

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del catálogo en línea, página web y Repositorio Institucional del CRAI-USTA, así como en las redes sociales y demás sitios web de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, siempre y cuando mediante la **correspondiente cita bibliográfica** se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor, **nunca para usos comerciales**.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-USTA
Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

**Diagnóstico de productividad y VSM del proceso generar facturas de pensiones en
prescolar Colegio Reina de la Paz.**

Víctor Julián Mantilla Suarez, Alexander Fabián Galván Clavijo

Trabajo de grado para optar al título de Ingenieros Industriales

Director:

Ingeniero. Manuel Márquez

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería Industrial

2020

Agradecimientos

Especiales afectos a toda la comunidad de Hijas de Jesús, a la Madre Pola, al personal administrativo y al cuerpo docente del colegio Reina de la Paz; quienes han sido un gran punto de apoyo y crecimiento para toda mi familia.

Incluimos al Instituto Lean Six Sigma, quienes nos han capacitado en el uso de las herramientas planteadas para el desarrollo de esta implementación, obteniendo el nivel Yellow Belt en la disciplina Lean Six Sigma.

Agradecimientos también a la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Santo Tomas de Aquino, especialmente al Decano Oscar Hugo Varela Villalba; ya que siempre han apoyado nuestra trayectoria Académica. Y a nuestro director del proyecto el Ing. Manuel Marquez, por habernos motivado a culminar este camino.

Quiero agradecer a la Asociación de Estudiantes e Ingenieros Industriales y Afines, ALEIIAF, y al Comité Ejecutivo, quienes mantuvieron una concesión cercana con mis metas e ideales.

Por ultimó dedicar este espacio a mi Papá y a mi Mamá, son ellos los pilares inamovibles de mi vida, a ellos todo el agradecimiento infinito.

Contenido

	Pág.
Glosario	10
Resumen	11
Abstract	12
1. Planteamiento del problema	13
2. Justificación del problema.....	14
3. Objetivos	15
3.1 Objetivo general	15
3.2 Objetivos específicos.....	15
4. Información de la empresa	16
4.1 información general:.....	16
4.2 Información de la unidad de negocio	16
4.2.1 Línea de Intervención seleccionada.	17
4.2.2 Lista de productos o servicios.....	17
4.3 Funciones en departamento de tesorería.....	18
4.4 Información general del proceso: generar facturas de pensiones estudiantiles.....	19
4.4.1 Funciones de los operarios durante el proceso.	19
4.4.2 Flujo de información en el proceso.....	21
5. Diagnostico empresarial.....	21
5.1 Evaluación inicial del lugar de trabajo:	22

5.2 Entrevista con los dueños del proceso y clientes.....	24
5.2.1 Entrevista a Tesorera.	24
5.2.2 Entrevista a auxiliar	24
5.2.3 Entrevista a profesores (clientes).....	25
5.3 Detalles del proceso a analizar	25
5.3.1 Información de cada procedimiento.	25
5.3.2 Exigencias del cliente (profesores).....	28
5.3.3 Tiempo de trabajo disponible.	29
5.4 Toma de datos del proceso	29
5.4.1 Establecer familias de productos o servicios.	30
5.4.2 Toma de tiempos del proceso.	30
5.4.3 Registro de calidad.....	31
5.5 Análisis y aplicación del Takt Time del proceso.....	33
6. VSM del proceso generar facturas de pensiones estudiantiles.....	34
6.1 Grafico del VSM	34
6.2 Herramientas Lean Six Sigma iniciales a implementar.....	35
6.3 Análisis del balance del VSM	36
6.3.1 Procedimientos desnivelados y principales herramientas Lean Six Sigma.	36
6.4 VSM Futuro.....	38
7. Acciones Registradas	38
7.1 Problemas principales encontrados:	38

7.2 Puntos de control:	39
7.3 Oportunidades de Mejora:	40
7.3.1 Lista de Problemas y Oportunidades.....	40
8. Indicadores de Productividad	43
8.1 Principales Indicadores Lean Six-Sigma:.....	43
8.2 Otros Indicadores.....	44
8.3 Herramientas de Productividad Lean Six Sigma.....	45
8.3.1 Solución de problemas.....	45
8.3.2 Andon.....	46
8.3.3 Poka-Yoke.	47
8.3.4 Mantenimiento Productivo Total (TPM):	48
8.3.5 5 S's (Cinco Eses).....	49
8.3.6 Trabajo Estándar.	52
8.3.7 Takt Time / VSM.....	52
9. Plan de Acción	54
9.1 Objetivos.....	54
9.1.1 General.....	54
9.1.2 Específicos.	54
9.2 Estrategias.....	54
9.3 Tareas	55
9.3.1 Primer objetivo específico:	55
9.3.2 Segundo objetivo específico.	56

9.4 Cronograma de ejecución	56
10. Conclusiones	58
Referencias	61

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Cantidad de estudiantes en Prescolar del Colegio Reina de la Paz, año 2020</i>	18
Tabla 2. <i>Familias de Productos de Prescolar</i>	30
Tabla 3. <i>Toma de Tiempos del Proceso de Generar Facturas</i>	31
Tabla 4. <i>Registro de Calidad del proceso en febrero</i>	32
Tabla 5. <i>Registro de Calidad del proceso en marzo</i>	32
Tabla 6. <i>Tak Time y Capacidad del Proceso de Generar Facturas, Colegio Reina de la Paz</i>	33
Tabla 7. <i>Balance del VSM del Proceso de Generar Facturas de Pensiones Estudiantiles</i>	36

Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Planta administrativa, Colegio Reina de la Paz. Floridablanca. Adaptado de la página web del colegio	16
<i>Figura 2.</i> Diagrama de flujo del proceso generar facturas de pensiones estudiantiles.....	19
<i>Figura 3.</i> Área de Tesorería del Colegio Reina de la Paz.	22
<i>Figura 4.</i> Escritorio Principal de Tesorería Y Escritorio Auxiliar de Tesorería.	23
<i>Figura 5.</i> Formato diligenciado de Evaluación Inicial del Área de Trabajo (Tesorería)	23
<i>Figura 6.</i> Gráfico de Operaciones x Takt Time (unidades en segundos).	33

Glosario

5'S – Cinco eses

Andon – Sistema de señales visuales, auditivas y de texto que indica una condición normal o anormal.

Cuello de botella – Elemento que disminuye o afecta el proceso de producción

Defectos – Imperfección o falta de algo en determinada unidad(es) de producto o servicio.

Diagrama de Gant – Diagrama de característica grafica en el cual se organizan un conjunto de tareas a lo largo del tiempo.

Estándar – Que sirve como modelo, norma, patrón o referencia.

Evento Kaisen – Conjunto de metodologías que permiten identificar cambios medibles en resultados de mejora.

LSSI – Lean Six Sigma Institute, Instituto

Familia de productos / Servicios – Agrupación de un conjunto de atributos comunes a todos los productos que pertenezcan a una determinada familia.

Mapa de Valor (VSM) – Representación de todas las acciones de un proceso, tanto las que crean valor como las que no lo hacen.

OOE – Overall Equipment Effectiveness, Eficiencia Global de los Equipos

Poka Yoke – Método que evita errores humanos antes que se conviertan en defectos

Takt Time – Relación que existe del tiempo disponible sobre la demanda

TPM – Total Productive Maintenance, Mantenimiento Total Productivo

TVA – Tiempo de valor agregado

TVNA – tiempo de valor no agregado

Resumen

Mediante el uso del VSM, el Colegio Reina de la Paz pretende aumentar la productividad del proceso administrativo de Generar Facturas de Pensiones Estudiantiles en Prescolar; optimizando este proceso con el fin de entregar las facturas sin errores y en un tiempo adecuado para no intervenir con actividades escolares o administrativas, antes de la salida de los estudiantes a casa (11:30 am).

El VSM analiza de forma gráfica el flujo de materiales e información a través de actividades y procedimientos necesarios para entregar un producto o servicio, detectando oportunidades de mejora y desperdicios dentro del proceso, Después de hacer el respectivo diagnóstico se realizará las propuestas para aplicar una serie de herramientas Lean Six Sigma que logra una productividad esbelta.

Palabras Clave: VSM, Lean, Six-Sigma, Productividad, Facturas, Takt-Time

Abstract

Through the use of the VSM tool, the Reina de la Paz's School wants to increase the productivity of the administrative process called Generating Student Pension Invoices in Preschool; optimizing this process in order to deliver the invoices without errors and in an adequate time, also as not to intervene with school or administrative activities, before the students go home (11:30 am).

The VSM graphically analyzes the flow of materials and information through the activities and the procedures necessary to deliver a product or service, detecting opportunities for improvement and waste within the process. After that, will make the respective diagnosis, proposals will be made to apply a series of Lean Six Sigma tools that achieve lean productivity without waste.

Key Word- Invoices, Productivity, VSM, Lean, Six-Sigma, Takt-Time

1. Planteamiento del problema

La comunidad Hijas de Jesús Son un grupo de mujeres consagradas a Dios que se han encontrado por caminos diversos. Viven en comunidad y discurren por 19 países, allí donde las necesidades de las personas son mayores [1]. En esta comunidad se encuentra el Colegio Reina de la Paz, ubicado en Floridablanca, Santander; una institución educativa dispuesta a educar a niñas, niños y jóvenes desde el nivel preescolar hasta la educación media. Desde hace 50 años el colegio Reina de la Paz, brinda una educación que desarrolla competencias, capacidades y valores, donde los actos individuales son ejemplo que evolucionan en estilos de vida grupal [2].

En esta institución se lleva a cabo distintos procesos administrativos fundamentales para el sostenimiento de la actividad principal del colegio, entre ellos está el proceso de Cobro de Cartera, donde se cobran las pensiones de los estudiantes y recauda los ingresos por venta de servicio para la institución. Aquí se encuentra el proceso de Generar Facturas de Pensiones Estudiantiles, donde se imprimen los recibos que pagan los padres de familia del estudiante por el servicio prestado por parte del colegio, estos se entregan a los estudiantes el mismo día que se imprimen, el día 4 de cada mes, con el fin de entregarlos a los padres en fecha oportuna de pago.

Pero el colegio ha visto unos problemas en el proceso tales como, facturas con defectos de valor a pagar, facturas impresas dobles, o impresas sin necesidad de haber sido generada, ya sea por pago anticipado o por descuentos; así como también la falta de algunas facturas que no se generaron. Incluso algunos de estos errores se producen al momento de la Entrega a Profesores en los Salones, siendo este el final del proceso y logran pasar la Inspección con listas de Verificación. Esto causa reprocesos lo cual retrasa la entrega de estas Facturas en el transcurso del día escolar.

