



Estudio de métodos y tiempos de formación de tazas sanitarias en una línea de producción de la Compañía Colombiana De Cerámica S.A.S

Method of Time Study for the Formation of Sanitary Cups in a Production Line Compañía Colombiana De Cerámica S.A.S

Erick Martin Sanchez Montealegre

ersanchez@poligran.edu.co

Politécnico Gran Colombiano

Colombia

Ingeniería Industrial

Estudiante

Facultad de Ingeniería Diseño e Innovación

Tutor

Albeiro Hernán Suárez Hernández

Cotutor

Mauricio Gómez Vásquez

Recepción: 20 de Enero de 2023

Aceptación: 20 de Enero de 2023

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

Resumen

En este trabajo se presenta el estudio de métodos y tiempos de una línea tecnológica en la compañía colombiana de cerámicas S.A.S, la cual se dedica a la producción y venta de diversos productos cerámicos, entre ellos tazas sanitarias, que son el producto de fabricación principal en la planta donde se abordó el proyecto de investigación.

El desarrollo de este proyecto de investigación llevo a cabo en el proceso de formación de las tazas sanitarias cerámicas en la línea de producción CDI (Ceramic Designer Industry), donde se necesitó hacer documentación de los procesos de elaboración de las piezas, luego un estudio de métodos y tiempos para lograr definir los tiempos estándar de cada operación, identificar las posibles causas de desperdicios y demostrar como disminuir los tiempos de entrega de producto en cada ciclo.

Como resultados más relevantes se encontró que las principales problemáticas que afectan a la productividad en la elaboración de las tazas son principalmente son las repetidas o largas distancias de desplazamiento, el no tener establecidos durante que momentos del proceso de formación se deben dar los tiempos de alimentación y la falta de caudal de aire en los ductos de ventilación.

Los cambios en los factores o causas del problema principal y la reformulación de los recorridos de desplazamiento, permite garantizar estar siempre por encima de los cinco ciclos de producción diarios y acercarse a los seis esperados.

Palabras clave

Tazas sanitarias, métodos y tiempos, herramientas de calidad, etapa, paso, productividad

Abstract

This work presents the methods and times study for a technological line in the Colombian ceramics company S.A.S, which is dedicated to the production and sale of various ceramic products, including sanitary cups, the main manufacturing product in the plant where the research project was undertaken.

The development of this research project took place in the process of forming ceramic sanitary cups in the CDI (Ceramic Designer Industry) production line, where it was necessary to document the processes of making the pieces. Subsequently, a study of methods and times was conducted to define the standard times for each operation, identify possible causes of waste, and demonstrate how to reduce product delivery times in each cycle.

Among the most relevant results, it was found that the main issues affecting productivity in the production of cups are primarily repeated or long travel distances, the lack of established moments during the forming process for feeding, and the lack of air flow in the ventilation ducts.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

Changes in the factors or causes of the main problem and the reformulation of travel routes ensure consistently exceeding the five daily production cycles and approaching the expected six

Keywords

Sanitary cups, methods and times, quality tools, stage, step, productivity

Introducción

Descripción del problema

Para la elaboración de productos en material cerámico, dentro de la planta se sigue una secuencia de pasos que van desde la recepción de materias primas, hasta dejar el producto empacado y listo para su distribución.

La primera fase para lograr la fabricación de los productos cerámicos es recibir y categorizar los diferentes tipos de arcillas, evaluando que se aseguren las condiciones técnicas adecuadas para procesarlas y luego poder enviar la barbotina formada en el área de preparación de la pasta a la etapa de formación de piezas.

Actualmente en el proceso de formación de piezas de la tecnología CDI por sus siglas (Ceramic designer Industry), se están fabricando varios tipos de referencias de asientos sanitarios, estos por su geometría y gran número de pasos para su elaboración; están siendo una referencia de productos con baja productividad e incumplimiento en el número de ciclos diarios entregados por los operarios.

En esta línea de producción se requiere de un estudio de métodos y tiempos para determinar la causa del porque los ciclos de producción diarios son menores a los esperados, ya que se están dando ciclos de producción diarios de 4 o como máximo 5 al día, cuando lo estipulado o lo que se esperaba cuando se decidió hacer la inversión en maquinaria y montaje de los 3 módulos cada uno con capacidad de 8 molduras en yeso era de 6 ciclos al día.

Es necesario realizar una descripción del paso a paso de las actividades operativas en la manufactura de las piezas. Aplicar herramientas de calidad y reconocer cuáles son los factores que afectan el proceso productivo en esta área, para lograr con este estudio, la identificación de causas-problema y la implementación de una propuesta de mejora que logre impactar en la productividad y cumplimiento de la demanda esperada del proceso de elaboración de las tazas sanitarias.

Referente Teórico

Corona es una multinacional colombiana con más de 140 años de historia empresarial, dedicada a la manufactura y comercialización de productos para el hogar, la construcción, la industria, la agricultura y el sector de energía (...) La División de Baños y Cocinas está dedicada al desarrollo y fabricación de productos que conforman soluciones integrales para baños y cocinas. (CORONA, 2022)

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

Aun siendo Corona una compañía con muchos años de trayectoria, estando posicionada como una de las marcas más influyentes en la venta de productos cerámicos como tazas sanitarias, lavamanos, aisladores eléctricos, baldosas, locería a nivel nacional, también otros productos como pintura, cementos, griferías, pegantes etc... Como en cualquier otra organización del sector industrial, constantemente se están presentando actualizaciones en los tipos de productos que se fabrican, y con la llegada de nuevas referencias, también surgen necesidades de mejora para los sistemas de producción, ya que la innovación o inclusión de nuevas tecnologías en las empresas manufactureras es de vital importancia y una necesidad para no quedar en la obsolescencia.

En empresas del sector manufacturero; los operarios (...) son los que antes y mejor conocen los problemas que afectan a su puesto de trabajo (...) y por lo tanto son los que están en mejor disposición para solucionarlos. (...) perpetuar la situación en la que un trabajador esté condenado a sufrir un problema que el mismo conoce su solución, es cuando menos un factor desmotivante. (Rojas, 2009). Esto hace que al momento de querer solucionar un problema o plantear una propuesta de mejora para poder optimizar procesos, las personas idóneas, en las que apoyarse al momento de realizar un análisis u obtención de información sobre la/s problemáticas que se están presentando en un proceso de productivo son los colaboradores; ya que estos son quienes están inmersos en las actividades operativas, quienes viven día a día el proceso y los que mejor conocen el área de trabajo.

El cómo impactar sobre la productividad es uno de los principales cuestionamientos que se hacen las compañías cuando se quiere lograr satisfacer los niveles de demanda del mercado o maximizar la utilidad, lo que hace que luego de estudiar y analizar en donde están presentándose falencias por parte de los operarios, lo más ideal sea marcar pautas sobre el rendimiento que estos deben tener, sin olvidar la importancia que tiene en el poder escucharlos, entender sus necesidades o tener esa capacidad de poder “ponerse en su lugar”. Es fundamental si se quiere llegar a realizar una mejora, buscar encontrar un balance entre maximizar el rendimiento de operación de los colaboradores y poder brindar condiciones que permitan garantizar la prestación de los derechos a necesidades básicas personales como: (hidratación, pausas activas o idas al baño o el tiempo de alimentación).

Realizar estudios de métodos y tiempos es fundamental cuando se quiere mejorar/optimar un área de trabajo, William Thomson Kelvin, físico y matemático británico (1824 – 1907) afirma que “Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre”. Haciendo referencia a la importancia que tiene conocer los procesos y poder medirlos, esto con el fin de estudiar las metodologías utilizadas por los colaboradores dentro de un proceso productivo o prestación de un servicio; y poder con lo analizado, identificar donde se centralizan las causas más importantes de las pérdidas de tiempos o cuales son esos procedimientos ineficaces, que generan poco o nulo valor agregado al proceso, con el fin de poder llegar a proponer ideas de mejora que mitiguen o eliminen los problemas que afectan la productividad.

Objetivo principal

Realizar un estudio de métodos y tiempos en una línea de producción de tazas sanitarias cerámicas en la Compañía Colombiana de cerámicas S.A.S, para determinar los tiempos estándar de las actividades, eficiencia y posibilidades de mejora del proceso productivo.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

Objetivos secundarios

- Hacer un diagnóstico del estado actual del proceso de producción de tazas sanitarias que sirva de línea base para el proceso de medición de tiempos y la propuesta de mejora.
- Realizar una recolección estadísticamente representativa de los tiempos de producción de tazas sanitarias para analizar puntos críticos y desperdicios de tiempos.
- Proponer una mejora para el sistema de producción con el fin de incrementar la eficacia del proceso.

