Tiempo estándar:

TE = TN (1 + Tolerancia total)

TE = 85.26 (1 + 0.10)

TE = **93.786 segundos**

Costo de la línea automatizada:

Igual se vuelve a tomar de referencia la línea automatizada de 80 metros.

Que mencionan los encargados que en su momento tuvo un costo \$440,000^{oo}

Entonces se toma como referencia esta cantidad para sacar el posible costo de una misma línea automatizada, pero en este caso de 14 metros.

$$x = \frac{(14 \text{ metros})(\$440000)}{80 \text{ metros}} = \frac{\$6160000}{80} = \$77000$$

3.3.2 Segunda propuesta: Mejora al sistema actual.

Con los operadores se propuso a engrasar y eliminar los bordes de los racks para que no se atoren en el riel donde se desplazan los racks.

Entonces se volvió a checar solo el tiempo de esa actividad.

#	Descripción del elemento	Tiempo Observado										Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	#
4	Empujar Rack (engrasado)	9.6	8.9	10.3	9.5	13.9	10.1	9.1	10.0	9.3	14.5	10.52
4	Empujar rack	32.2	11.5	14.4	40.8	17.2	11.3	19.8	25.4	23.2	48.9	24.47

#Tiempo que se tardaba antes

Aun se atoraba el rack en el riel, pero el número de veces y solucionarlo fue menor.

Modificando los resultados de los tiempos, el tiempo normal quedaría:

	Descripción del elemento	Promedio	Factor de calificación	Tiempo normal
1	Llegada de material			
2	Recolección de material	5.13	1.2	6.16
3	Puesta en rack	6.44	1.2	7.72
4	Empujar Rack (engrasado)	10.52	1	10.52
5	Bajar Rack	8.74	1	8.74
6	Meter en sosa	7.72	1	7.72
7	Meter en enjuague	4.02	1	4.02
8	Meter en ácido sulfúrico	8.79	1	8.79
9	Meter en enjuague agua	2.92	1	2.92
10	Meter en enjuague agua 2	2.64	1	2.64
11	Meter en cromo	8.9	1	8.9
12	Meter en enjuague agua 3	2.43	1	2.43
13	Meter en enjuague agua 4	2.43	1	2.43
14	Meter en agua destillada	2.34	1	2.34
15	Poner en Porta Rack	2.32	1.1	2.55
16	Desmontar piezas y colgar	11.95	1.1	13.14
		87.29		91.02

Suplementos:

Necesidades personales: 7%

Fatiga: 3%

Piezas sueltas: 5% Aun hay piezas sueltas, pero el número es menor

Tolerancia total = 7% + 3% + 5% = 15%

Tiempo estándar:

TE = TN (1 + Tolerancia total)

TE = 91.02 (1 + 0.15)

TE = 104.673 segundos

Costos:

Cubeta de Grasa: Roshfrans 16 kg \$1257

Juego de lijas: \$60

Total: \$1317

3.3.3 Tercera propuesta: Cambiar la ubicación de recepción del material.

A continuación, se muestra cómo se desplazan por el área de re-cromado (esto para poder entender el porqué de la propuesta).