2. Justificación del problema

Como la prioridad de la institución es entregar las Facturas antes de que los estudiantes regresen a casa, y siendo el área de Prescolar la más recurrente en cuanto a pagos anticipados, lo que altera bastante el proceso, pues los pagos anticipados no generan facturas y, dependiendo del total de facturas a generar, hace que el tiempo que tome en llevar a cabo el proceso varíe; además de ser la primera sección que más temprano salen de clases (11:30 am) por esto se realizara la implementación del VSM en esta familia de productos con el propósito de reducir los tiempos muertos y demoras que hay en el proceso, de igual forma los defectos y errores de calidad que provocan reprocesos y retrasos en el proceso.

Para esto se realiza el respectivo diagnóstico del proceso Generar Facturas de Pensiones Estudiantiles de Prescolar mediante la herramienta VSM, haciendo toma de tiempos y datos, obteniendo un Takt Time del proceso, para graficar el VSM y hacer su respectivo análisis y balance, para saber el estado actual del proceso. Y posteriormente realizar las propuestas en base a los resultados obtenidos en el diagnóstico, mediante la aplicación de las herramientas usadas en la metodología Yellow Belt de Lean Six Sigma. [3]

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Aplicación del VSM en el Colegio Reina de la Paz dentro el proceso de Generar Facturas de Pensiones Estudiantiles en el Área de Prescolar, como herramienta de diagnóstico de productividad del proceso en la institución; proponiendo la implementación de herramientas de mejora continua de nivel Yellow Belt en Lean Six Sigma.

3.2 Objetivos específicos

- Usar la herramienta VSM para realizar un diagnóstico de productividad en la institución y analizar el estado actual del proceso, con sus partes y flujo de material e información. Mediante la obtención del Takt Time.
- Conocer a detalle el proceso, ver como se realiza y hablar con los dueños del proceso y los clientes para entenderlo a profundidad. Registrar los datos obtenidos del proceso, tiempos producción total, capacidad, tiempo disponible, expectativas del cliente, calidad y establecer familia de productos.
- Documentar los problemas encontrados y proponer un plan de acción para corregir los percances en este proceso. Proponer indicadores de productividad que permitan un mayor entendimiento y visualicen de forma más practica la forma de medir la productividad dentro del proceso.
- Analizar y elaborar las propuestas de mejora dentro del proceso usando las posibles herramientas de la metodología Lean Six Sigma en base a los indicadores de productividad que se propusieron.

4. Información de la empresa

4.1 información general:

Nombre / razón social: Comunidad Religiosa Hijas de Jesús – Colegio Reina de la Paz.

NIT: 890201349-7

Ciudad: Floridablanca, Santander.

Página web: <https://www.colegioreinadelapazflorida.com/new/index.php>



Figura 1. Planta administrativa, Colegio Reina de la Paz. Floridablanca. Adaptado de la página web del colegio

4.2 Información de la unidad de negocio

Actualmente el colegio reina de la paz cuenta con 4 niveles en su proceso de educación los cuales son: Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria, Media Vocacional. [2]

Se ha seleccionado el nivel de preescolar debido a que presenta múltiples actividades con opción de mejora y por la prioridad que representa para la institución y el proceso administrativo a analizar. Preescolar cuenta con los niveles de párvulos, prejardín, jardín y transición: estos mismos

serán las familias de productos que se intervendrán; estos cursos se dividen en 2 cada uno, A Y B, llamados Beata Antoñita y Santa Cándida.

4.2.1 Línea de Intervención seleccionada. La razón social del Colegio es Prestar un servicio de Educación y este ya tiene su propia metodología de Pentacidad, por ser aspectos de índole pedagógico no se analizará ningún proceso que involucre la educación; sin embargo, hay varios Procedimientos paralelos y de soporte a esta actividad principal, como lo es El Cobro De Cartera. Dentro de esta, se encuentra el proceso de Generar Facturas de Pensiones Estudiantiles, que son las Facturas con las que los padres de los estudiantes pagan el servicio de educación, prestado por el colegio. Aquí es donde se encuentran errores que perjudican el proceso, lo primordial es que cada niño lleve su factura a tiempo y los padres de familia cancelen oportunamente sus obligaciones con el Colegio.

Por ser prioridad para el Colegio entregar las Pensiones antes que los estudiantes de Prescolar salgan de clase (11:30am), se escoge esta línea de intervención, además de tener la demanda menos variable. Sin embargo, el proceso es el mismo para las secciones de Primaria, Secundaria Y Media Básica. Pero Prescolar es el que primero que se lleva a cabo.

El proceso va desde la Verificación de Saldos o Pagos anteriores en el sistema Dynamica, hasta la entrega de las Facturas a los Profesores en los salones, quienes se encargan de pegar la factura en la agenda escolar del estudiante. El proceso termina cuando el profesor firma la lista de verificación donde reporta ausencia de estudiantes o defectos en las facturas.

4.2.2 Lista de productos o servicios. En la actualidad en prescolar se manejan la siguiente cantidad de estudiantes:

- Párvulos con 13 estudiantes.
- Prejardín con 25 Estudiantes.
- Jardín con 29 Estudiantes.
- Transición con 40 Estudiantes.

Para un total de 107 Pensiones, resaltando un estudiante nuevo de párvulos en marzo de 2020.

Se logra evidenciar que la línea de producción que más mayor valor agrega al proceso de Generar Facturas de Pensiones Estudiantiles en Preescolar es transición con un total de 40 Pensiones.

En la siguiente tabla se puede observar con mayor detalle los datos anteriores:

Tabla 1. *Cantidad de estudiantes en Preescolar del Colegio Reina de la Paz, año 2020*

PROMEDIO DE PENSIONES PRESCOLAR EN EL AÑO 2020											
Grado	Curso A/B	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Parvulos	Beata Antofñita	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Santa Candida	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Prejardin	Beata Antofñita	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	Santa Candida	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Jardin	Beata Antofñita	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Santa Candida	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Transición	Beata Antofñita	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Santa Candida	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
TOTAL		106	107	107	107	107	107	107	107	107	107

Aunque apenas empieza el año escolar, se hace una proyección con la misma cantidad para todo el año, por lo general siempre se ha mantenido durante todo el año.

4.3 Funciones en departamento de tesorería

Este departamento se encarga de los recaudos, cobros, pagos, compras, liquidación y llevar registros contables, entre otras cosas; también se encarga del proceso de Generar Facturas de Pensiones de Estudiantes en la Institución. Es este el proceso que se desea analizar.

4.4 Información general del proceso: generar facturas de pensiones estudiantiles

En este proceso se generan las facturas de pensiones para entregarlas a los estudiantes y que ellos a su vez las entreguen a los padres de familia. Siendo este un proceso administrativo paralelo al proceso de educación de la institución, el cual hace parte del cobro de cartera del colegio. [4]

El siguiente Diagrama de Flujo ilustra los procedimientos necesarios para realizar el proceso de Generar Facturas, este proceso es el mismo desde Prescolar hasta media básica.

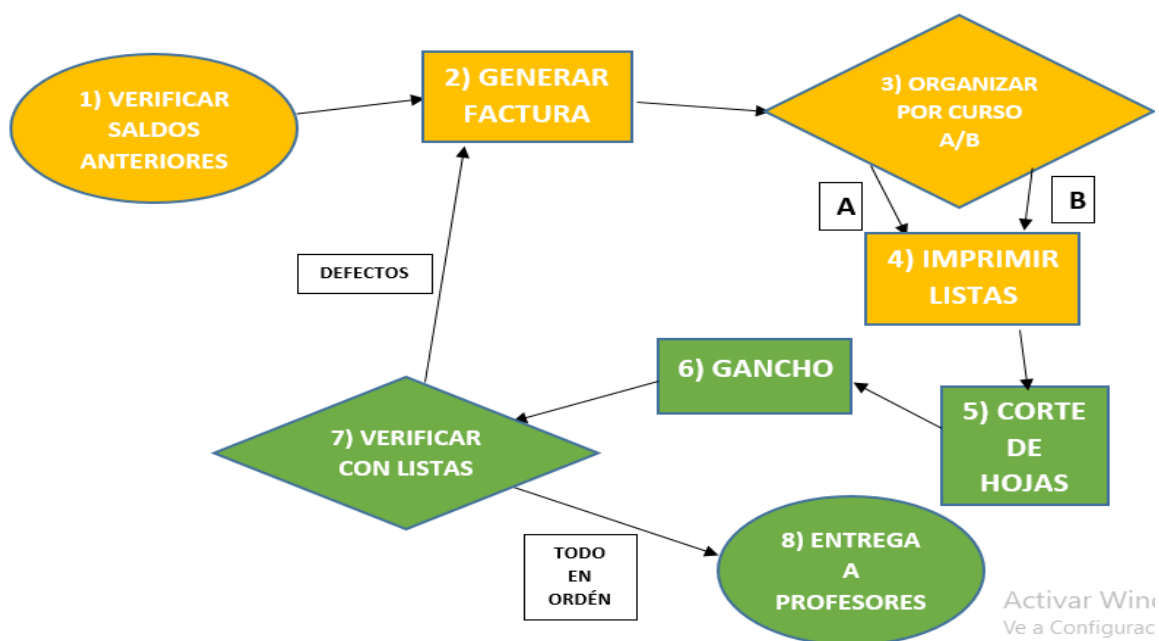


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso generar facturas de pensiones estudiantiles.

Los procedimientos que están en amarillo son realizados por la Tesorera y los que están en verde son los que desarrolla la Auxiliar

4.4.1 Funciones de los operarios durante el proceso. Son 2 los operarios encargados de este proceso, la tesorera y la auxiliar, sus funciones son:

4.4.1.1 Tesorera.

- Antes de imprimir, la tesorera se ubica en el computador e ingresa en el sistema y verifica cada curso, pensión por pensión si presentan saldos anteriores.
- Luego genera las facturas y las imprime, 4 facturas por hoja (Hojas 4x1) se corta el sobrante de la hoja, les coloca un gancho metálico separando así las pensiones en cursos A y B.
- Después se imprime las listas de verificación de cada curso.
- Posteriormente se entrega las facturas ya organizadas en grupos a la auxiliar del Sena.

4.4.1.2 Auxiliar.

- Es quien después se encarga de rasgar cada factura de la hoja, que es de fácil corte.
- Lo siguiente que hace la auxiliar es tomar todas las facturas de cada curso con su respectiva la lista de verificación y les pone un gancho metálico.
- En seguida la auxiliar toma la lista de verificación y analiza los estudiantes de cada curso para comprobar los estudiantes que tienen pago anticipado y aquellos que no han pagado, con esto determina los estudiantes a los que no se les generó recibo y el porqué, identificando errores como impresiones de factura de más, o falta de facturas.
- Por último, la auxiliar Sena firma la lista y sale de la oficina para entregar las pensiones al área de Prescolar, según la ruta más cercana desde tesorería transición es el primer destino por ser los salones más cercano a la entrada del área, por cercanía le sigue los salones de Prejardín, siguiendo con los salones de párvulos y finalizando con jardín, estos están un poco más alejados pero dentro de la misma área de prescolar.
- El proceso finaliza cuando cada profesor comprueba las facturas y firma la lista de verificación.