Metodología

1. Realizar una documentación de procesos.

Para identificar y tener un mejor entendimiento de cada uno de los pasos necesarios para la elaboración del producto.

2. Recolectar los tiempos de duración de cada etapa.

Luego de tener el paso a paso de actividades, proceder a identificar los tiempos promedio de las actividades en cada etapa, para luego realizar un análisis de datos de los resultados que se obtengan y encontrar donde hay mayor variabilidad en tiempos de ejecución u oportunidades de optimización/mejora.

3. Definir los tiempos suplementarios y valoración del ritmo de trabajo de los operarios durante laboral.

Con el fin de tener en cuenta las tolerancias de tiempo que se presenten durante el turno de trabajo y tener datos lo más realista posibles de los tiempos de duración de cada actividad en la definición del tiempo normal.

4. Establecer los tiempos estándar.

A partir de la recolección de tiempos por actividad, los suplementos y la valoración de los operarios, se establecerían los tiempos estándar por actividad utilizando la correspondiente formulación.

5. Implementar herramientas de calidad.

Al tener la información de los métodos y tiempos utilizados por los operarios para la formación de las tazas sanitarias, se usarán herramientas de calidad: (5W1H, Diagrama de Ishikawa-6M, Diagrama Hombre-Máquina y Diagrama Analítico etc..), para analizar o determinar posibles causas de los problemas de productividad que se presentan en la línea de producción.

6. Construir un Layout y diagrama de recorridos de la línea de producción.

Con el propósito de exponer la distribución física de del área de trabajo, para identificar con mayor claridad el flujo del producto.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

7. Plantear una propuesta de mejora.

Después de toda la recolección de información obtenida de la línea de producción, con la observación, toma de tiempos y aplicación de diagramas o herramientas de calidad; idear una propuesta con la que se puedan mejorar los problemas de productividad del proceso de formación de tazas, sin llegar a afectar la calidad del producto.

Resultados

1. Documentación de procesos

Una vez recibido el proyecto, conociendo la problemática que se debía/ría “abordar”, el primer paso fue dirigirse a el área de formación de tazas, presentarse ante los jefes y supervisor del línea de producción como la persona encargada del estudio que se iba a realizar, también conocer sus opiniones al respecto de la/s problemáticas que se estaban teniendo, hacer una contextualización de los temas que los aquejaban acerca del proceso productivo y que el mismo día pudieran hacer una presentación con los colaboradores dejándoles saber que estaría alguien pasando por la zona de trabajo, midiendo los tiempos de elaboración de las actividades y observando la forma/métodos de trabajo empleados en la actual propuesta utilizada para la formación del producto.

Aunque el AOE – (Activity Operative Estandar) es una base de donde guiarse para la clasificación de las actividades que se requieran analizar, en el caso del proceso de formación de tazas de este proyecto no fue de mucha utilidad, puesto que las actividades se encuentran clasificadas en grupos que contienen muchos pasos, y de esta forma no es posible distinguir en cuál de estas se puede encontrar mayor variabilidad en los tiempos de duración.

Siendo así, la primera tarea por abordar fue la realización de la documentación de procesos, ya que para la medición y toma de tiempos se precisó de conocer cada uno de los pasos para formación las piezas en las condiciones necesarias.

En la realización de la documentación se registraron un gran número de pasos, por lo que para facilidad de comprensión y que la información fuera más fácil en su manejo se dividió el proceso en 3 etapas con el siguiente orden:

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

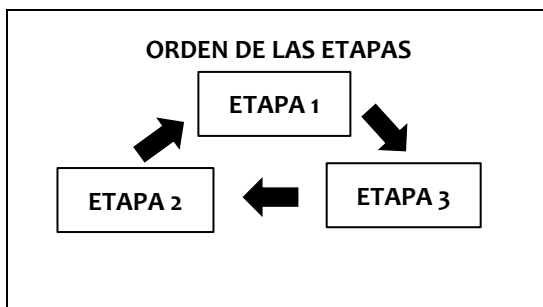


Ilustración 1 Orden de las etapas

Siempre después de la etapa 1 sigue la etapa 3, de la etapa 3 sigue la etapa 2 y de la etapa 2 vuelve a empezar el ciclo en la etapa 1.

Este orden es dado debido a que, ya que es más óptimo una vez acaba la etapa 2 pasar primero a la etapa 3 antes que a la 1.

Pero para entender lo anterior primero necesitamos conocer que es lo que pasa en cada una de estas etapas de fabricación a continuación:

La Etapa 1: La primera etapa de formación es la preparación de los moldes, en esta se hace la limpieza de los puntos de inyección de la materia prima, el lavado y taldado general de los moldes, se cierran las molduras y se dejan listas para empezar a realizar el proceso de formación de las tazas sanitarias dentro de los moldes.

Para esta etapa se registraron un total de 23 pasos, los cuales fueron denominados (**Pre**) de la abreviatura de Preparación – seguido del número de la actividad

PASOS ETAPA 1			
Pre-1	Pre-7	Pre-13	Pre-19
Pre-2	Pre-8	Pre-14	Pre-20
Pre-3	Pre-9	Pre-15	Pre-21
Pre-4	Pre-10	Pre-16	Pre-22
Pre-5	Pre-11	Pre-17	Pre-23
Pre-6	Pre-12	Pre-18	-

Tabla 1 Pasos etapa 1

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

La Etapa 2: La segunda etapa es la Transformación o pulido de las piezas en máquina, en esta se les hacen modificaciones a las piezas dentro de los moldes.

Los pasos de transformación que se realizan en el pulido de piezas en la máquina son los de mayor cantidad y a su vez son los pasos que tienen los mayores tiempos de ejecución y de desplazamiento en todo el proceso de elaboración de las tazas.

Para esta etapa se registraron un total de 46 pasos, los cuales fueron denominados (**Maq**) de la abreviatura de Máquina – seguido del número de la actividad.

PASOS ETAPA 2				
Maq-1	Maq-10	Maq-19	Maq-28	Maq-37
Maq-2	Maq-11	Maq-20	Maq-29	Maq-38
Maq-3	Maq-12	Maq-21	Maq-30	Maq-39
Maq-4	Maq-13	Maq-22	Maq-31	Maq-40
Maq-5	Maq-14	Maq-23	Maq-32	Maq-41
Maq-6	Maq-15	Maq-24	Maq-33	Maq-42
Maq-7	Maq-16	Maq-25	Maq-34	Maq-43
Maq-8	Maq-17	Maq-26	Maq-35	Maq-44
Maq-9	Maq-18	Maq-27	Maq-36	-

Tabla 2 Pasos etapa 2

La Etapa 3: La tercera etapa de formación es el Pulido de las piezas sobre la banda transportadora, esta etapa pudiera iniciar inmediatamente termina la etapa 2, pero teniendo en cuenta que el ciclo tecnológico es el cuello de botella de todo el proceso y este se lleva a cabo en la etapa 1 es conveniente por lógica y para optimizar el tiempo total de ciclo de producción que la etapa que siguiente después del pulido de piezas en máquina sea la etapa 1 y no esta.

Al mismo tiempo que se va elaborando el pulido de las piezas sobre la banda transportadora, dentro de los moldes en la máquina se está desarrollando el ciclo tecnológico o ciclo de máquina.

Para esta etapa se registraron un total de 13 pasos, los cuales fueron denominados (**Ban**) de la abreviatura de Banda – seguido del número de la actividad.

PASOS ETAPA 3		
Ban-1	Ban-6	Ban-11
Ban-2	Ban-7	Ban-12

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

Ban-3	Ban-8	Ban-13
Ban-4	Ban-9	-
Ban-5	Ban-10	

Tabla 3 Pasos etapa 3

2. Tiempos por etapa.

Después de tener en claro cada uno de los pasos de la fabricación de las piezas, se prosiguió con la toma de tiempos de cada actividad, para lo que se necesitó un cronometro, impresiones del paso a paso para hacer registro de los tiempos, un bolígrafo o lápiz y una mascarilla N95 que es necesaria tener puesta todo el tiempo para entrar a el área de formación de las tazas por temas de salud, ya que hay mucho material particulado en el aire.

