



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2026,
Volumen 10, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i1

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CINTALAPA

**BIOMEDICAL DEVICE WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR
THE DETECTION OF TYPE 2 DIABETES AND HIGH BLOOD
PRESSURE**

Dr. José de Jesús Zavala Zavala
Despacho Estupiñán & Estupiñán

Dr. Héctor Daniel Vázquez Delgado
Despacho Estupiñán & Estupiñán

Dra. Mariana Valdespino León
Despacho Estupiñán & Estupiñán

Dra. Nallely Alonso Gómez
Despacho Estupiñán & Estupiñán

Implementación de la Metodología de Manufactura Esbelta para la disminución de desperdicios del Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa

Dr. José de Jesús Zavala Zavala¹

jjesus@cintalapa.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-2341-3516>

Tecnológico Nacional de México
Campus Cintalapa/ITSC, División
de Ingeniería Industrial,
México

Dr. Héctor Daniel Vázquez

Delgado

hvazquez@cintalapa.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-1260-4210>

Tecnológico Nacional de
México
Campus Cintalapa/ITSC, División
de Ingeniería Informática,
México

Dra. Mariana Valdespino León

valdespino@cintalapa.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0003-1209-5708>

Tecnológico Nacional de México
Campus Cintalapa/ITSC, División
de Ingeniería en Industrias alimentarias
México

Dra. Nallely Alonso Gómez

NAlonso@cintalapa.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0003-1137-246X>

Tecnológico Nacional de México
Campus Cintalapa/ITSC, División
de Ingeniería Civil,
México

RESUMEN

Hoy en día, las instituciones públicas cada vez más afrontan recortes presupuestales anuales que enfrentan al reto hacer lo mismo con menos, incluso hacer más con los recortes presupuestales. La metodología de Manufactura Esbelta se ha convertido en una opción que se adapta a las diferentes situaciones de las Instituciones públicas proporcionando una opción para disminuir los desperdicios de los procesos académicos, optimizando los recursos e incrementando los beneficios, logrando con ello las metas planteadas. El objetivo de esta investigación, se logró al uso e implementación de la Metodología Esbelta, que consta de 5 etapas las cuales se desarrollaron de la siguiente manera: 1.- Se identificaron las problemáticas o desperdicios existentes en la institución; 2.- Se analizó la magnitud de los desperdicios y se generaron propuestas de solución; 3.- Se analizaron las propuestas de mejora; 4.- Se implementó el Sistema Pull; 5.- Se midieron los resultados de los desperdicios; 6.- Se obtuvieron los resultados. El resultado promedio de los diferentes tipos de mudas que emite la implementación de la Metodología Esbelta en el Instituto es del 22.96%, teniendo un resultado favorable dentro del rango esperado, pero aun es bajo si esto fuera una filosofía de trabajo. Se concluye que la filosofía de Manufactura esbelta, es una metodología que permite ser eficientes en los procesos con su correcta aplicación. Además, de que se enfoca en minimizar significativamente las pérdidas de los sistemas de manufactura al mismo tiempo que maximiza la creación de valor para el cliente final.

Palabras clave: Mudras, Desperdicios, Manufactura esbelta, indicadores.

¹ Autor principal

Correspondencia: jjesus@cintalapa.tecnm.mx

Biomedical device with artificial intelligence for the detection of type 2 Diabetes and High Blood Pressure

ABSTRACT

Today, public institutions increasingly face annual budget cuts, presenting them with the challenge of achieving the same results with less, or even more with the reduced budgets. Lean Manufacturing methodology has become an option that adapts to the diverse situations of public institutions, providing a way to reduce waste in academic processes, optimize resources, and increase benefits, thereby achieving the established goals. The objective of this research was achieved through the use and implementation of Lean Methodology, which consists of five stages developed as follows: 1. Existing problems or waste within the institution were identified; 2. The magnitude of the waste was analyzed, and solutions were proposed; 3. The proposed improvements were analyzed; 4. The Pull System was implemented; 5. The results of the waste reduction were measured; 6. The results were obtained. The average reduction in waste across different types of processes resulting from the implementation of Lean Manufacturing at the Institute is 22.96%, a favorable result within the expected range, but still low if this were to be a standard operating philosophy. It is concluded that Lean Manufacturing is a methodology that, when properly applied, allows for process efficiency. Furthermore, it focuses on significantly minimizing losses in manufacturing systems while simultaneously maximizing value creation for the end customer.