4.4.2 Flujo de información en el proceso. El sistema Dynamica es el que emite la orden el día 4 de cada mes [4] a las 7 am para imprimir las pensiones que van a ir dirigidas a los profesores quienes finalmente son los clientes.

Este sistema almacena datos sobre los pagos de pensiones realizados, por anticipo, saldos anteriores pendientes, o en mora, por ende, tiene en cuenta estos datos antes de realizar el proceso.

Al final los profesores (clientes) son los que reciben las facturas, al terminar la jornada escolar reportan defectos, como facturas demás, o falta de facturas, así como la no entrega de la factura por ausencia del alumno.

5. Diagnostico empresarial

Para empezar con el diagnóstico es necesario ver el proceso en el lugar donde se desarrolla, El proceso de Generar de Facturas de Pensiones Estudiantiles, hace parte del Cobro de Cartera, y es un proceso Administrativo que suple la actividad principal del colegio, que es la educación.

Por ser Facturas de Pensiones de los Estudiantes de Prescolar, este proceso se realiza una vez al mes, entre el día 4 al día 6, en horas de la mañana, y se lleva a cabo en el área de Tesorería del Colegio Reina de la Paz.

Se programará una cita con la Representante Legal de la Institución para pedir un permiso y estar el presente el día que se ejecute el proceso, adicionalmente solicitar una intervención con los dueños del proceso (Tesorera), así como los que intervienen en el (Auxiliar Administrativo / Profesores), con el fin de conocer detalles específicos que nos puedan aportar para las mejoras.

5.1 Evaluación inicial del lugar de trabajo:

Empezamos haciendo el recorrido por el área de trabajo, teniendo en cuenta todos los espacios, herramientas y maquinas que intervienen en el proceso, así como el recorrido que hace el flujo de materiales y de información.



Figura 3. Área de Tesorería del Colegio Reina de la Paz.

En este caso el área de trabajo a evaluar es el área de Tesorería, el cual cuenta con 2 escritorios, donde se realiza la mayor parte del proceso, cada uno su computador y silla propia, una impresora para el área, un archivero metálico donde se guarda informaciones física contable y financiera, y un armario de madera de suministro de papelería, archivos contables y financieros también.



Figura 4. Escritorio Principal de Tesorería Y Escritorio Auxiliar de Tesorería.

Se cuentan con unos formatos de evaluación para el área del trabajo, donde se evalúan espacios designados, desorden, identificación visual, estado de los equipos, limpieza y evaluación 5's.

CRITERIOS	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
Hay objetos que no se usen?	X			Cajas, libros etc
El lugar se ve confiable?		X		Puede mejorar
El lugar esta organizado?		X		Puede mejorar
Hay diferentes zonas ?	X			escritorios armarios
Hay objetos dañados?	X			aun los usan
Hay objetos por desechar?	X			Varios
Hay objetos que no pertenecen al lugar?	X			Cajas Pantallas
Hay objetos que no estan organizados?	X			
Hay constancia de que falte algun objeto?		X		
Hay reglas para ordenar ?		X		
Hay un lugar para todo?		X		cosas sin puesto
Hay zonas especificas para cada cosa?	X			
Se Especifica las cantidades		X		
Hay espacio para zona de cuarentena?	X			
El lugar esta limpio?	X			Aseo todos los dias
Hay reglas y programas de limpieza?	X			
Hay procedimientos de limpieza?	X			
hay disciplina de limpieza de los usuarios?	X			
Hay letreros o señales?	X			Zonas No señalizadas
Son entendibles?	X			
Hay uso del codigo de colores		X		
Es necesario el uso de tarjetas rojas?	X			
Se puede señalar mejor?	X			
Hay conocimiento de las 5s?		X		
hay motivacion y apoyo par aimplementarlo?	X			

Figura 5. Formato diligenciado de Evaluación Inicial del Área de Trabajo (Tesorería)

Se evidencian la falta de apoyo visual en el área de trabajo; y aunque el lugar permanece limpio, es gracias al personal de aseo. Los operarios mantienen libros de contabilidad encima del escritorio

por su uso constante, se ven desordenados. El área en general se ve un poco confiable, pero puede mejorar.

5.2 Entrevista con los dueños del proceso y clientes

De aquí se sacará el mayor entendimiento directo del proceso, al ser las personas que lo manejan constantemente y desarrollan ciertas destrezas que nos permitan entender el porqué de cada actividad en cada operación; anotar todo lo que ayuda al proceso, y algunos eventos ocasionales que haya que tener en cuenta, grabar la conversación en lo posible.

5.2.1 Entrevista a Tesorera. Realiza las primeras 4 operaciones del proceso. Dice que además del proceso de generar facturas de pensiones estudiantiles ella está a cargo de otras actividades ese día y por eso asegura que el proceso demora hasta 45 minutos y se lleva a cabo los días 4 de cada mes entre las 9:30am y las 10:30am; también asegura que casi nunca ocurren errores, ya que el sistema Dynamica es el encargado de registrar cada operación financiera del colegio, incluyendo información sobre pago de pensiones escolares, y es de donde se generan las facturas de pensiones escolares. Dice que la prioridad es Prescolar por ser quienes salen más temprano todos los días (11:30am).

5.2.2 Entrevista a auxiliar. Ejecuta las otras 4 operaciones del proceso. Asegura que el proceso a veces puede tardar hasta una hora dependiendo de qué actividades tenga que realizar ese día. Dice que a veces los padres pagan antes y que el sistema debe registrar estos pagos, aun así, a la hora de Verificar con Listas aparecen unas facturas que no deberían generarse por haberse pagado anteriormente.

También asegura que las demoras se pueden presentar a la hora de entregar las Facturas de Pensiones a los Clientes que son los Profesores, dependiendo de donde estén a la hora de hacer la entrega, no todos permanecen dentro de los respectivos salones de Prescolar, y son estos los que salen más temprano todos los días.

5.2.3 Entrevista a profesores (clientes). Esperan que las facturas sean entregadas antes de las 10:30am para tener tiempo para pegarla en cada agenda de los estudiantes antes de que salgan para la casa, por lo general están fuera de los salones si tienen alguna actividad o examen o clases de educación física, manifiestan que a veces hay errores en las facturas como 2 facturas iguales o la ausencia de estas. También reportan los estudiantes que faltaron a clase.

5.3 Detalles del proceso a analizar

Una vez conocida las actividades que se realizan en los procedimientos del proceso, es importante también identificar los diferentes tiempos, equipos, exigencias del cliente, tiempos de trabajo y operarios necesarios para llevar a cabo el proceso de Genera de Facturas de Pensiones Escolares.

5.3.1 Información de cada procedimiento.

1. Verificar Pagos Anteriores:

- Equipo: Se cuenta con un computador de mesa
- Tiempo de ciclo: 374 segundos
- Tiempo de cambio de producto: 8 segundos
- Fiabilidad: 24 segundos por encima del tiempo de ciclo debido a reproceso (total 350 segundos)

- Operarios: En este proceso se utiliza 1 operaria (tesorera) la cual ingresa al computador, abre el sistema antes de imprimir cada curso a verificar los saldos anteriores.

2. Generar Factura (4 por hoja):

- Equipo: Para esta actividad se utiliza un computador de mesa y una impresora láser de oficina
- Tiempo de Ciclo: 189 segundos
- Tiempo de cambio de producto: 1 segundo
- Fiabilidad: El equipo trabajo al 90%
- Operarios: En este proceso se utiliza 1 operaria (tesorera) la cual luego de verificar los saldos anteriores procede a genera la factura de las pensiones oprimiendo el botón imprimir.

3. Organizar por curso A/B

- Equipo: Para esta actividad se utiliza ganchos metálicos
- Tiempo de ciclo: 95 segundos
- Tiempo de cambio de producto: 2 segundos
- Fiabilidad: 5 segundos por encima del tiempo de ciclo debido a merma (92 segundos)
- Operarios: En esta actividad se utiliza 1 operaria (tesorera) la cual corta el sobrante de la hoja en la que se imprimieron las facturas, separa las pensiones en cursos A y B y les coloca un gancho metálico, posterior a esto le transfiere las pensiones a la auxiliar Sena.

4. Imprimir lista de verificación:

- Equipo: Para esta actividad se utiliza un computador de mesa y una impresora básica de oficina
- Tiempo de ciclo: 51 segundos
- Tiempo de cambio de producto: 1 segundo
- Fiabilidad: 3 segundos por encima del tiempo de ciclo debido a descompostura del equipo de impresora (51 segundos)

- Operarios: En esta actividad se utiliza 1 operaria (tesorera) la cual da en el botón de imprimir a las listas de verificación.

5. Cortar Hojas 4x1:

- Equipo Para esta actividad la operaria se toma como el equipo
- Tiempo de ciclo: 320 segundos
- Tiempo de cambio de producto: 3 segundos
- Fiabilidad: 47 segundos por encima del tiempo de ciclo debido a merma por parte de la operadora (368 segundos)
- Operarios: En este proceso se cuenta con 1 operaria (auxiliar Sena) la cual corta las hojas de pensiones que contienen 4 facturas por hoja

6. Gancho de Facturas por Cursos:

- Equipo: Para esta actividad la operaria se toma como el equipo
- Tiempo de ciclo: 36 segundos
- Tiempo de cambio de producto: 3 segundos
- Fiabilidad: La operaria trabajo al 87% en esta actividad
- Operarios: En esta actividad se cuenta con 1 operaria (auxiliar Sena) la cual toma las facturas y las listas de verificación por curso y les coloca un gancho metálico

7. Inspección con lista:

- Equipo: En esta actividad la operaria se toma como el equipo
- Tiempo de ciclo: 365 segundos
- Tiempo de cambio de producto: 4 segundos
- Fiabilidad: 12 segundos por encima del tiempo de ciclo debido a merma por parte de la operaria (440 segundos)

- Operarios: En esta actividad se cuenta con 1 operaria (auxiliar Sena) la cual toma la lista de verificación y analiza cada curso y estudiantes para determinar aquellos estudiantes que tienen pago anticipado y aquellos que no han pagado para determinar a quienes se les genera recibo, luego de realizar la verificación correspondiente la operaria (auxiliar Sena) firma la lista

8. Entregar por salones:

- Equipo: En esta actividad la operaria se toma como el equipo
- Tiempo de ciclo: 470 segundos
- Tiempo de cambio de producto: 35 segundos
- Fiabilidad: 113 segundos por encima del tiempo de ciclo debido a merma por parte de los profesores
- Operarios: En esta actividad se cuenta con 1 operaria (auxiliar Sena) la cual sale de la oficina para entregar las pensiones a transición que es el primer destino, en seguida pasa a párvulos, luego pasa a jardín y prejardín, el proceso finaliza cuando cada profesor inspecciona la lista de verificación y firma.