Los primeros días para cada etapa se tomaron datos del total de tiempo transcurrido, para definir una situación actual y poder saber cuánto en promedio se demoraron por ciclo en la formación de las piezas, cual era esa etapa que más tiempo consumía y sus variaciones por día para poder tener una primera idea de dónde era recomendable hacer mayor enfoque.

Se registraron los siguientes datos de los 7 primeros días de mediciones de tiempo:

	etapa 1	etapa 2	etapa 3	etapa 3 real (<= 92,5)	total (min.)	total (h)
Día 1	45	115,80	95	72	283,30	4,72
Día 2	42	153,00	95	66	327,50	5,46
Día 3	50	141,28	95	59	323,78	5,40
Día 4	40	155,99	95	89	318,49	5,31
Día 5	40	115,00	95	60	277,50	4,63
Día 6	42	205,00	95	70	379,50	6,33
Día 7	32	135,00	95	78	299,50	4,99

Prom (min)	41,57	145,87	95	70,57
Prom (h)	0,69	2,43	1,58	1,18
Mediana (min)	42	141,28	95	70
Desvest	5	31	0	11

TOTAL =	5,30	Prom
	5,35	Mediana
	0,57	Desvest
	Total h	

Tabla 4 Recolección de tiempos por etapa

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

Según los datos obtenidos, se observa que para la etapa 1, hay una desviación más baja que en las otras 2 etapas y que el número de veces que más se repite el mismo tiempo es 40, que, junto con el dato del promedio en 41,6 minutos, se pudo percibir que con el método actual los operarios deberían de estar rondando la finalización de esta etapa con no más de 1,6 minuto de desviación sumado a los 40 minutos de moda.

La etapa 2 nos arroja un promedio que no nos dice mucho, ya que fue de las tres etapas en la que se encontró mucha mayor variabilidad, con una desviación estándar de 31 minutos. Después de obtener estos datos uno de los principales interrogantes que surgieron fue el porqué de la tan considerable variación en minutos, ya que no tiene mucho sentido que hubiera unos días en el que las actividades se cumplieran en menos de 2 horas y que otros días estas mismas actividades demoraran más de 2,5 horas, o incluso un día por encima de las 3 horas en la culminación de la etapa.

La razón por la que hay una Etapa 3 y una etapa 3 real, es porque, aunque los tiempos reales registrados en la toma de tiempos son siempre menores en la real, esta etapa depende de los 95 minutos de ciclo tecnológico o fase de formación de las piezas dentro del molde.

3. Suplementos y valoración del ritmo de trabajo.

Luego de tener una aproximado de los tiempos de realización de cada una de las actividades, lo que nos faltaba para la definición de los tiempos estándar eran los tiempos de suplementos u holguras y la valoración del ritmo de trabajo de los operarios.

Los tiempos suplementarios se definieron de la siguiente manera:

SUPLEMENTOS (Min)	
Desayuno + (desplazamientos CDI a Restaurant y viceversa)	40
Llegada - (Cambiarse, Prep. Puesto, Café)	0
Salida - (Cambiarse, limpieza del puesto)	10
Hidratación	0
Retrasos especiales	10
Necesidades personales	10
TOTAL	70
% EN SUPLEMENTOS =	14,6%

Tabla 5 Suplementos de estudio de tiempos

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

Del total de los 480 minutos que tiene el turno laboral del personal operativo de la compañía. De tiempo suplementario se reconocieron 70 minutos, que equivalen al 14,6%, en los que:

- Para desayuno se suman 30 más 10 minutos de trayectos en desplazamiento de ida y vuelta al área de trabajo que está un poco retirada del restaurante.
- En la salida, 10 minutos para limpiar el puesto de trabajo, cambiarse y dejar la vestimenta utilizada para tareas laborales en los casilleros.
- 10 minutos para retrasos especiales por dar o recibir instrucciones, atrapamientos de herramientas de trabajo, por falta de herramientas de trabajo o material etc...
- Para necesidades personales 10 minutos.
- Tanto el tiempo de llegada (cambiarse, preparar el puesto, tomarse un café etc.), como el de hidratación, se tomaron como suplementos que no suman tiempos, debido a que los operarios siempre llegan a la planta con minutos de antelación suficientes para que las actividades que se deben realizar en la llegada se puedan hacer antes de que se les entregue el siguiente turno, por lo que se supone que deberían siempre empezar con las actividades de formación de producto desde el primero momento en que inician los 480 minutos que dura el turno. Y para el caso de la hidratación se determinó que hay muchos tiempos muertos con segundos considerables en los que los operarios se puedan hidratar, aunque se recomienda que como en la planta el agua no es potable, siempre al momento de ingreso en los puntos específicos con filtros donde se puede extraer agua, o desde sus hogares cada uno tengan listos un termo en buen estado que puedan llenar de agua y tenerlos a la mano en el puesto de trabajo para no perder tiempos en desplazamiento.

La valoración del ritmo de trabajo no se midió para cada una de las actividades, sino que se determinó según la rapidez con la que se observaba trabajaron los operarios en el turno completo. Entonces lo que se hizo fue tomar una valoración general del ritmo de trabajo que había tenido cada operario en cada turno y promediar los datos de los turnos observados, para con esos promedios por operario poder tener un promedio total de esta forma:

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

OPERARIO	Análisis de rendimiento/Valoración				Prom. por operario
1	100%	100%			100%
2	95%	95%			95%
3	90%	65%			78%
4	120%	90%	100%	100%	103%
5	90%	85%	85%	75%	84%
6	95%				95%
Promedio TOTAL					92,3%

Tabla 6 Valoración del ritmo de trabajo

Esto se hizo de esta forma, debido a que lograr tomar el porcentaje de valoración que tenían mientras realizaban las piezas en cada paso sería muy complejo, principalmente por el gran número de pasos, pero también porque muchos de estos pasos tienen tiempos muy cortos, que se hacen complicado el poder observar con que velocidad ambos operarios al mismo tiempo están realizando la actividad.

Lo que se pudo analizar del ritmo de trabajo que tienen los operarios fue que en términos generales se les podría calificar con un desempeño medio, no muy lejos de ser rápido, debido a que su valoración final fue 92,3%.

Con el porcentaje de calificación obtenido se les califica como capaces, que logran con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado según la OIT, como se puede observar en la siguiente tabla:

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

ESCALA DE VALORACION (%)	DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO
0	Actividad nula
1-50	Muy lento , movimientos torpes, inseguros, el operario no demuestra interés en el trabajo
51-75	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario desmotivado pero bien dirigido y vigilado; parece lento pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan
76-100	Activo, capaz, como de obrero calificado medio , logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado
101-125	Muy rápido , el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio
126-150	Excepcionalmente rápido , concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes

Tabla 7 Escala de valoración %

Los criterios que se tuvieron en cuenta para dar estos porcentajes fueron:

- tener en cuenta la diferencia en las velocidades con que cada uno realizaba las actividades, donde se pudo marcar un punto de referencia cuando lo estaban haciendo lento de cuando lo hacían a un ritmo promedio o más rápido de lo “normal”.
- edad y años de experiencia de los operarios, donde para este caso todos tienen más de 10 años de experiencia y sus edades están en un rango entre 35-45 años

También determinando las posibles condiciones de salud física/mental que les pudieran impedir la correcta realización de cada paso, en el que se encontró que muchos presentaban cierto grado de desgaste el maguito rotatorio del hombro o antecedentes de problemas en la columna, que aunque con estos padecimientos, no hay impedimentos en el trabajo que se debe realizar para la formación de las piezas, ya que el proceso es mecanizado y no hay que alzar objetos o herramientas pesadas, sin embargo, su ritmo de trabajo no es el mismo que el de un operario más joven o sin afectaciones de hombro o columna.