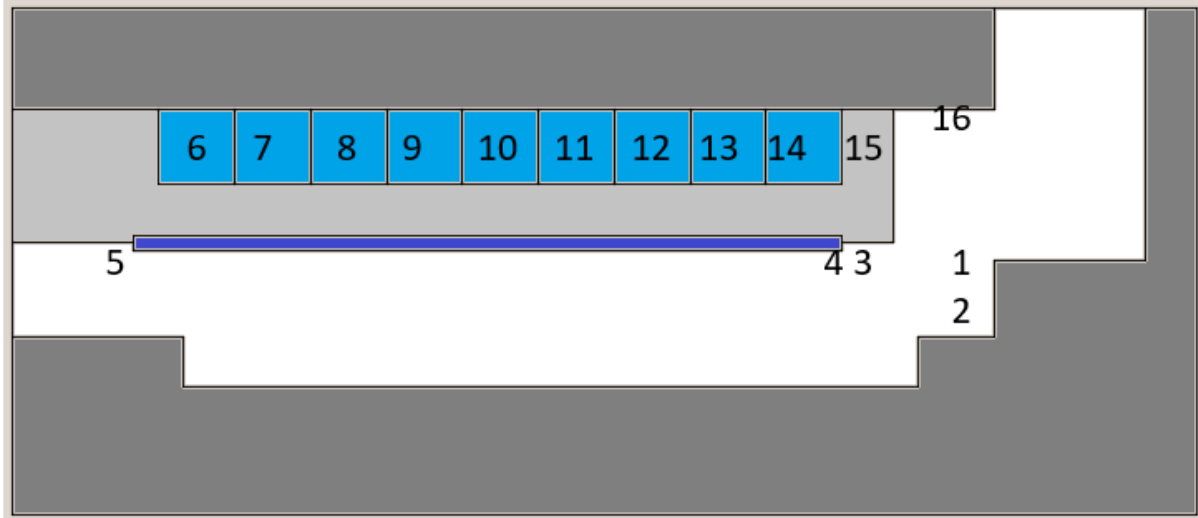
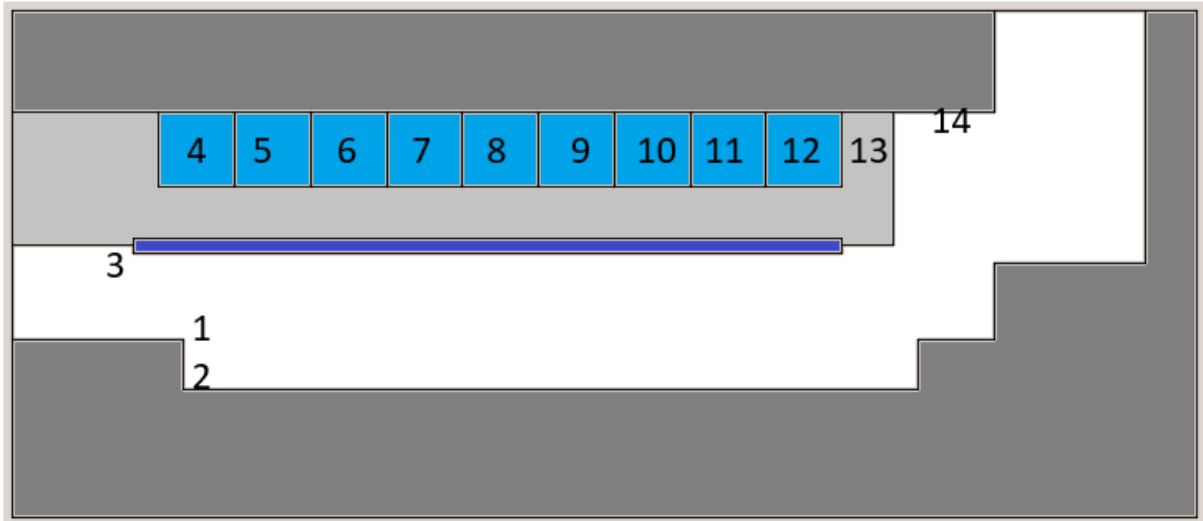


Ilustración 1 Croquis del área de re-cromado

Cambio de actividades: Se pretende cambiar la ubicación de recepción de material (que se encuentra en la actividad 1, se puede observar en el croquis del área). Se moverá la ubicación de “3: Puesta en rack” y así eliminar las actividades “4 Empujar Rack y 5 Bajar Rack”

1	Llegada de material
2	Recolección de material
3	Puesta en rack
4	Empujar rack
5	Bajar Rack
6	Meter en sosa
7	Meter en enjuague
8	Meter en ácido sulfúrico
9	Meter en enjuague agua
10	Meter en enjuague agua 2
11	Meter en cromo
12	Meter en enjuague agua 3
13	Meter en enjuague agua 4
14	Meter en agua destillada
15	Poner en Porta Rack
16	Desmontar piezas y colgar

Entonces el croquis quedaría así:



Se eliminaron dos actividades y los tiempos quedan como en la tabla xxx

#	Descripción del elemento	Tiempo Observado										Promedio #
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Llegada de material											
2	Recolección de material	5.2	5.5	5.1	5.0	4.7	5.1	5.0	5.4	5.1	5.2	5.13
3	Puesta en rack	9.1	9.3	9.1	8.9	9.0	9.2	9.2	9.0	9.3	9.4	9.15
4	Meter en sosa	7.7	7.6	8.1	7.6	7.7	7.9	7.9	7.5	7.6	7.6	7.72
5	Meter en enjuague	4.0	3.9	4.1	4.0	4.1	4.1	4.0	3.9	4.0	4.1	4.02
6	Meter en ácido sulfúrico	8.6	8.9	8.8	9.0	8.7	8.7	8.6	8.9	8.8	8.9	8.79
7	Meter en enjuague agua	2.8	2.9	2.7	2.8	3.1	2.9	3.1	2.9	3.0	3.0	2.92
8	Meter en enjuague agua 2	2.7	2.5	2.8	2.7	2.7	2.5	2.8	2.5	2.6	2.6	2.64
9	Meter en cromo	8.6	8.5	9.5	8.5	8.5	8.9	9.0	9.9	8.8	8.8	8.9
10	Meter en enjuague agua 3	2.7	2.5	2.6	2.1	2.4	2.4	2.7	2.2	2.5	2.2	2.43
11	Meter en enjuague agua 4	2.1	2.4	2.7	2.3	2.7	2.2	2.5	2.5	2.2	2.7	2.43
12	Meter en agua destilada	2.2	2.2	2.6	2.5	2.4	2.2	2.4	2.2	2.5	2.2	2.34
13	Poner en Porta Rack	2.2	2.4	2.6	2.2	2.5	2.5	2.1	2.2	2.3	2.2	2.32
14	Desmontar piezas y colgar	11.5	13.5	12.1	11.0	12.5	11.9	11.3	10.7	13.1	11.9	11.95
		69.4	72.1	72.8	68.6	71.5	70.5	70.6	69.8	71.8	70.8	70.74

Tiempo normal

	Descripción del elemento	Promedio	Factor de calificación	Tiempo normal
1	Llegada de material			
2	Recolección de material	5.13	1.2	6.16
3	Puesta en rack	9.15	1.2	10.98
4	Meter en sosa	7.72	1	7.72
5	Meter en enjuague	4.02	1	4.02
6	Meter en ácido sulfúrico	8.79	1	8.79
7	Meter en enjuague agua	2.92	1	2.92
8	Meter en enjuague agua 2	2.64	1	2.64
9	Meter en cromo	8.9	1	8.9
10	Meter en enjuague agua 3	2.43	1	2.43
11	Meter en enjuague agua 4	2.43	1	2.43
12	Meter en agua destillada	2.34	1	2.34
13	Poner en Porta Rack	2.32	1.1	2.55
14	Desmontar piezas y colgar	11.95	1.1	13.14
		70.74		75.02

Tiempo normal = 75.02

Necesidades personales: 7%

Fatiga: 8% # La fatiga aumenta porque de alguna manera, llevar los racks por el riel daba descanso.

Piezas sueltas: 15% Se elimina porque entonces ya no habría piezas sueltas a causa del movimiento

Tolerancia total = 7% + 8% = 15%

Tiempo estándar:

TE = TN (1 + Tolerancia total)

TE = 75.02 (1 + 0.15)

TE = 86.273 **segundos**

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 Resultados

Propuesta	Actual	Automatizar la línea	Mejorar el sistema actual (engrasado)	Cambiar la ubicación de recepción del material.
Características				
Tiempo promedio	101.24s	81.52s	87.29s	70.74s
Tiempo normal	104.98s	85.26s	91.02s	75.02s
Tiempo Estándar	131.22s	93.786s	104.673s	86.273s
Actividades	16	16	16	14
Costos	\$0	\$77,000 Aprox.	\$1,317	\$0

La elección de la mejor propuesta queda a disposición de la empresa

Bibliografía

- Aguirregoitia Moro, M. (Junio de 2011). MÉTODOS DE TRABAJO Y CONTROL DE TIEMPOS EN LA. *Universidad Politécnica de Madrid*, 9.
- Araya, J. C. (1998). *Técnicas de Organización y Métodos I Parte*. San Jose, Costa Rica: EUNED.
- Boria Reverter, S., & García González, A. (2006). *Métodos del trabajo aplicados a las ciencias sociales*. Barcelona, España: UBe.
- Cordero García, E., Jiménez, F., León Rodríguez, V., & Salazar Valerio, K. (2012). Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de contratación administrativa de medicamentos, en el Hospital México durante el año 2009. Costa Rica: Colegio de Médicos y Cirujanos de Costa Rica.
- Hodson, W. (2001). *Manual del Ingeniero Industrial*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Salazar Lopez, B. (s.f.). *Técnicas de registro de la información*. Obtenido de Ingeniería Industrial Online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/t%C3%A9cnicas-de-registro-de-la-informaci%C3%B3n/>
- Santillán, E. (2004). *La ruta de la Excelencia Empresarial: Principales estrategias de crecimiento en tiempos difíciles*. México: Edita.
- Tejada Díaz, N. L., Gisbert Soler, V., & Pérez Molina, A. I. (2017). METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE TIEMPO Y MOVIMIENTO; INTRODUCCIÓN AL GSD. *3C Empresa, investigación y pensamiento crítico*(Edición Especial), 39-49. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.39-49>