5.3.2 Exigencias del cliente (profesores).

- El cliente espera del proceso de generación de facturas de pensiones que se realice la entrega de las pensiones de los 107 estudiantes que se encuentran actualmente en el nivel de preescolar, por lo tanto, la demanda por mes del cliente es de 107 productos.
- El cliente espera que los productos se entreguen el día 4 de cada mes, hasta 30 min antes de las 11:30 am hora en que finaliza la jornada escolar, la orden se emite el mismo día en la formación a primera hora del día.
- El cliente espera que no existan errores como falta de facturas no generadas.

5.3.3 Tiempo de trabajo disponible.

- El tiempo de trabajo en la semana es de 1 día debido a que el proceso se realiza solo un día cada mes.
- Se presenta 1 turno
- El turno es de 10 horas
- Las pausas que se reflejan en el turno tienen un tiempo de 1 hora (almuerzo) y 15 minutos (pausas) (75 minutos)
- Tiempo Productivo Total = 31500

5.4 Toma de datos del proceso

Para analizar este proceso más detalladamente, hay que verlo en marcha, identificando sus pasos, las actividades que agregan valor y las que no, los clientes, los operarios, los materiales, el lugar de trabajo, el flujo de información y los traslados que se realizan durante el proceso, tomando tiempos y notas importantes sobre piezas buenas y piezas malas, producción y capacidad.

5.4.1 Establecer familias de productos o servicios.

Tabla 3. *Familias de Productos de Prescolar*

PREESCOLAR				PASOS							
Grado	Curso	Pensiones	Hojas 4x1	Verificar Saldos Anteriores	Generar Facturas (Hojas 4x1)	Organizar por cursos (A o B)	Imprimir Lista Verificación	Corte de Hoja 4x1	Colocar Gancho a las Facturas	Inspección de facturas con lista	Entrega en Salones
Parvulos	Beata Antoñita	6	1	X	X	X	X	X	X	X	X
	Santa Candida	7	2	X	X	X	X	X	X	X	X
Prejardín	Beata Antoñita	12	3	X	X	X	X	X	X	X	X
	Santa Candida	13	4	X	X	X	X	X	X	X	X
Jardín	Beata Antoñita	15	4	X	X	X	X	X	X	X	X
	Santa Candida	14	4	X	X	X	X	X	X	X	X
Transición	Beata Antoñita	20	5	X	X	X	X	X	X	X	X
	Santa Candida	20	5	X	X	X	X	X	X	X	X

Se establece que las todas las familias de Servicios en Prescolar comparten los mismos pasos en orden, por ende, la implementación abarcará estos Cursos.

5.4.2 Toma de tiempos del proceso. Se tomaron tiempos de cada actividad y durante todo el proceso, en febrero y marzo.

Tabla 5. *Toma de Tiempos del Proceso de Generar Facturas*

No.	Paso	Punto de medición	Ideal	FEB	MAR	Promedio entre el tiempo ideal hasta marzo (segundos)
1	Verificar Saldos Anteriores	Computador tesorería	321	360	308	330
2	Generar Factura Hoja 4x1	Impresora tesorería	192	208	181	194
3	Clasificar Curso A/b	Impresora tesorería	80	108	97	95
4	Imprimir Lista Verificación	Impresora tesorería	48	50	55	51
5	Corte Hoja 4x1	Escritorio Auxiliar	321	318	291	310
6	Gancho Por Curso	Escritorio Auxiliar	32	41	28	34
7	Verificar o Inspección	Escritorio Auxiliar	321	300	318	313
8	Entrega A profesor en salones	Area de prescolar	300	420	360	360
Tiempos de ciclo real			1614	1805	1638	1686

El proceso se demoró más en febrero (30min) que, en marzo (27min), en parte porque los profesores no estaban en los salones, y por otro lado el hecho de saber el tiempo de febrero ayudo a motivar a los operarios para mejorar su marca y así reducir el tiempo en marzo, salvo por unos errores de calidad que se presentaron. Los tiempos ideales son los que los operarios consideran propicios en cada operación. En promedio el proceso se demora 28min.

5.4.3 Registro de calidad.

Se registró el nivel de la calidad mediante la observación de defectos en facturas malas y buenas.

Tabla 7. *Registro de Calidad del proceso en febrero*

Febrero							
Grado	Curso	Pensiones	Pago Anti	Real	Defectos	Buenas	Hojas 4x1
Parvulos	Beata Antofita	6	1	5	0	5	2
	Santa Candida	6	1	5	0	5	2
Prejardín	Beata Antofita	12	2	10	0	10	3
	Santa Candida	13	3	10	0	10	3
Jardín	Beata Antofita	15	0	15	0	15	4
	Santa Candida	14	1	13	0	13	4
Transición	Beata Antofita	21	2	19	0	19	5
	Santa Candida	19	0	19	0	19	5
TOTAL		106	10	96	0	96	28
%			9%	91%	0,0%	100,00%	

En febrero no se presentaron errores en el proceso, resalta que la producción real es de 91% y varía dependiendo de quienes pagaron anticipadamente.

Tabla 9. *Registro de Calidad del proceso en marzo*

Marzo							
Grado	Curso	Pensiones	Pago Anti	Real	Defectos	Buenas	Hojas 4x1
Parvulos	Beata Antofita	6	3	3	0	3	1
	Santa Candida	7	3	4	0	4	1
Prejardín	Beata Antofita	12	2	10	1	9	3
	Santa Candida	13	5	8	0	8	2
Jardín	Beata Antofita	15	0	15	0	15	4
	Santa Candida	14	3	11	0	11	3
Transición	Beata Antofita	21	2	19	1	18	5
	Santa Candida	19	0	19	0	19	5
TOTAL		107	18	89	2	87	24
%			17%	83%	2,2%	97,75%	

En marzo si se presentaron defectos en las Facturas, como impresiones innecesarias, y falta de estas Facturas que no se generaron. Se evidencia una producción real más baja que en febrero debido a los pagos anticipados, curiosamente el sistema generó una factura cuyo pago había sido cancelado el día anterior.

5.5 Análisis y aplicación del Takt Time del proceso

Tabla 11. *Tak Time y Capacidad del Proceso de Generar Facturas, Colegio Reina de la Paz*

					<i>Demanda Mensual</i>	107
días laborales	1	Tiempo disponible	31500	seg.		
hrs. X turno	10	Demanda diaria	107			
turnos	1					
Descansos x turno (min)	75	TAKT TIME	295	seg/pza		
		Capacidad	87,50			

La herramienta que nos permite un diagnóstico exacto del ritmo del proceso, en relación con la demanda y el tiempo de trabajo, así como el de la productividad de la empresa, es el takt time. [5]

Según el Takt Time (Tiempo Disponible / Demanda) el cliente está dispuesto a recibir una factura de pensión casi cada 5 min (295 seg) en el día que se realiza el proceso. Resalta la capacidad (Tiempo Disponible / Tiempo más Lento) es de casi 88 facturas cuando la demanda es de 107 facturas de pensiones, indicando un cuello de botella interno al ser mayor la capacidad del colegio que la demanda de las pensiones en Prescolar, El tiempo que más se demora es la operación Entrega de Facturas a Profesores en Salones, este será el Tiempo de Ciclo. [5]. Esto lo podemos ver más claramente en el siguiente gráfico:

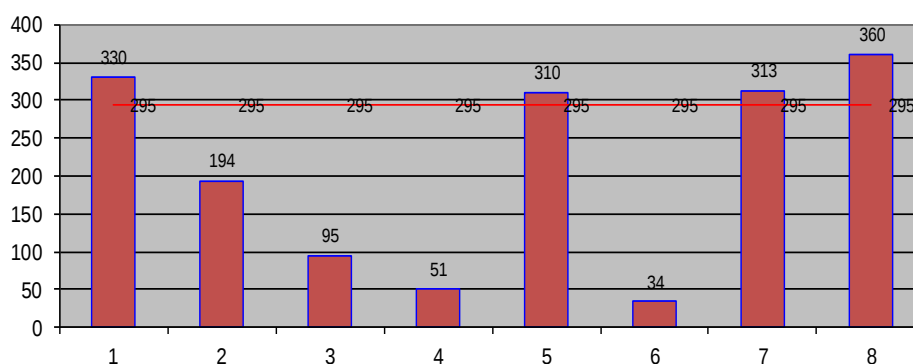


Figura 6. Gráfico de Operaciones x Takt Time (unidades en segundos).

Se evidencia un desnivel en las 4 actividades que superan el Takt Time de 295 segundos, en estas actividades están las oportunidades de mejora donde se planea implementar una serie de herramientas de la metodología Lean Six Sigma necesarias para la intervención. Con esta información se construye el VSM que refleja de forma visual el diagnóstico actual del Proceso de Generación de Facturas que desarrolla el Colegio Reina de la Paz, en el área de Prescolar.

6. VSM del proceso generar facturas de pensiones estudiantiles

6.1 Grafico del VSM

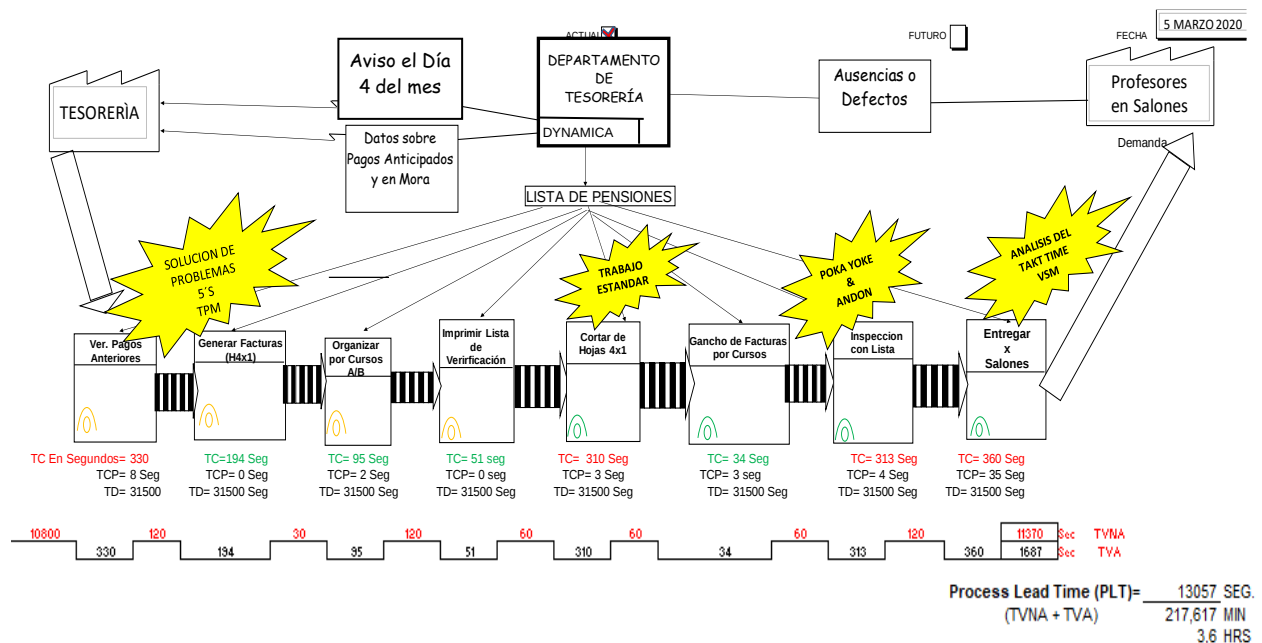


Figura 2. VSM del Proceso de Generar Facturas de Pensiones Estudiantiles en el Colegio Reina de la Paz. Las estrellas amarillas representan las herramientas Lean Six Sigma que se aplicaran en cada Procedimiento desajustado respecto al Takt Time.