4. Tiempos estándar de las actividades.

Luego de tener los suplementos y la valoración del ritmo de trabajo de los operarios, se multiplicó el tiempo promedio por la valoración de 92,3% para obtener los tiempos normales o también llamados tipo y luego se multiplicó ese tiempo normal/tipo por los suplementos con valor de 14,6% para determinar el tiempo estándar de cada actividad, utilizando la siguiente formula:

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

TE =	TN * (1+ % Suplemento)
	TN + S
TN =	TP * V
S =	TN * % Suplemento

V	Valoración
TN	Tiempo Normal/Tipo
TP	Tiempo Promedio
S	Suplemento/s
TE	Tiempo Estándar

Tabla 8 Formulas - Definición de tiempo estándar

Los tiempos estándar de cada paso fueron los siguientes:

PASOS Y TIEMPOS ETAPA 1							
Pre-1	2,4	Pre-7	0,7	Pre-13	0,6	Pre-19	1,7
Pre-2	4,0	Pre-8	0,6	Pre-14	2,1	Pre-20	2,0
Pre-3	6,7	Pre-9	0,2	Pre-15	3,4	Pre-21	2,4
Pre-4	1,3	Pre-10	0,4	Pre-16	0,9	Pre-22	2,0
Pre-5	10,1	Pre-11	1,0	Pre-17	0,1	Pre-23	95,0
Pre-6	1,3	Pre-12	0,1	Pre-18	0,2		-

Tabla 9 Pasos y tiempos etapa 1

PASOS Y TIEMPOS ETAPA 2									
Maq-1	0,7	Maq-10	1,9	Maq-19	5,5	Maq-28	5,3	Maq-37	60,0
Maq-2	1,1	Maq-11	0,5	Maq-20	5,0	Maq-29	0,3	Maq-38	0,3
Maq-3	2,1	Maq-12	0,1	Maq-21	0,6	Maq-30	1,2	Maq-39	8,4
Maq-4	1,1	Maq-13	1,6	Maq-22	0,8	Maq-31	5,0	Maq-40	0,2
Maq-5	4,4	Maq-14	1,0	Maq-23	0,4	Maq-32	4,2	Maq-41	6,5
Maq-6	1,5	Maq-15	2,4	Maq-24	20,0	Maq-33	2,5	Maq-42	0,4
Maq-7	1,2	Maq-16	0,6	Maq-25	0,7	Maq-34	3,2	Maq-43	0,1
Maq-8	3,5	Maq-17	1,8	Maq-26	1,4	Maq-35	6,4	Maq-44	1,4
Maq-9	2,1	Maq-18	1,1	Maq-27	6,3	Maq-36	1,8	Maq-45	0,2
								Maq-46	1,7

Tabla 10 Pasos y tiempos etapa 2

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

PASOS Y TIEMPOS ETAPA 3			
Ban-1	4,1	Ban-8	10,9
Ban-2	20,8	Ban-9	1,3
Ban-3	3,3	Ban-10	9,2
Ban-4	9,5	Ban-11	1,3
Ban-5	7,2	Ban-12	4,6
Ban-6	4,8	Ban-13	55
Ban-7	2,4		-

Tabla 11 Pasos y tiempos etapa 3

5. Implementación de herramientas de calidad.

Después de obtener los resultados de los tiempos estándar y de haber hecho una abundante recolección de datos de los métodos, tiempos y variables que influyen o pueden influir en la productividad laboral, lo siguiente fue comenzar a aplicar las herramientas de calidad.

La implementación del método 5W1H fue la herramienta de calidad principal utilizada, con el fin de tener una mejor comprensión acerca de las causas que generan los problemas de productividad en el proceso. Además, verificar que se tuvieran garantizadas las condiciones principales básicas necesarias para poder realizar la producción de las tazas sanitarias.

Aunque para esta herramienta existen muchas formas de expresar la formulación de las preguntas en el Que-What, Cando-When, Donde-Where, Quien-Who, Cual-Which y Como-How, la manera en que se realizaron estos interrogantes fue acogiéndolos a el modelo utilizado por la compañía de la siguiente forma:

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

PROBLEMA (*)	
VARIABILIDAD EN EL ESTANDAR DE PRODUCTIVIDAD	
ETAPA DEFINICIÓN Y MEDICIÓN: DEFINA EL PROBLEMA CON EL 5W + 1 H (*)	
QUÉ: ¿Qué problema se tiene? ¿En qué cosa, producto, material o servicio observa el problema?	Banco de producción CDI 3
CUANDO: ¿Cuándo ocurre? Indique el momento de tiempo o espacio en el que ocurrió el problema.	Durante el proceso de formación
DONDE: ¿Dónde ocurre? Indique la máquina o proceso en donde ocurre el problema.	En los módulos 1,2 y 3
QUIÉN: ¿El problema depende o no de quien ejecuta la actividad?	Depende de la habilidad del formador
CUÁL: ¿Cuál es la tendencia del problema? Al azar o existe algún patrón repetitivo (turnos, horas del día, personas).	Es recurrente en todos los turno
CÓMO: ¿Cómo ocurre? Describa con mayor detalle cómo se diferencia la situación actual de la situación deseada	Se presenta falta de fluidez en la entrega del producto
Descripción del Fenómeno Recuerda que esta descripción debe contener toda la información que suministraste en las anteriores preguntas.	En los módulos 1,2 y 3 del banco de producción CDI 3, se presenta falta de fluidez en la entrega del producto durante el proceso de formación, depende de la habilidad del formador y es recurrente en todos los turnos

Ilustración 2 5W1H

Al encontrar que el problema de la variabilidad en la productividad del proceso productivo en la tecnología CDI era multicausal, no se utilizó la herramienta de los 5 porqués para interiorizar en la razón o causa del problema, sino que se continuo con la construcción de la tan conocida herramienta de calidad; Diagrama de Ishikawa, también conocida como espina de pescado o diagrama causa-efecto, que nos permitió reconocer visualmente las causas y sub-causas del problema raíz en cada una de las 6M.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

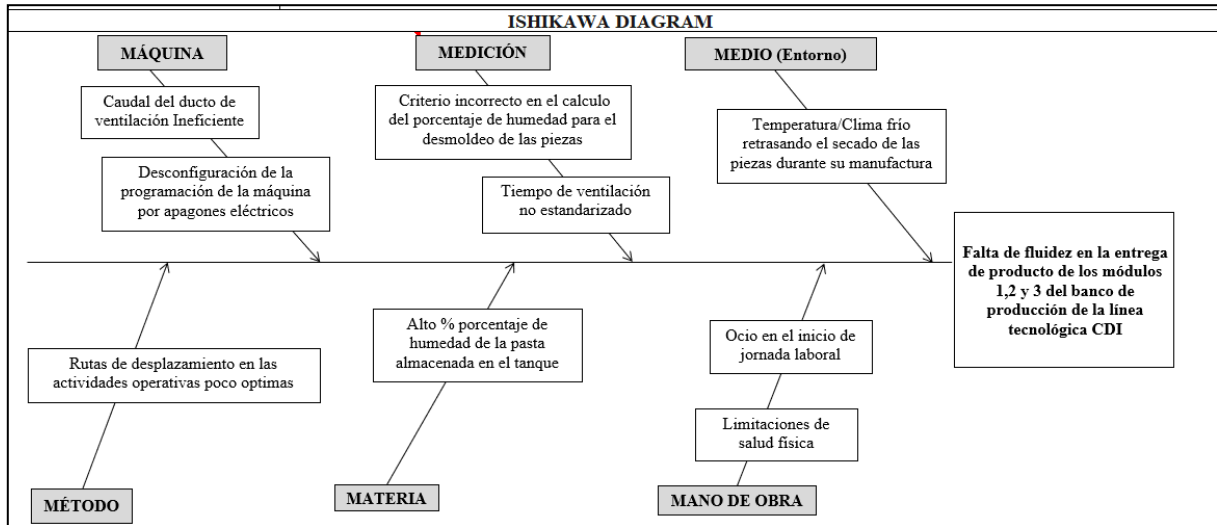


Ilustración 3 Diagrama de Ishikawa

Realizando el diagrama de Ishikawa de lo que se percibió en el área de trabajo, encontramos principalmente que; con el método actual para la fabricación de tazas cerámicas, se están presentando desplazamientos que podrían mejorar llegando a optimizar en gran medida los tiempos de ciclo, también que parte de la mano de obra contratada para las labores de manufactura presenta desgaste en el maguito rotatorio, debido a los años de trabajo realizando tareas que involucran el uso constante de las articulaciones de la zona del hombro, aunque en comparativa con los operarios que no presentan problemas de este tipo, no se nota una diferencia significativa en la productividad o realización de sus tareas, también que casi todas las demás causas de los problemas de productividad están asociadas a las condiciones de cantidad de agua contenida en las tazas cerámicas y una de las cosas que se buscan es que las piezas en el desmoldeo tenga la rigidez necesaria como para poder ser desmoldeadas sin que se rajen, pero también con un grado de blandura que permita que el pulido o transformación de estas se pueda dar sin problemas. Esto es muy necesario tenerlo controlado, porque no se puede permitir perder todo un ciclo de producción por tener una incorrecta medición de la humedad de las piezas al momento de sacarlas del molde y llevarlas a la banda transportadora.