En el VSM observamos los procesos y el flujo de información [5] del sistema Dinamica, se aprecia que las actividades que no generan valor (TVNA = 11370 Seg) duran más de 3 horas, mientras que las que si agregan valor (TVA = 1687 Seg) duran más de 28min.

En total el Lead Time dura 3,6 horas. Hay que recordar que este proceso es realizado por 2 Operadores cada uno con 4 procedimientos diferentes y continuos, un día al mes, Se aprecia en la gráfica que existen 4 posibles oportunidades para aplicar herramientas de Lean.

6.2 Herramientas Lean Six Sigma iniciales a implementar

Entre las primeras herramientas para aplicar se encuentran:

- Herramienta de Solución de Problemas: como el uso de las 3d's, 5 porqués, diagrama de árbol y espina de pescado, que nos permita identificar la causa del porque se imprimen facturas de más y porque hay facturas que no se generan. esta herramienta permite mejorar la calidad de todo el proceso, eliminando de raíz los errores más comunes en él. La diciplina de 5'S para el área del escritorio donde está el pc y la impresora, así como en el área de tesorería en general para crear un adecuado ambiente de trabajo.
- Plan de Mantenimiento Productivo: del computador y de la impresora, de tal forma que no permita bloqueos ni atrasos en el sistema cuando se realice el proceso, así como averías, recargas de tinta, de papel, o errores de impresión. Con el Mantenimiento Productivo mejora el rendimiento de la impresora, por lo cual los pasos 2 y 4 también se benefician, obteniendo mejor calidad y teniendo mayor control sobre el tiempo de estos pasos.
- 5'S: Para las actividades 2, 3, 4 y 6, que no sobre pasan el tag time; así como las operaciones 1, 5 y 7 que si lo sobre pasan; todas estas se ven beneficiadas al implementar la diciplina 5'S aplicada al escritorio de tesorería donde transcurre casi todo el proceso, teniendo lo necesario en el momento que se necesita durante el proceso, como materiales, herramientas, etc.

Estas herramientas se aplicarán con sus respectivos Eventos Kaisen.

6.3 Análisis del balance del VSM

Tabla 13. Balance del VSM del Proceso de Generar Facturas de Pensiones Estudiantiles

Análisis del balance						
Operación	Operador	Descripción	Tiempo/ε	Takt S/F	Disponibles	Demanda/Factura
1	A	Verificar Saldos Anteriores	330	295	31500	107
2	A	Generar Factura (Imprimir Hojas 4x1)	194	295	31500	107
3	A	Organizar por curso (A/B)	95	295	31500	107
4	A	Imprimir Lista De Verificación	51	295	31500	107
5	B	Cortar Hojas 4x1 (4 Facturas por 1 hoja)	310	295	31500	107
6	B	Gancho a las Facturas por Salón	34	295	31500	107
7	B	Verificar O Inspeccionar con Lista	313	295	31500	107
8	B	Entrega a Profesor en Salón	360	295	31500	107

Esta tabla muestra los procedimientos que están desnivelados respecto al Takt Time. El procedimiento que este sombreado más oscuro (8) es el más demorado (entrega de facturas a profesores), por ende, es el tiempo de ciclo y también es un cuello de botella interno. [5]

Las otras actividades sombreadas (1, 5 y 7) son las oportunidades de mejora donde se harán la intervención con ayuda de las herramientas Lean Six Sigma. Y las más claras (2, 3, 4 y 6) son los procedimientos que están por debajo del takt time.

6.3.1 Procedimientos desnivelados y principales herramientas Lean Six Sigma.

1. Verificar saldos: (operación 1)

- Se recomienda primero una previa revisión del estado del sistema Dynamica el día en que se ejecute el proceso del sistema, por parte del ing. de sistemas encargado, para evitar demoras en el sistema.
- Seguido se puede emplear el uso de la herramienta Poka-Yoke en el sistema Dynamica que permita el pronto y correcto registro de los datos, así como el de los pagos ya realizados o saldos en mora por parte de los padres de los estudiantes. de tal forma que evite la falta de facturas no impresas e impresas de más.

- Por último, un Andon que permita visualizar dentro del mismo sistema Dynamica de mejor forma, a que estudiante se le debe generar una factura y a quienes no. con esto se espera completar este paso en no más de 4 minutos

2. Cortar Hojas: (Operación 5)

- Es preciso realizar una hoja de Trabajo Estándar para estandarizar este trabajo, así minimizamos desperdicios de movimientos reduciendo a su vez el tiempo de esta actividad, aunque depende del número real de facturas que se imprimieron.
- Esto junto con la disciplina 5'S implementada, se espera una mayor productividad en este procedimiento.

3. Inspeccionar con Lista: (operación 7)

- Con la herramienta Poka-Yoke reducimos los errores de calidad desde el primer paso, y con esto el tiempo de inspección se puede reducir hasta poco más de 4 min.
- A su vez la lista debería tener la misma herramienta Andon usada en el sistema para hacer más fácil visualmente la inspección de cada factura generada.

4. Entrega a Profesores: (operación 8)

- Se recomienda prioritariamente, pedirles a los profesores de prescolar que permanezcan en sus salones el día que se entregaran las facturas, este anuncio puede realizarlo la coordinadora de prescolar al momento de la formación, la cual se realiza todos los días escolares a primera hora en la mañana. tendrán que permanecer después de las 10:00 am en los salones.
- Esto con el objetivo disminuir notablemente el tiempo de entrega, ya que, a la hora de la entrega, el hecho de no estar en los salones produce demoras en el proceso, y es prioridad entregar las facturas antes de las 11:00 am

- Los profesores deberán tratar en lo posible dar la información de que alumnos faltaron a clase, así como reportar defectos (falta, facturas de más o errores de digitación) así nivelar esta operación con el Takt Time del VSM.

6.4 VSM Futuro

Después de haber implementado todas las herramientas sugeridas se volverá a hacer la medición del Takt Time así como la elaboración del VSM futuro para comparar el avance obtenido en este periodo de implementación y visibilizar los logros así como los cambios positivos hechos en el proceso y el impacto de productividad en general.

Por lo general se espera un periodo de tiempo de un año para hacer la próxima medición, teniendo en cuenta el implemento de las herramientas propuestas en esta implementación.

7. Acciones Registradas

7.1 Problemas principales encontrados:

1. Hay presencia de defectos dentro del proceso, generando errores en las Facturas de Pensiones, casos en los que se generaron facturas que no debían generarse, ya sea por pagado de forma anticipada o doble impresión de una misma factura, así como la falta de estas facturas que no se generaron y debían generarse.
2. No hay una herramienta efectiva que evite que los errores se presenten dentro del sistema de la institución, generando atrasos al momento de realizar las Inspecciones con Listas, y desperdicios de material. Casos como en los que el Padre del Estudiante cancelo el pago días antes y el sistema le genera factura. O saldos de más en una misma factura. Por último, falta de Facturas que debieron generarse. Estos errores se presentan desde el inicio en Verificar Saldos

Anteriores, si se logra eliminar estos errores se podrá reducir el tiempo de estos dos pasos y nivelarlo con el Takt Time.

3. El paso de Cortar las Facturas no está Estandarizado, y presenta un ligero retraso con respecto al Takt Time. Podrían optimizarse los movimientos que se usan para esta actividad.
4. No hay un buen adecuado del lugar del trabajo, ya que este presenta desorden y objetos innecesarios y dañados dentro del área; e ineficiencia en los equipos que se usan para este proceso.
5. La impresora presenta grandes tiempos en averías y cambio de material, así como también se presentan unas demoras dentro del sistema Dynamica del Colegio Reina de la Paz y también dentro del computador de tesorería
6. Al momento de Verificar Con Lista se presentan demoras cuando se encuentran errores ya mencionados, aquí es donde el Poka Yoke nos ayuda a optimizar tanto la calidad como el tiempo de trabajo, permitiendo que estos errores no suceden en el sistema Dynamica.
7. Según la capacidad del Proceso Hay un cuello de botella, interno por ser menor que la demanda de Prescolar, al momento de Entregar las Facturas, siendo este el más lento del proceso, se crea unas demoras en el proceso si el profesor no está dentro del salón de clases.

7.2 Puntos de control:

Se harán intervenciones en las 4 actividades dentro del proceso Generación de Facturas de Pensión donde se encontró un tiempo de trabajo que supera al Takt Time analizados en el VSM para mejorar la productividad y el tiempo de entrega de las Facturas. Verificando los errores producidos en el proceso desde la fuente, y encontrando posibles soluciones a estos problemas; así evitar el despilfarro de recursos y tiempo; y los retrabajos que ocurren en el proceso; inicialmente:

- Se estandarizará el procedimiento Cortar Hojas para optimizar los movimientos de esta actividad.
- Se Programará un mantenimiento productivo para los equipos como el computador y la impresora, así como también una revisión del sistema Dynamica para evitar demoras o esperas durante el Proceso.
- Al momento de hacer la Entrega a los Profesores se les pedirá a estos que se mantengan dentro del Salón de Clases durante las últimas horas con el fin de reducir considerablemente el tiempo de esta actividad. Sin llegar a intervenir con las actividades escolares.
- Por último, un buen adecuamiento del área de trabajo con la disciplina 5`S mejorará el espacio de trabajo haciéndolo más confiable, creando así un ambiente LEAN y permitirá aumentar la productividad.

7.3 Oportunidades de Mejora:

A continuación, se enlistará los principales problemas hallados durante la observación del proceso, así como los problemas analizados en el diagnóstico, con el fin de proponer un plan de acción de permita corregir estos problemas, dando estrategias para cada oportunidad de mejora, esto apoyado en el uso del diagrama de Gant para desarrollar el plan de acción.

7.3.1 Lista de Problemas y Oportunidades.

7.3.1.1 Errores dentro del sistema Dynamica. Oportunidad de mejora: se recomienda primero, una previa revisión del estado del sistema Dynamica el día en que se ejecute el proceso del sistema, por parte del Ing. de Sistemas encargado para evitar demoras en el sistema; seguido se puede

emplear el uso de la herramienta Poka Yoke en el sistema Dynamica que permita el pronto y correcto registro de los datos, así como el de los Pagos ya realizados o Saldos en Mora por parte de los padres de los estudiantes, de tal forma que evite la falta de facturas no impresas e impresas de más. Por último, un Andon visual que permita identificar dentro del mismo sistema Dynamica de mejor forma, a que estudiante se le debe generar una factura y a quienes no, con esto se espera completar este paso en no más de 4 minutos.

7.3.1.2 No existe un estándar en el proceso de cortar facturas. *Oportunidad de mejora:* Para Estandarizar este Proceso y evitar el corte manual con tijeras, se puede implementar un diseño de hoja con dimensiones acorde al tamaño de la factura con esto quedaría eliminada la acción de cortar el sobrante de hoja por parte de la auxiliar Sena.

7.3.1.3 No hay un lugar de trabajo adecuado. *Oportunidad de mejora:* La oficina en la que se encuentran la tesorera y auxiliar Sena no está en las mejores condiciones debido a que hay gran cantidad de documentos a la vista y sin organizar, carpetas que no tienen puesto y se sitúan en donde haya espacio esperando ser utilizadas en algún momento, para solventar este problema es preciso utilizar la herramienta 5'S la cual nos permitirá desechar aquello que no es utiliza, re ubicar aquello que se puede utilizar y organizar todo lo demás que se está utilizando.

7.3.1.4 Averías y fallas en la impresora. *Oportunidad de mejora:* Debido al uso diario de la impresora la cual es el equipo que se utiliza también para la impresión de las facturas se presentan fallas en el momento de imprimir estas ya que el equipo se queda sin tinta en sus cartuchos y algunas ocasiones sin hojas, para evitar que esto siga sucediendo se puede implementar un TPM

(Mantenimiento productivo total), de esta manera se conseguirá que la impresora este siempre abastecida y reducir el tiempo en el que se imprimen las facturas.

7.3.1.5 Demora en la entrega de facturas a los profesores. Oportunidad de mejora: En el momento en el cual la auxiliar Sena se dispone a realizar el recorrido para entregar las facturas a los profesores encuentra que algunos no están en el salón de clase por lo cual debe buscarlos en el área de recreación o en el lugar donde puedan estar aumentando en gran medida el tiempo para entregar las facturas, por lo cual con un aviso a cada profesor al iniciar la jornada escolar el día de la entrega de facturas se les podría indicar que permanezcan en sus salones entre las 10:00 a.m. y 11:00 a.m. con esto se garantiza que la auxiliar no tenga que hacer recorridos más largos y nivelar el tiempo de entrega con el Takt Time del Vsm.

8. Indicadores de Productividad

8.1 Principales Indicadores Lean Six-Sigma:

	NOMBRE DEL INDICADOR	SUSTENTACIÓN	FORMULA	UNIDADES	LINEA BASE	ECHA MEDICIÓN INICIAL
1	Reducción de tiempos de valor no agregado (TVNA)	Tasa de variación en el tiempo en el que no se agrega valor. Ventas como proporción de los costos de producción. •Tiempo de no valor agregado final (TNNAF = 11370 Seg). •Tiempo de no valor agregado inicial (TNNAI = 9150 Seg).	$TNNA = ((TNNAF - TNNAI) / TNNAI) * 100$	Porcentaje (%)	TVNA = 3,84% (7 Min)	mar-20
2	Tiempos de Ciclo Productivo (TCP)	Desde que se recibe la orden de producción hasta convertirse en producto final. •Número de días, horas o minutos de la orden de producción hasta el producto final TCP = Lead Time = 16876 Seg.	TCP = (minutos/horas/días) desde orden hasta producto final	Seg/Minutos/Horas/Días	TCP (Lead Time) = 28 Min (1687 seg)	mar-20
3	Defectos (DE)	Producción defectuosa como producción del total. • Producción con defectos o no conforme (2) . • Producción total (89) .	$DE = (Producción\ con\ defectos) / (Producción\ total)$	Proporción (%)	DE = 2,25%	mar-20
4	Tiempos de Alistamiento de Equipos	Configuración de equipos. Puesta a punto. • 2 Equipos . • Tiempo; 707 Seg	Tiempo Promedio Alistamiento = $\sum$ Tiempos de alistamiento equipos / Total de equipos	Promedio Minutos.	Tiempo de Alistamiento de Equipos = 353,5 Seg en Promedio	mar-20
5	Overall Equipment Efficiency (OEE)	Mide el porcentaje de tiempo productivo eficiente. • %Disponibilidad = Tiempo Productivo (1687 Seg) / Tiempo Disponible (7200 Seg) %D=23,43% . • %Rendimiento = Producción Mensual (107 Facturas de Pensiones Escolares) / Capacidad Total (límite de 120 Cupos Escolares) %R= 89,17% • %Calidad = Piezas Buenas (87 Facturas) / Producción Real (89 Facturas). %C=97,75%	$OEE = D * R * C$	Porcentaje.	OEE = 20,42%	mar-20

Figura 3. Grafica de Indicadores de Productividad aplicados al Proceso de Generar Facturas.

Estos son los indicadores principales que se esperan obtener con la implementación del as herramientas Lean Six Sigma: La reducción de tiempo de valor no agregado (TVNA) (1), la cual se espera que sea de 7 min (3.84%) y Tiempos de Ciclo Productivo (TCP) (2); que después de la implementación se espera que sea de 28 minutos.

Estos indicadores están relacionados, ya que, si reducimos el Tiempo de Valor No Agregado, también reduciremos el Tiempo de Ciclo Productivo [6]. Esto se ve impactado en todos los 8 pasos del proceso de Generación de Facturas de Pensiones, al implementar el VSM podemos nivelar el Takt Time en cada paso. Adicional a esto la herramienta de 5'S implementada en el escritorio

donde se lleva a cabo el proceso, nos permitirá aumentar la productividad en el área de trabajo. Incluso si Estandarizamos el paso de Corte de Hojas, optimizaremos estos indicadores.

Aunque son indicadores que se esperan obtener, otros 3 indicadores son actuales del proceso.

8.2 Otros Indicadores

- También se considera el índice de Defectos (DE) (3), el cual arrojó un 2.33% actualmente, es un nivel bajo, pero se puede reducir aún más. para influir en este indicador podemos usar inicialmente la herramienta de Solución de Problemas con el fin de conocer por qué se generan errores en el proceso [7]. Después implementar un Poka Yoke que evite que estos errores vuelvan a ocurrir, impactando en los pasos de verificar saldos anteriores y verificar con lista; también se tendrá en cuenta el uso de una herramienta Andon, que nos permita ejecutar más fácilmente estos pasos. Con la estandarización del paso de corte de hojas, también se evitará la variabilidad y la posibilidad de que ocurran errores en este paso que generen futuros defectos. Todo esto permite reducir los errores presentes en las facturas y evita los reprocesos, así como también ayuda a reducir el tiempo de los procedimientos de verificación de saldos anteriores, verificación con listas, corte de hojas; e incluso impacta en el tiempo de entrega a profesores, evitando que haya tiempos de demora inspeccionando errores en las facturas al momento ser recibidas por el Profesor.
- El indicador de Tiempos de Alistamientos de Equipos (4) es de 353.5 segundos para este proceso. este influye en los dos principales indicadores [6] (TVNA Y TCP); con el TPM se podría disminuir el tiempo en que se configura la impresora y el computador; y permite optimizar los tiempos innecesarios en los pasos de verificación de saldos anteriores, generar

facturas e imprimir listas de verificación; aumentando la productividad del equipo y de la impresora.

- Por último, el Indicador que nos permite analizar el tiempo productivo, la disponibilidad, eficiencia, y calidad del proceso [8], es el OEE (5), con un 20.42% de eficiencia; debido a una baja disponibilidad, un medio rendimiento, pero buena calidad; con el que podemos reflejar los avances hechos en materias de calidad al reducir problemas, errores y defectos en el proceso; así como el impacto de tener un lugar de trabajo adecuado y confiable, los resultados de un adecuado mantenimiento productivo y trabajo estandarizado, entre otras herramientas que implementaremos en el proceso.

8.3 Herramientas de Productividad Lean Six Sigma

A continuación, se hará un listado con la descripción de las herramientas ya mencionadas anteriormente junto con su objetivo dentro de la implementación, las cuales permitirán cumplir con los indicadores de productividad planteados.

8.3.1 Solución de problemas. La solución de problemas se desarrolla mediante una metodología denominada 8 D's que actualmente la podemos encontrar sintetizada en 3 D's: Problema, causa, solución [9].

1. D1 Descripción del problema: Para hacer la descripción científica de cualquier evento se debe proporcionar información sobre:

- Cuál es el problema y cuál no es.
- Dónde está el problema y dónde no está.
- Cuando ocurre el problema y cuándo no ocurre.

- Qué tan grande es el problema y qué tan grande no es.
2. D2 Encontrar la causa raíz: Aislar y verificar la causa raíz, probando cada teoría de causa raíz contra la descripción del problema y la información de pruebas. Aislar y verificar el lugar del proceso en donde el efecto de la causa raíz pudo haber sido detectado y contenido, pero no lo fue. Para encontrar la causa raíz de los problemas se implementan metodologías como los 5 por qué's y el diagrama de árbol [9].
 3. D3 Implementar soluciones: Escoger de manera asertiva la mejor acción correctiva permanente que permita eliminar la causa raíz del problema garantizando el éxito de la implementación con la finalidad de no causar efectos indeseables [9].

8.3.1.1 Implementación. De manera coordinada la tesorera y la auxiliar del Sena dedicaran un espacio de la jornada laboral para determinar los problemas que se están presentando en el proceso de registro y generación de facturas ya que algunas están teniendo registro doble, otras no se registran, algunas se imprimen doble y otras no se imprimen.

Una vez identificado el problema procederán a encontrar la causa raíz mediante la metodología de los 5 por qué's, identificada la causa raíz por último se propondrán soluciones y se escogerá la mejor acción que logre eliminar la causa raíz de manera permanente.

8.3.2 Andon. Andon era conocido en la antigüedad por los japoneses como “lámpara”, la cual estaba hecha de segmentos de papel colocados alrededor de una base y con una vela en el interior con la tapa cubierta. Andon funcionaba como una señal visual que a la distancia daba un mensaje para comunicar algo [10].

Andon es una señal que incorpora elementos visuales, auditivos y de texto que son fácilmente identificables y que proveen un inmediato y fácil entendimiento, esta información puede ser usada para identificar, instruir o indicar que existe una condición normal o anormal y que alguna acción puede ser requerida [10].

8.3.2.1 Implementación. Esta herramienta permitirá tener de manera visual más claridad de la información que suministra el sistema Dynamica. El Andon que se implementará en el sistema será visual, este permitirá identificar a la tesorerera por medio de una línea de color que aparecerá en el nombre del estudiante con las siguientes condiciones:

- Estudiante en amarillo significa que ya pago y no necesita impresión de factura
- Estudiante en verde significa que ya se le imprimió factura y ya pago
- Estudiante en rojo significa que ya se le imprimió factura y no ha pagado
- Estudiante sin línea de color significa factura por imprimir

Por medio de esta herramienta se puede facilitar el proceso a la tesorerera de la impresión de facturas puesto que podrá identificar de manera más eficiente la clasificación de los estudiantes por medio de colores.