Del análisis general de esta espina de pescado, se pudo ver que algunas medidas para atacar el problema raíz y conseguir mejorar los tiempos de producción, según el análisis realizado deberían ser:

- Disminuir los desplazamientos innecesarios dentro del área, proponiendo un método de trabajo con nuevas rutas de circulación.
- Conseguir reducir los tiempos de ventilación mejorando el caudal de los ductos de ventilación y definir un tiempo promedio fiable que deban recibir de ventilación las piezas.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

- Reducir las pérdidas de tiempo al momento de llegada en los cambios de jornada laboral.
- Establecer una forma certera o de confianza para el cálculo del porcentaje de humedad de las piezas, que garantice que el desmoldeo de las piezas se está haciendo en los tiempos ideales.
- Tener controlado el porcentaje de humedad con que se envía la barbotina del tanque a los moldes.
- Explorar posibilidades de instalación de en un sistema de programación que no se desconfigure con los apagones eléctricos.

El diagrama Hombre – Máquina de la propuesta actual, con el fin de identificar de forma gráfica, los tiempos de operación y ocio de los operarios e inactividad de la máquina donde obtuvimos los siguientes resultados:

Piezas/ciclo	24
Minutos/pieza	13
Tolerancia	0,0%
Minutos/pieza estándar	13
Minutos/línea	311,4
Número de ciclos/turno	1,54
Piezas/turno	37

Tabla 12 Takt Time

Resumen y análisis de la información (Tiempos aprox.)						
Tipo	Tiempo de ciclo (min)	en h	Tiempo operativo	Tiempos muertos	%Utilización	%Utilización optima
H	311	5,183	192,8	271	62,02%	85%
M	311	5,190	197,0	108,8	63,27%	85%

Tabla 13 Resumen diagrama Hombre - Máquina

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

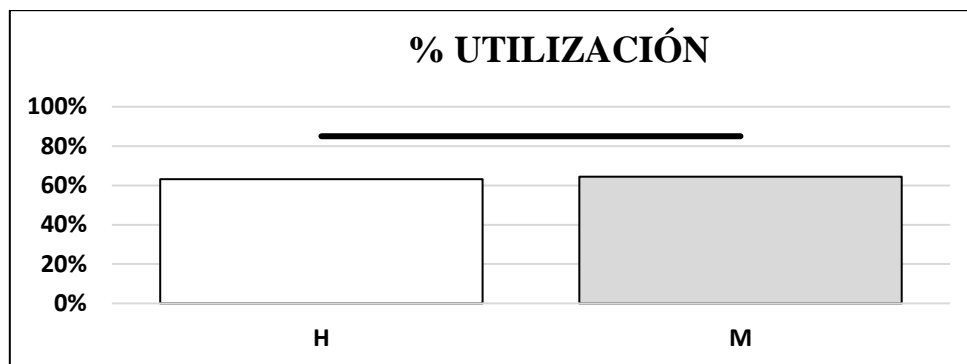


Ilustración 4 Gráfica Hombre – Máquina

Con la propuesta actual, obtener un ciclo de producción ocupa un 64,79% de los 480 minutos de la jornada laboral, con lo que tenemos 1 ciclo cada 5,19 horas, para un total de 4,63 ciclos de producción diarios. Además, las piezas entregadas por ciclo de producción son 24, y para un tiempo de ciclo de 311 minutos, con una tolerancia de 0,0%, se observa la entrega de 1 pieza aproximadamente cada 13 minutos para un total de 37 piezas por turno, en total de 111,13 piezas terminadas al día.

Se registraron tiempos operativos muy semejantes, siendo para el caso de la actividad de la máquina 197 minutos y para los operarios 192,8 minutos, en cambio, en los tiempos muertos si hubo una diferencia significativa, teniendo 108,8 minutos de inactividad de la máquina y más del doble en la inactividad de los operarios en alguno de los 3 módulos con 271,2 minutos.

El Cursograma analítico para representar las diferentes acciones de (operación, espera, inspección, transporte y almacenaje) por las que circula el producto en su elaboración, en el que se observó que el flujo del producto en el proceso de producción es el siguiente:

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	NOMBRE
Indica las principales fases del proceso- Agrega, modifica, montaje, etc..	●	Operación
Verifica la calidad y/o cantidad. Por lo general no agrega valor	■	Inspección
Indica demora ente operaciones o abandono momentáneo	■	Espera
Indica el movimiento de materiales - (Traslado de un lugar a otro)	➔	Transporte
Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén	▼	Almacenamiento

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

Indica varias actividades simultaneas  Combinada

Tabla 14 Representación de símbolos Diagrama Análítico

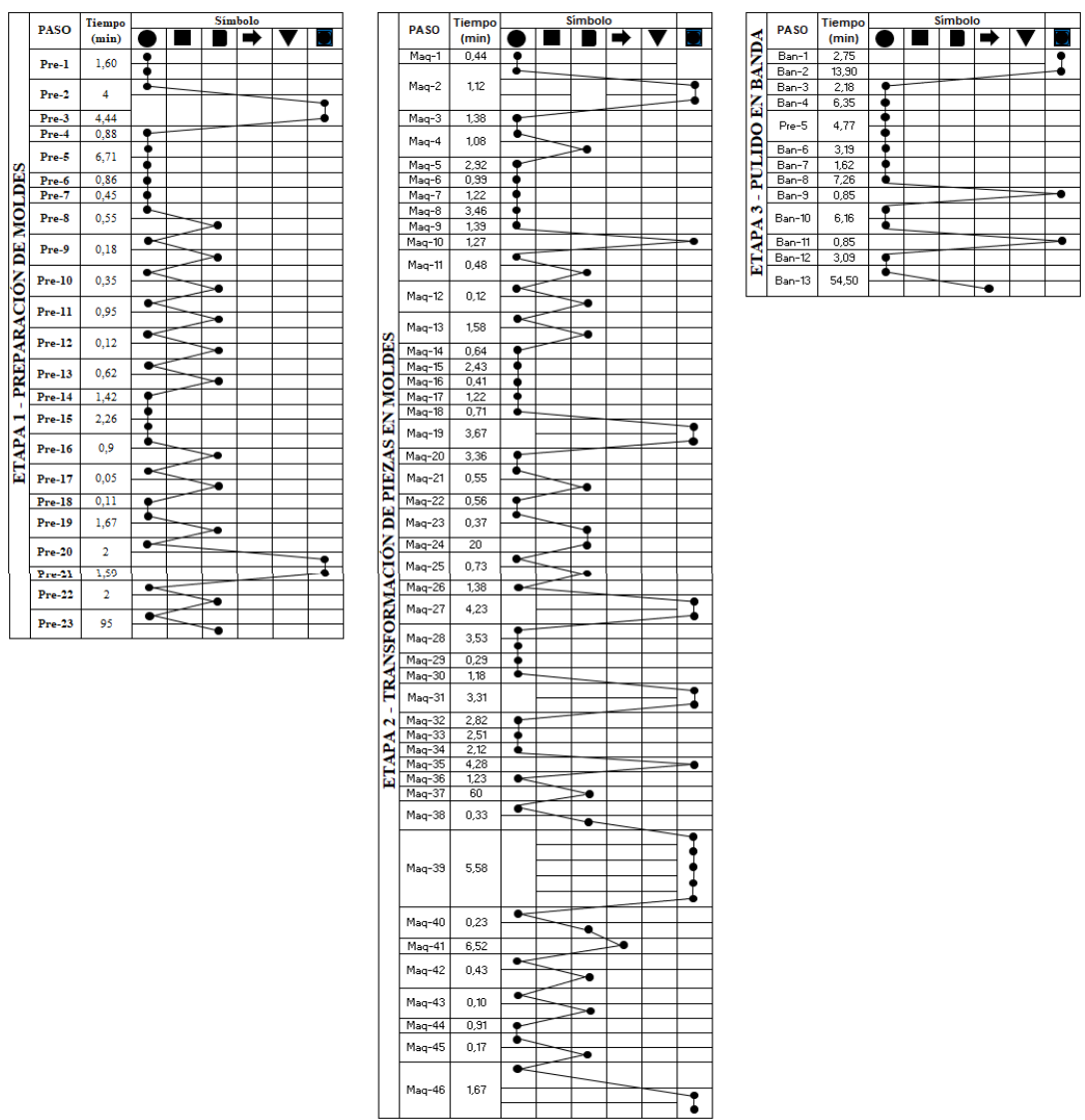


Ilustración 5 Diagrama analítico

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

6. Layout y diagrama de recorridos actual de la línea de producción.

Posterior a la aplicación de las herramientas de calidad, se construyó el layout del área de trabajo y se diagramaron los recorridos que realizan los operarios en la elaboración de las piezas con la propuesta actual, donde se observa la siguiente distribución del área con los posibles movimientos:

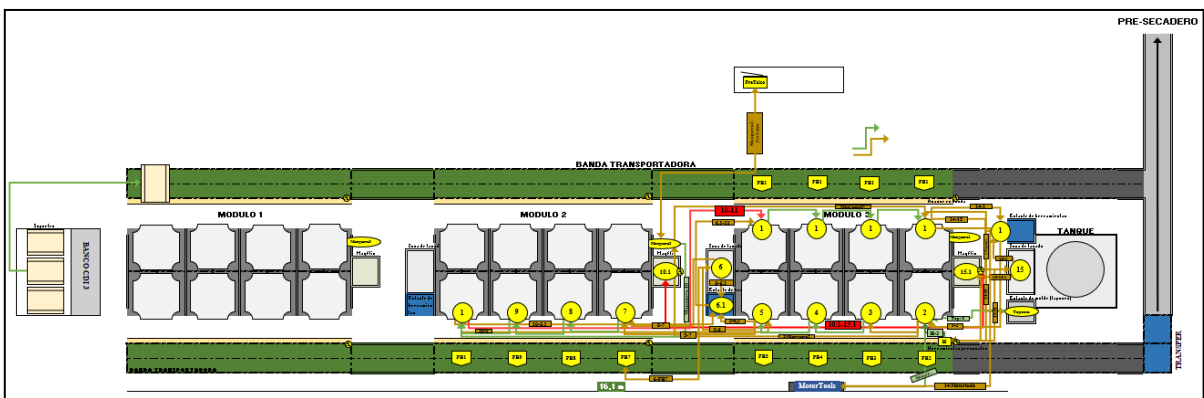


Ilustración 6 Layout actual 1

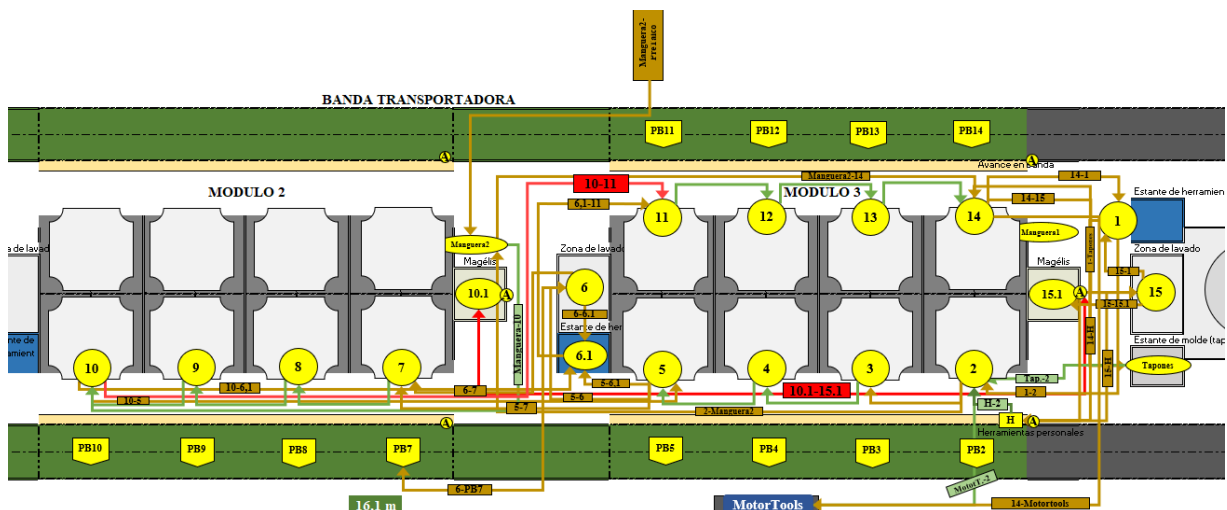


Ilustración 7 Layout actual 2

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

En este Layout se pueden ver las actividades que realiza solo uno de los dos operarios, puesto que el segundo operario tiene las mismas tareas, pero encargándose de ejecutar sus labores en la otra mitad del puesto de trabajo.

Se pueden observar en rojo desplazamientos críticos, considerados de esta forma por su distancia y el número de veces que hay que repetirlos en cada ciclo de producción.

Para el diagrama de recorridos actual se encuentran símbolos con los siguientes significados:












	Desplazamiento con un solo posible destino
	Desplazamiento con dos o mas posibles destinos
	Desplazamientos con dos o mas posibles destinos (ida y vuelta)
	Desplazamiento crítico con dos o mas posibles destinos (ida y vuelta)
	Origen/destino de Operación
	Recipiente con herramientas personales
	Punto de avance en banda, para movimientos de máquina (M)
	Origen/destino de Operación de (Pieza en banda transportadora)
	Cuadro de desplazamiento en línea de dos o mas posibles destinos - con indicación de punto de origen A y destino B
	Cuadro de desplazamiento en línea de un solo posible destino - con indicación de punto de origen A y destino B
	Cuadro de desplazamiento Crítico en línea de un solo posible destino - con indicación de punto de origen A y destino B

Ilustración 8 Descripción de símbolos Layout actual

Al construir el diagrama de recorridos nos dimos cuenta de que hay desplazamientos que ocupan mucho tiempo se repiten un número de veces que considerables, que suman tiempos muertos innecesarios al total de duración del ciclo de producción.

Para identificar la distancia y duración de las actividades de desplazamientos del modelo actual, se diseñó la siguiente tabla con las posibles rutas, las distancias en metros de cada ruta, sus tiempos de duración y el número de veces que un operario va de un punto origen a otro punto destino en las tres etapas:

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

Rutas				Distancias de recorrido por etapas (m)			Tiempos de recorrido por etapas (seg.)					
Orígenes	Destinos	Distancia de desplazamiento (m)	Tiempo/Duración (Seg)	Número de veces que se repite el desplazamiento			Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3			
				Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3						
1	2 o PB2	6,80	3,57	2	8	3	13,8	54,4	20,4	7,13	28,53	10,70
1	H	5,80	3,60	0	1	2	0	6	12	0	3,6	7
1	15	0,70	1,17	0	4	5	0	3	4	0	4,7	6
Motortool	2	10,00	11,30	0	1	0	0	10	0	0	11,3	0
14	Motortool	13,00	12,53	0	1	0	0	13	0	0	12,53	0
H	2 o PB2	1,00	0,93	0	1	4	0	1	4	0	1	4
5 o PB5	6	3,00	2,37	0	4	5	0	12	15	0	9	12
5 o PB5	6,1	3,00	2,37	0	4	0	0	12	0	0	9	0
5 o PB5	7 o PB7	3,60	3,02	7	18	6	25,2	64,8	21,6	21,16	54,42	18,14
6	7 o PB7	3,50	2,50	0	4	5	0	14	18	0	10	13
6,1	7 o PB7	3,20	2,50	0	4	0	0	13	0	0	10	0
10 o PB10	6	8,00	6,10	0	4	5	0,0	32,0	40,0	71,82	41,04	51,30
6	11 o PB11	3,20	2,87	0	4	5	0	13	16	0	11	14
10 o PB10	6,1	8,00	6,10	0	4	0	0	32	0	0	24	0
6,1	11 o PB11	3,20	2,87	0	4	0	0	13	0	0	11	0
10 o PB10	11 o PB11	11,50	10,26	7	17	6	81	196	69	72	174	62
Manquera2	14	7,70	8,89	2	1	1	15	8	8	18	9	9
11 o PB11	7 o PB7	6,70	5,37	2	1	1	13	7	7	11	5	5
2 o PB2	Manquera2	7,50	8,39	2	1	1	15	8	8	17	8	8
10 o PB10	5 o PB5	10,70	7,00	2	1	1	21	11	11	14	7	7
14 o PB14	H	6,00	4,93	0	0	4	0	0	24	0	0	20
14 o PB14	2 o PB2	7,00	4,73	2	0	0	14	0	0	9	0	0
15	1	0,70	2,87	0	4	5	0	3	4	0	11	14
14 o PB14	15,1	3,00	2,87	4	9	1	12	27	3	11,5	25,8	2,3
15,1	15	0,80	1,26	0	4	5	0	3	4	0,0	5,0	6,3
15,1	10,1	10,50	11,26	7	6	1	74	63	11	78,8	67,5	11,3
10,1	15,1	10,50	11,26	7	6	1	74	63	11	78,8	67,5	11,3
1	Tapones	2,10	3,03	0	2	1	0	4	2	0	6	3
15	2 o PB2	3,00	2,87	0	4	5	0	12	15	0,0	11,5	14,3
Tapones	2 o PB2	2,60	3,13	0	2	1	0	5	3	0	6	3
De un molde a otro	1,50	2,01	63	234	0	34,5	351,0	0,0	126,5	469,8	0,0	0,0
De una PB a otra	1,50	2,01	0	0	198	0	0	297	0	0	0	397
Soporte	BTransp.	4,00	8,43	0	13	0	0	52	0	0	110	0
PreTalco	Manquera2	6,0	6,39	2	0	0	12	0	0	13	0	0
Manquera2	PreTalco	6,0	6,39	2	0	0	12	0	0	13	0	0