8.3.3 Poka-Yoke. El termino poka-yoke viene del japonés poka (errores inadvertidos) yokeru (evitar).

Un pokayoke son una serie de métodos que evitan los errores humanos en los procesos antes de que se conviertan en defectos y haciendo posible que los operadores se concentren en sus actividades, estos sistemas permiten realizar la inspección al 100%, y por ende realizar acciones inmediatas cuando los defectos se presentan [11].

8.3.3.1 Implementación. Con esta herramienta se busca darle un uso más preciso al sistema Dinamica el cual es el encargado de generar las facturas de pensiones de los estudiantes.

Instalar un poka-yoke en el sistema por medio del ingeniero de sistemas que ejecute lo siguiente:

- No permitir la selección de estudiantes con color para impresión de factura, esto en caso de que la tesorera por error indique la impresión de la factura de un estudiante que se encuentran en alguno de los colores mencionados sea inhabilitada esta acción por el sistema ya que esa factura ya fue impresa.
- Con este poka-yoke evitaríamos la constante impresión de facturas que ya se imprimieron
- En caso de que por error la tesorera haya olvidado imprimir alguna factura de los estudiantes que no se encuentran en color el sistema no permitiría ir al paso siguiente hasta que todas las facturas sin color se impriman. Con este pokayoke evitaríamos que algún estudiante se quede sin factura.

8.3.4 Mantenimiento Productivo Total (TPM): El Mantenimiento Productivo Total (TPM por sus siglas en inglés) tiene como sus orígenes en los Estados Unidos, donde muchas empresas manufactureras aplicaban ciertas prácticas para prevenir fallas y con ello impedir paros inoportunos y reparaciones de emergencia.

El Mantenimiento Productivo Total es una metodología de mejora que permite la continuidad de la operación en los equipos y edificios, al introducir los conceptos de: Prevención, Cero defectos ocasionados por maquinas, cero accidentes, cero paros, participación total de las personas [12].

8.3.4.1 Implementación. Con esta herramienta se busca un mejor funcionamiento de los equipos que se utilizan para la generación de facturas e impresión

Programar un TPM el cual realizara el ingeniero de sistemas encargado todos los meses un día antes de la generación e impresión de facturas con el que se busca lo siguiente:

- Mediante una prueba garantizar que el sistema Dynamica esté funcionando de la manera adecuada
- La impresora tenga sus cartuchos abastecidos para garantizar que las impresiones sean de manera continua
- La impresora este abastecida con suficiente papel

8.3.5 5 S's (Cinco Eses). La aplicación de las 5 S's fue desarrollada por Hiroyuki Hirano y representa una de las piedras que enmarcan la iniciación de cualquier herramienta o sistema de mejora. Por eso, se dice que un buen evento de mejora es aquel que inicia con las 5 S's [13].

5 S's es una disciplina que logra mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza. Esto se logra al implementar, en cinco etapas, diferentes cambios en los procesos que, una a la vez, servirá de fundamento a l siguiente y así mantener sus beneficios en el largo plazo [13].

Un programa de 5 S's se construye a través del desarrollo de las siguientes etapas:

1. Seleccionar – Seiri: Es retirar de nuestro lugar de trabajo todos los artículos que no son necesarios para la realización de las operaciones productivas, una vez seleccionados los objetos “no necesarios” se debe decidir qué hacer con ellos mediante el siguiente criterio de selección:
- Si está de más y es útil para alguien se transfiere, regala o vende
 - Si está de más y no es útil para alguien se descarta

- Si es obsoleto se descarta
- Si está dañado y se necesita se repara, si no se necesita se descarta

Los objetos “no necesarios” deben ser confinados en un área de cuarentena

2. Organizar – Seiton: Es ordenar los artículos necesarios para nuestro trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa, de manera que se facilite su identificación, localización, disposición y regreso al mismo lugar.

Para el proceso de organización se debe:

- Preparar el lugar de trabajo
- Asignar lugares específicos
- Establecer reglas y seguirlas

3. Limpiar – Seiso: Es básicamente eliminar suciedad.

Para el proceso de limpieza se debe:

- Determinar un programa de limpieza
- Definir métodos de limpieza
- Crear disciplina

4. Estandarizar – Seiketsu: Es lograr que los procedimientos, prácticas y actividades se ejecuten consistentemente y de manera regular para asegurar que la selección, organización, y limpieza son mantenidas en las áreas de trabajo.

Para el proceso de estandarizar se debe:

- Integrar las actividades de 5 S's en el trabajo regular mediante la instauración de procedimientos, creación de un manual de estandarización, implementación de evaluaciones de revisión
- Evaluar resultados

5. Seguimiento – Shitsuke: Es básicamente tener trazabilidad de la implementación.

Para el proceso de seguimiento se debe:

- Juntas de seguimiento
- Presentación de proyectos
- Visitas externas e internas
- Concursos internos

8.3.5.1 Implementación. Con esta herramienta se busca tener un lugar de trabajo más fluido y organizado, facilitando diversas tareas para la tesorera y auxiliar Sena, esta herramienta se implementará de la siguiente forma:

- Seleccionar – Seiri: En este primer paso la tesorera y la auxiliar Sena escogerán un lugar en su oficina para demarcar con cinta roja como zona de cuarentena, luego de haber determinado este lugar, seleccionaran los objetos “no necesarios” y los colocaran en la zona de cuarentena para determinar que se hará con ellos.
- Organizar – Seiton: Teniendo identificados los objetos necesarios procederán a organizarlos utilizando los espacios que brinda la oficina, a su vez usaran letreros o señales para conocer en donde está cada objeto y donde deben ir
- Limpiar – Seiso: En este paso la auxiliar Sena y tesorera determinaran un programa de limpieza en el cual escogerán los artículos y las áreas de limpieza, los responsables y la frecuencia con la que se ejecutara, seguido de esto definirán el método de limpieza que consideren adecuado y lo documentaran.

- Estandarizar – Seiketsu: Después de haber ejecutado los pasos anteriores se documentará el camino que se escogió para realizarlos y se creará un manual de estandarización para garantizar que en el futuro se sigan los mismos pasos para obtener los mismos resultados.
- Seguimiento – Shitsuke: Se determinarán juntas de seguimiento para garantizar la continuidad de los procedimientos y mantener el área de trabajo en óptimas condiciones para su utilización.

8.3.6 Trabajo Estándar. Trabajo estándar es una herramienta que se usa para asegurar el rendimiento máximo, con un mínimo de desperdicio, por medio de la mejor combinación de operadores y maquinaria, a su vez, marca el ritmo de producción con documentos muy bien mostrados en la celda de trabajo los cuales son un grupo de documentos vivos flexibles que nos ayudan a entender como la operación cumple con los requerimientos del cliente [14].

8.3.6.1 Implementación. El trabajo estándar que se aplicará al proceso de cortado de hojas está simplificado ya que constará de un diseño de hoja en blanco que tenga las mismas dimensiones de las facturas, con esto evitamos el corte del restante de la hoja una vez impresas las facturas, a su vez, reducimos el tiempo de este proceso al eliminar el corte.

8.3.7 Takt Time / VSM. El Takt Time es un cálculo que nos dice el ritmo de la velocidad de la demanda, es decir que tanto tiempo está dispuesto a esperar el cliente por su pedido. Se calcula obteniendo el tiempo de trabajo disponible del turno, al cual se le resta cualquier tiempo de descanso o que no se dedique al trabajo, y una vez obteniendo la Demanda por turno, se divide el Tiempo de Trabajo Disponible entre la Demanda [5].
$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo de Trabajo Disponible}}{\text{Demanda}}$$

La capacidad del sistema se puede calcular a partir de la división entre el tiempo de trabajo disponible y el tiempo de la operación más lento o demorado. La capacidad nos indica los cuellos

de botella; estos pueden ser Internos si la demanda es mayor que la capacidad, y Externos si la capacidad es mayor que la demanda [5].

Estos cálculos son básicos para la elaboración del VSM.

El VSM es el mapa de valor donde se representa todas las acciones que crean y las que no crean valor requeridas para ofrecer un producto desde las materias primas hasta las manos del cliente.

Donde podemos observar y entender el flujo de información y el flujo de los materiales y es usado para entender el conocimiento detallado del proceso [5].

Con el VSM podemos visualizar todas las operaciones e información de una familia de productos, así como detectar las áreas de oportunidad, también conocer la aportación de valor directo a los productos, reconocer las formas de desperdicio y ver el conocimiento detallado del proceso donde se detectan los cuellos de botella.

Hay 2 tipos de mapas el actual que es el diagnostico real de la empresa y el futuro donde se muestra la mejor solución a corto plazo [5] teniendo en cuenta las mejoras incorporadas presentes en el plan de acción.

8.3.7.1 implementación: La implementación de esta herramienta ya se llevó a cabo a lo largo del desarrollo de esta implementación y arrojó como resultado que:

- El takt Time es de casi 5 min, esto nos indica que el Profesor está dispuesto a recibir una factura de pensión cada 295 segundos durante el día que se lleva a cabo este proceso.
- La capacidad del sistema nos indica que hay un cuello de botella interno en el proceso al ser esta de 88 facturas y la demanda es de 107 pensiones.
- La entrega de facturas a profesores es el tiempo más lento (360 segundos) por ende, es también el tiempo de ciclo.

- El tiempo de Valor Agregado (TVA) es de 1687 segundos, más de 28 min; y el Tiempo de Valor No Agregado (TVNA) es de 11370 segundos, más de 189.5 min.
- El Lead Time del proceso es de 217.62 min que es el tiempo desde que el sistema inicia el pedido hasta que se entrega las facturas a los profesores antes de terminar la jornada escolar.

La información sobre la implementación del VSM, el grafico, el análisis y los resultados obtenidos se encuentran en la Presentación del VSM.

Una vez terminada la implementación de las herramientas anterior mente descritas se procederá a realizar un nuevo VSM que nos permita ilustrar el estado futuro en que se encontrará la institución en relación con el proceso Generar Facturas de Pensiones Estudiantiles

9. Plan de Acción

9.1 Objetivos

9.1.1 General.

- Optimizar el proceso generación de facturas de pensiones de estudiantes en el área de preescolar en el colegio Reina de la Paz.

9.1.2 Específicos.

- Estandarizar actividades que se realizan de manera manual en el proceso generación de facturas de pensiones de estudiantes.
- Reducir tiempos de entrega de facturas.

9.2 Estrategias

Para el primer objetivo específico desarrollamos las siguientes estrategias:

1. Implementar una serie de mejoras en el sistema Dinamica que permitan un mejor funcionamiento y a su vez mayor facilidad en su manipulación por parte de la tesorera.
2. Eliminar corte manual de las facturas por parte de la auxiliar Sena.

3. Tener un lugar de trabajo limpio y organizado.
4. Programar de mantenimientos para los equipos.

Para el segundo objetivo específico desarrollamos la siguiente estrategia: Crear una ruta de entrega estándar.

9.3 Tareas

9.3.1 Primer objetivo específico:

1. Estrategia A:

- Realizar un diagnóstico de cómo se encuentra trabajando el sistema Dynamica el día en que se ejecute el proceso.
- Ejecutar una prueba en el sistema del proceso con el objetivo de garantizar que el sistema está en óptimas condiciones.
- Incorporar en el sistema Dynamica un bloqueo automático de registro para evitar que se registren los mismos datos más de una vez.
- Incorporar en el sistema Dynamica una señal visual que permita identificar a que estudiantes no se les debe generar factura, con esto se evita generar facturas innecesarias.

Responsable: Ingeniero de sistemas.

2. Estrategia B:

- Tomar medidas del tamaño de las facturas.
- Conseguir un proveedor que logre suministrar hojas con el tamaño exacto de las facturas con el fin de eliminar el proceso de cortado de sobrantes.

Responsable: Tesorera

3. Estrategia C:

- Identificar todo aquello que no es útil en el área de trabajo y desecharlo
- Organizar todo aquello que se utiliza de manera eficaz
- Limpiar toda suciedad
- Realizar jornadas periódicas de limpieza y organización

Responsable: Tesorera, auxiliar Sena

4. Estrategia D:

- Realizar mantenimientos de los equipos con 1 día de anterioridad del inicio del proceso

Responsable: Ingeniero de sistemas

9.3.2 Segundo objetivo específico.

1. Estrategia A:

- Notificar a los profesores de preescolar al momento de la formación que tendrán que permanecer después de las 10:00 am en los salones el día que se entregaran las facturas con el objetivo de garantizar una ruta de entrega estándar y evitar demoras.

Responsable: Coordinadora

9.4 Cronograma de ejecución

El cronograma para la ejecución del plan de acción viene soportado por un diagrama de gant, con las principales actividades y estrategias a desarrollar para esta implementación.

OBJETIVOS	ESTRATEGIAS	TAREAS	RESPONSABLE	PORCENTAJE REPRESENTATIVO	DURACION EN HORAS	S1	S2	S3	S4
Estandarizar actividades que se realizan de manera manual en el proceso generación de facturas de pensiones de estudiantes	Implementar una serie de mejoras en el sistema Dynamica que permitan un mejor funcionamiento y a su vez mayor facilidad en su manipulación por parte de la tesorera	Realizar un diagnóstico de cómo se encuentra trabajando el sistema Dynamica el día en que se ejecute el proceso	Ingeniero de sistemas	0,5	0,8				
		Ejecutar una prueba en el sistema del proceso con el objetivo de garantizar que el sistema está en óptimas condiciones		0,5	0,8				
		Incorporar en el sistema Dynamica un bloqueo automatico de registro para evitar que se registren los mismos datos más de una vez		8	12,9				
		Incorporar en el sistema Dynamica una señal visual que permita identificar a que estudiantes no se les debe generar factura, con esto se evita generar facturas innecesarias		8	12,9				
	Eliminar corte manual de las facturas por parte de la auxiliar Sena	Tomar medidas del tamaño de las facturas	Tesorera	0,5	0,8				
		Conseguir un proveedor que logre suministrar hojas con el tamaño exacto de las facturas con el fin de eliminar el proceso de cortado de sobrantes		8	12,9				
	Tener un lugar de trabajo limpio y organizado	Identificar todo aquello que no es útil en el área de trabajo y desecharlo	Tesorera y auxiliar SENA	16	25,8				
		Organizar todo aquello que se utiliza de manera eficaz		8	12,9				
		Limpiar toda suciedad		8	12,9				
		Realizar jornadas periódicas de limpieza y organización		2	3,2				
	mantenimientos para los equipos	Realizar mantenimientos de los equipos con 1 día de anterioridad del inicio del proceso	Ingeniero de sistemas	2	3,2				
Reducir tiempos de entrega de facturas	Crear una ruta de entrega estándar	Notificar a los profesores de preescolar al momento de la formación que tendrán que permanecer después de las 10:00 am en los salones el día que se entregaran las facturas con el objetivo de garantizar una ruta de entrega estándar y evitar demoras	Coordinadora	0,5	0,8				

Figura 4. Diagrama de Gant para la implementacion del Plan de Acción. (Cronograma)

En el Diagrama de Gant se puede observar que está construido con base a dos objetivos, para el primer objetivo se determinaron cuatro estrategias con el fin de alcanzar dicho objetivo, a su vez para la primera estrategia se asignaron cuatro tareas que estarán a cargo del ingeniero de sistemas y se ejecutarán la primera semana como se muestra en la figura.

Para la segunda estrategia se asignaron dos tareas de las cuales será responsable la tesorera de la institución y también tendrán cabida en la primera semana.

En la tercera estrategia se establecieron cuatro tareas a cargo de la tesorera y la auxiliar Sena quienes las llevaran a cabo durante las siguientes cuatro semanas debido a que poseen una duración mayor que las demás.

Por último, para la cuarta estrategia se determinó 1 tarea a cargo del ingeniero de sistemas quien dará su accionar en la primera semana.

Para el segundo objetivo fue necesaria una única estrategia acompañada por una tarea de la cual es responsable la coordinadora de la institución durante la primera semana.

En total para los dos objetivos se establecieron cinco estrategias, doce tareas con una duración de sesenta y dos horas y con un porcentaje representativo directamente proporcional a su duración en horas.

10. Conclusiones

- La Aplicación del VSM es una buena herramienta de diagnóstico de productividad para toda clase de procesos; en este caso el proceso presenta 4 oportunidades de mejora donde se implementarán las herramientas de Lean Six Sigma para disminuir desperdicios de tiempos de ciclo y de espera y movimientos innecesarios, optimizando la productividad al momento de Generar las Facturas de Pensiones Estudiantiles.
- El proceso de Generar Facturas de Pensiones Estudiantiles consta de 8 procedimientos, 4 de estos presentan tiempos un poco más lentos a comparación del Takt Time. Aunque la calidad del proceso es de casi 98%, se presentan errores que pueden ocurrir más seguido para las otras secciones, Primaria, Bachillerato y Media Básica. Se escogió Prescolar como familia de productos por la prioridad que representa para la institución y para el departamento de tesorería, pero se espera implementar el VSM para el resto de seccionales (Desde Prescolar hasta Media Basica).
- El takt time revela que los profesores, que son los clientes en este proceso, esperan recibir una factura de pensión estudiantil cada 295 segundos, casi 3 minutos; existen 4 procedimientos dentro del proceso que están desnivelados con respecto a este tiempo.

- La capacidad de este proceso es de casi 88 facturas cuando la demanda es de 107 facturas de pensiones (107 estudiantes en Prescolar), esto indica un cuello de botella interno al ser mayor la capacidad del colegio que la demanda de las pensiones.
- El cuello de botella se encuentra en la ultima operación, Entrega a Profesores, el cual presenta un tiempo de trabajo de 360 segundos. Este mismo será el Tiempo de Ciclo.
- El tiempo de Valor Agregado (TVA) es de 1687 segundos, más de 28 minutos de actividad que agrega valor al proceeo; y el Tiempo de Valor No Agregado (TVNA) es de 11370 segundos, más de 189.5 minutos de esperas demoras retrasos y otros desperdicios que no agregan valor al proceso. la suma de estos dos es el Lead Time del proceso es de 217.62 min que es el tiempo desde que el sistema inicia el pedido hasta que se entrega las facturas a los profesores antes de terminar la jornada escolar. El Lead Time es también es el indicador Tiempo de Ciclo Productivo (TCP).
- Se puede apreciar que el plan de acción se convierte en una herramienta supremamente útil para la evaluación del proyecto, permite tener más claridad acerca del camino que se debe recorrer para alcanzar los objetivos deseados por lo tanto se recomienda que las acciones registradas para las estrategias se apliquen de manera precisa para garantiza el éxito.
- Podemos determinar que las herramientas de la metodología Lean Six Sigma son fundamentales para proyectos de mejora ya que brindan un soporte adecuado y una guía precisa para realizar de una mejor manera los procesos, incluso aquellos que se piensan que se están haciendo bien, debido a esto se recomienda al Colegio Reina de la Paz la constante aplicación de estas herramientas para un mejoramiento continuo en sus procesos.
- Se evidencia en el cronograma que gran parte de las tareas por realizar se pueden ejecutar la primera semana debido a que no requieren gran cantidad de tiempo en su ejecución, se

recomienda que se realicen en la fecha establecida puesto que si se postergan no se garantiza el correcto desarrollo del proceso y esto alteraría los resultados de manera negativa.

Referencias

- [1] Hijas de Jesús, «Hijas de Jesús página web,» [En línea]. Available: <https://www.hijasdejesus.org/index.php?lang=es#somos>.
- [2] Colegio Reina de la Paz, «Colegio Reina de la Paz,» [En línea]. Available: <https://www.colegioreinadelapazflorida.com/new/index.php>.
- [3] D. C. V. G. M. C. Noemí Delgado Álvarez, «Aplicación del mapa de flujo de valor (VALUE STREAM MAP - VSM) a la gestión de cadenas de suministros de productos agrícolas: un caso de estudio,» *Identidad Bolivariana*, p. 16, 2018.
- [4] *Política Financiera y Económica Colegio Reina de la Paz*, Floridablanca: Macroproceso de Gestión Administrativa y Financiera, 2017, pp. 1-8.
- [5] L. S. S. Institute, *Modulo Curso Yellow Belt LSSI*, Bucaramanga: LSSI, 2020, pp. 84 - 118.
- [6] H. S. Corvo, «Lifeder.com,» [En línea]. Available: <https://www.lifeder.com/indicadores-produccion/#:~:text=Tiempo%20de%20ciclo%20de%20producci%C3%B3n,hasta%20entregar%20los%20productos%20terminados..>
- [7] I. W. Izaguirre, *EL SISTEMA LEAN SIX SIGMA PARA INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL*, 2020.
- [8] TOURON, JAVIER, «Sistemas OEE,» 9 Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://www.sistemasoe.com/definicion-oe/>.
- [9] L. S. S. Institute, *Modulo Curso Yellow Belt LSSI*, Bucaramanga: LSSI, 2020, pp. 158 - 173.

- [10] L. S. S. Institute, Modulo Curso Yellow Belt LSSI, Bucaramanga: LSSI, 2020, pp. 142 - 157.
- [11] L. S. S. Institute, Modulo Curso Yellow Belt LSSI, Bucaramanga: LSSI, 2020, pp. 277 - 299.
- [12] L. S. S. Institute, Modulo Curso Yellow belt LSSI, Bucaramanga: LSSI, 2020, pp. 256 - 276.
- [13] L. S. S. Institute, Modulo Curso Yellow Belt LSSI, Bucaramanga: LSSI, 2020, pp. 119 - 141.
- [14] L. S. S. Institute, Modulo Curso Yellow Belt LSSI, Bucaramanga: LSSI, 2020, pp. 235 - 256.
- [15] A. C. Sole, Instrumentación Industrial, Mexico: Alfaomega, 2006.