Ilustración 9 Rutas, distancias y tiempos de etapas propuesta actual

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

DIATANCIA TOTAL RECORIDA				TIEMPO TOTAL CONSUMIDO			
Total	476,0	1103,7	623,4	Total	561,8	1227,9	710,5
Max	94,5	351,0	297,0	Max	126,5	469,8	397,5
Mín	0,0	0,0	0,0	Mín	0,0	0,0	0,0
Recorrido de mas 2 Km por ciclo				Tiempos de recorrido de poco mas de 40 min.			
No incluidos en el analisis de tiempos				No incluidos en el analisis de tiempos			
2,45 2,22 0,45				2,63 2,44 0,53			
Total	5,13			Total	5,59		
	m				min		



Ilustración 10 Resultados de rutas por etapas - propuesta actual

Según la información de las tablas es claro que la etapa 2 es donde más consumo de tiempo hay en desplazamientos, que la ruta desplazamiento que más consume en todas las etapas es cuando los operarios pasan de una pieza a otra con 126,5 en la etapa 1, 469,8 en la etapa 2 y 397,5 segundos en la etapa 3, en el orden que se observa en la tabla, ya que es la acción que más se repite, también que con el total de distancia recorrida con el método actual según el análisis y recolección de datos, se obtuvo una distancia total de recorrido de 2,20 Km en total para la realización de un ciclo de producción y 41,67 minutos de tiempos de desplazamiento en las tres etapas, donde observamos que; aunque la etapa 3 tiene 10 pasos menos que la etapa 1, obtiene un resultado de 2,4 minutos más de tiempos de recorrido y la etapa 2 casi duplica el tiempo de la etapa 3 con 20,5 minutos.

7. Propuesta de mejora - diagrama de recorridos propuesto

Después de observar los desplazamientos en el método actual, se tomó la decisión de enfocar la propuesta de mejora en la modificación de los desplazamientos de los operarios durante la fabricación de las tazas sanitarias cerámicas, impactando directamente en el método, donde el layout sigue siendo el mismo, pero se reformulan las rutas como podemos notar en la siguiente ilustración:

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

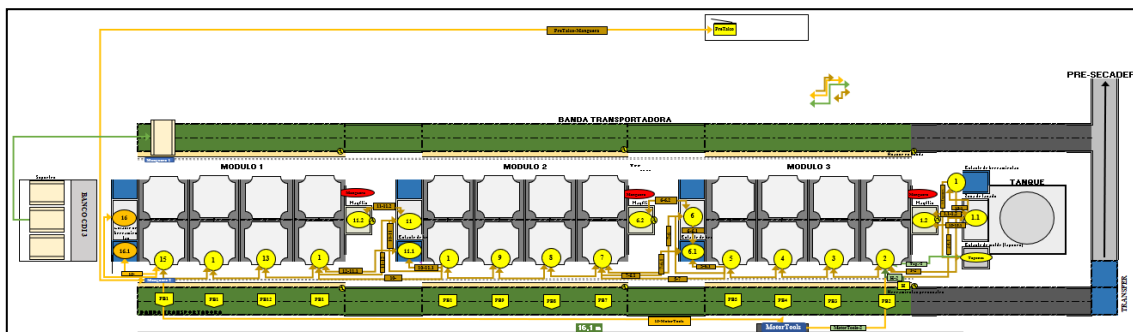


Ilustración 11 Layout propuesta 1

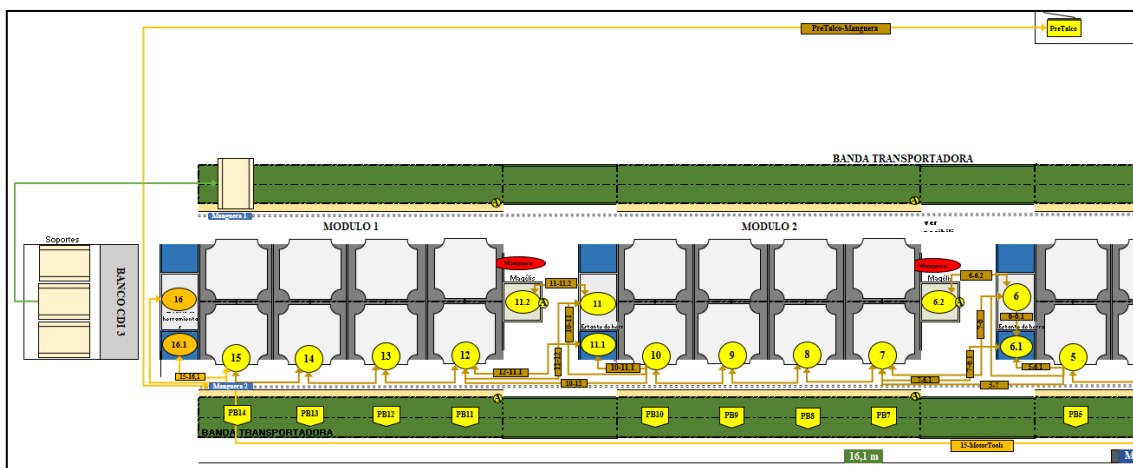


Ilustración 12 Layout propuesta 2

Para el diagrama de recorridos propuesto se encuentran símbolos con los siguientes significados:

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I











	Desplazamiento con un solo posible destino
	Desplazamientos con dos o mas posibles destinos
	Desplazamiento de propuesta nuevas con un solo posible destino
	Desplazamientos de propuesta nuevas con dos o mas posibles destinos
	Origen/destino de Operación
	Recipiente con herramientas personales
	Origen/destino de Operación de (Pieza en banda transportadora)
	Punto de avance en banda, para movimientos de máquina (M)
	Cuadro de desplazamiento en línea de dos o mas posibles destinos - con indicación de punto de origen A y destino B
	Cuadro de desplazamiento en línea de un solo posible destino - con indicación de punto de origen A y destino B

Ilustración 13 Descripción de símbolos Layout propuesto

Al construir el Layout y diagrama de recorridos con la nueva propuesta de mejora surgen algunas modificaciones en las rutas. Se tendría que hacer la instalación de nuevos puntos de ubicación y lavado de herramientas y cambiar la forma en que se utilizan las mangueras de aire, dejando de enrollarlas al lado del tablero de control de máquina en cada módulo y utilizar en cambio una cuerda/guaya que se extiende a lo largo de los 3 módulos desde la parte de arriba, permitiendo que se realicen con mayor facilidad las actividades que involucran el uso de las mangueras.

Desde la modificación del método de trabajo, lo que se pretende es principalmente eliminar los desplazamientos críticos de la operación 10-11 y 10.1-15.1 en la propuesta actual, ya que representan el 24,92% de la distancia total recorrida a su vez lo que se propone con este nuevo diagrama de recorridos, es; reducir los movimientos que realizan los operarios, en las que no se está realizando una actividad operativa que genere valor agregado a la preparación de molduras, transformación o pulido de las tazas sanitarias y la manera de conseguirlo es buscando que para cada paso en cada etapa la forma de moverse al trabajar los moldes ya no sea trabajando los 8 moldes de uno de los módulos de los extremos y 4 moldes del módulo de en medio, sino hacerlo en línea recta realizando tareas de ida y vuelta, tomando la mitad de los moldes de cada módulo, lo que garantiza que se sigan trabajando los mismos 12 moldes por operario.

Para identificar la distancia y duración de las actividades de desplazamientos del modelo propuesto, se diseñó la siguiente tabla con las posibles rutas, las distancias en metros de cada ruta, sus tiempos de duración y el número de veces que un operario va de un punto origen a otro punto destino en las tres etapas:

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

Origenes	Destinos	Distancia de desplazamiento (m)	Tiempo/Duración (Seg)	Número de veces que se repite el desplazamiento		
				Etapas 1	Etapas 2	Etapas 3
1	1,1	0,70	1,17	0	4	1
1	2 o PB2	6,80	3,57	2	4	0
1,1	2	3,00	2,93	0	4	1
H	2 o PB2	1,00	0,93	0	1	4
Tapones	2 o PB2	2,60	3,13	0	2	1
5 o PB5	6	3,00	2,37	0	4	1
5 o PB5	6,1	3,60	2,37	0	2	0
5 o PB5	7 o PB7	3,60	3,02	4	9	6
6,1	7 o PB7	3,20	2,50	0	2	0
6	7 o PB7	3,50	2,50	0	4	1
10 o PB10	11	3,00	2,37	0	4	1
10 o PB10	11,1	3,60	2,37	0	2	0
10 o PB10	12 o PB12	3,60	3,02	4	9	6
11,1	12 o PB12	3,20	2,50	0	2	0
11	12 o PB12	3,50	2,50	0	4	1
15 o PB15	16	3,00	2,37	0	4	5
15 o PB15	16,1	3,60	2,37	0	2	0
16	15 o PB15	3,00	2,37	0	2	5
16,1	15 o PB15	3,60	2,37	0	2	0
12 o PB12	11,2	3,50	2,50	5	9	0
11,2	11	0,80	1,26	0	2	0
11	10 o PB10	3,00	2,37	0	2	5
11,2	10 o PB10	3,00	2,37	5	5	0
12 o PB12	11	3,50	2,50	0	0	5
12 o PB12	11,1	3,20	2,50	0	2	0
12 o PB12	10 o PB10	3,60	3,02	3	7	0
7 o PB7	6,2	3,50	2,50	5	9	0
6,2	6	0,80	1,26	0	2	0
6	5 o PB5	3,00	2,37	0	2	5
6,2	5 o PB5	3,00	2,37	5	5	0
7 o PB7	6	3,50	2,50	0	0	5
7 o PB7	6,1	3,20	2,50	0	2	0
7 o PB7	5 o PB5	3,60	3,02	3	7	0
2 o PB2	1,2	3,00	2,93	5	9	0
1,2	1,1	0,70	1,17	1	2	0
2 o PB2	1	6,80	4,10	0	2	0
2 o PB2	1,1	3,50	2,93	0	2	5
2 o PB2	Tapones	2,60	3,13	0	0	0
2 o PB2	H	1,00	0,93	0	1	4
1,1	1	0,70	1,17	0	4	5
1,1	Tapones	1,40	2,28	0	2	1
1	Tapones	2,10	3,03	0	2	1
De un molde a otro		1,50	2,01	63	234	0
De una PB a otra		1,50	2,01	0	0	198
Soporte BTransp.		4,00	8,43	0	13	0
6,2	1,2	10,50	11,32	3	4	0
1,2	6,2	10,50	11,32	3	1	0
Motorcola	2	10,00	11,30	0	1	0
15	Motorcola	18,00	17,50	0	1	0
PreTalco	Manguera2	6,0	6,39	2	0	0
Manguera2	PreTalco	6,0	6,39	2	0	0

Distancias de recorrido por etapas (m)		
Etapas 1	Etapas 2	Etapas 3
0	3	1
14	27	0
0	12	3
0	1	4
0	5	3
0	12	3
0	7	0
14	32	22
0	6	0
0	14	4
0	12	3
0	7	0
14	32	22
0	6	0
0	14	4
0	12	15
0	7	0
0	6	15
0	7	0
18	32	0
0	2	0
0	6	15
15	15	0
0	0	18
0	6	0
11	25	0
18	32	0
0	2	0
0	6	15
15	15	0
0	0	18
0	6	0
11	25	0
18	32	0
0	2	0
0	6	15
15	15	0
0	0	18
0	6	0
11	25	0
15	27	0
1	1	0
0	14	0
0	7	18
0	0	0
0	1	4
0	3	4
0	3	1
0	4	2
95	351	0
0	0	297
0	52	0
32	42	0
32	11	0
0	10	0
0	18	0
12	0	0
12	0	0

Tiempos de recorrido por etapas (seg)		
Etapas 1	Etapas 2	Etapas 3
0	5	1
7	14	0
0	12	3
0	1	4
0	6	3
0	9	2
0	5	0
12	27	18
0	5	0
0	10	3
0	9	2
0	5	0
12	27	18
0	5	0
0	10	3
0	9	12
0	5	0
0	5	12
0	5	0
13	23	0
0	3	0
0	5	12
12	12	0
0	0	13
0	5	0
9	21	0
15	26	0
1	2	0
0	8	0
0	6	15
0	0	0
0	1	4
0	5	6
0	5	2
0	8	3
126	470	0
0	0	397
0	110	0
34	45	0
34	11	0
0	11	0
0	18	0
13	0	0
13	0	0

DISTANCIA TOTAL RECORRIDA			
Total	326,2	936,5	486,3
Max	94,5	351,0	297,0
Min	0,0	0,0	0,0

TIEMPO TOTAL CONSUMIDO			
Total	5,6	17,1	9,3
Max	126,5	469,8	397,5
Min	0,0	0,0	0,0

Distancia total recorrida

1,75

Km

Distancia total recorrida

31,97

min

Ilustración 14 Rutas, distancias y tiempos de etapas propuesta de mejora
Resultados de rutas por etapas - propuesta de mejora

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

Impactos

1. Productividad

Un cambio en el método, que garantice o logre reducir las pérdidas de tiempo por movimientos innecesarios y a su vez optimice los tiempos de preparación de las piezas impacta directamente en la productividad del proceso de formación del producto.

2. Económico.

Este es directamente proporcional al impacto en la productividad, debido a que entre más producción respecto al tiempo produzca, hay mayor disponibilidad de productos para la venta, por consiguiente, mayor es la utilidad se genera para la compañía.

Referencias

CORONA. (2022). Obtenido de <https://empresa.corona.co/nuestra-compania/quienes-somos>.

Sanchis Gisbert, R. (2020). Diagramación de procesos.

Sira, S. (2011). Aplicación tecnológica del Diagrama Hombre-Máquinas. *Revista INGENIERÍA UC*, 18(3), 17-28.

Pérez, L. R., de la Riva, J., Portillo, M. T. E., & Macías, A. A. M. (2005). Técnicas utilizadas para el estudio de tiempos: un análisis comparativo. *CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica*, 2(11), 2.

Aguirregoitia Moro, M. (2011). *Métodos de trabajo y control de tiempos en la ejecución de proyectos de edificación* (Doctoral dissertation, Arquitectura_Tecnica).

Polanco, E. X. V., Andrea, L., & Gutí, J. J. (2017). Análisis metodológico para la realización de estudios de métodos y tiempos. *Investigación y desarrollo en TIC*, 8(1), 3-10.

Salazar López, B. (2019). Suplementos del estudio de tiempos. *Ingeniería Industrial Online*. Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-detiemplos/suplementos-del-estudio-de-tiempos>.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

PROCESO: Gestión de Investigación	MANUAL	Código: II-MA-009
SUBPROCESO: Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	PLANTILLA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	Versión: I

Salazar López, B. (2019). Valoración del ritmo de trabajo. *Ingeniería industrial online*. Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-detiemplos/valoracion-del-ritmo-de-trabajo>.

Díaz, C. B. M., Padilla, R. D. P. L., & Alegre, L. R. (2018). Estudio del trabajo para mejorar la productividad de una empresa que brinda servicios a operadores de telefonía celular. *Infinitum...*, 8(1).