Keywords: Waste, Scrap, Lean manufacturing, indicators

*Artículo recibido 10 diciembre 2025
Aceptado para publicación: 10 enero 2026*



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las instituciones de gobierno se enfrentan a un entorno cambiante principalmente por las exigencias de la globalización, la competitividad y sobre todo por la necesidad de optimizar el uso de los recursos disponibles. Las instituciones de gobierno sobre todo educativas, desde el inicio de la pandemia COVID-19 empezaron a sufrir recortes presupuestales, en donde la Metodología de Manufactura Esbelta se integró como una filosofía para la eliminación de desperdicios, permitiendo la mejora continua en los procesos académicos (Womack & Jones, 2003; Liker, 2004). Esta metodología ha trascendido en el ámbito industrial, pero en este caso se extrapola al sector educativo a nivel universitario, donde la eficiencia de los recursos y la exigencia de la calidad son igual de prioritarias.

La Manufactura Esbelta también conocida como Lean Manufacturing y se fundamenta en el principio de identificar procesos o actividades que no agregan valor, conocidos como desperdicios o mudas, tales como reprocesos, tiempos de espera en los trámites, sobre producción de documentos, transportes innecesarios de los estudiantes, movimientos o recorridos inútiles, inventarios de archivos excesivos, errores de documentos (constancias, calificaciones, registros), afectando la operatividad de la institución educativa (Ohno, 1988). Algunos expertos en Lean Manufacturing han demostrado que su implementación contribuye en la mejora continua de las instituciones eliminando los desperdicios existentes en los procesos (Rother & Shook, 2009; Shah & Ward, 2007).

En este entorno, el Tecnológico Nacional de México, Campus Cintalapa, asume el compromiso de utilizar metodologías que fortalezcan sus procesos institucionales y promuevan una cultura de mejora continua. La adopción de la Manufactura Esbelta dentro de la institución representa una estrategia clave para optimizar los recursos materiales, humanos y administrativos, así como para fortalecer la formación de estudiantes con competencias alineadas a las demandas actuales del sector productivo y social (TecNM, 2019).

Con el registro de la línea Desarrollo de Soluciones Basadas en Tecnologías Emergentes, la Metodología de Manufactura Esbelta, se perfila como un habilitador para la futura integración de tecnologías emergentes, en los procesos académicos tales como la digitalización de procesos y el análisis de datos, elementos clave para ser una institución más eficiente. (Sony & Naik, 2020).



El presente artículo tiene como objetivo difundir la experiencia de la implementación de la Metodología de Manufactura Esbelta para la disminución de desperdicios en el Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa, destacando sus principales aportaciones para que en un futuro sea fuente inspiratoria de réplica en otras instituciones de educación superior del TecNM.

METODOLOGÍA

La implementación de la Metodología de Manufactura Esbelta en el Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa se desarrolló debido a un recorte presupuestal en donde se siguieron las mismas metas e indicadores y la disminución de los recursos económicos, llevando esto a la mejora continua, adaptando los principios del Lean Manufacturing a un entorno educativo. La metodología se estructuró en etapas progresivas, con el objetivo de identificar, reducir y eliminar desperdicios en los procesos académicos, administrativos y operativos, sin comprometer la calidad del servicio educativo.

1. Diagnóstico inicial de procesos

La primera etapa consistió en la identificación de los procesos clave de la institución. Se realizó un diagnóstico situacional mediante, solicitudes de información por medio entrevistas con personal administrativo y de apoyo, así como la revisión de procedimientos existentes. Esta etapa permitió reconocer cuales departamento consumían más recursos económicos y que actividades que se realizaban no agregaban valor sobre todo en el uso ineficiente de recursos, alineándose con los principios propuestos por Ohno (1988). En esta fase se conoció que los recursos que más se consumían son el Agua, la electricidad, papel de oficina, papel higiénico y productos de limpieza como el cloro. Dentro de los desperdicios identificados se describen en la tabla 1.

Tabla 1: Tipos de desperdicios

Tipos de desperdicios	Descripción	Ejemplo identificado en la institución	Recurso afectado
Sobreproducción	Generar o consumir más de lo necesario	Compra o uso excesivo de papel de oficina y productos de limpieza sin control de consumo real.	Papel, cloro, limpiador multiusos.
Inventario	Tiempos muertos por falta de planeación o mantenimiento.	Esperas por mantenimiento de instalaciones o recarga de insumos (como papel o jabón).	Tiempo del personal.
Movimiento	Movimientos innecesarios de materiales o personal.	Traslado de insumos entre oficinas sin sistema centralizado de almacenamiento.	Productos de limpieza, papel.
Transporte	Tener más materiales de los que se usan.	100 L de cloro y multiusos acumulados sin consumo controlado.	Material de limpieza.
Espera	Desplazamientos físicos o digitales sin valor.	Personal buscando materiales o papeleo repetido.	Tiempo y esfuerzo humano.
Sobre procesamiento	Hacer más trabajo del necesario.	Impresión de documentos que podrían ser digitales.	Papel, electricidad (impresoras).
Defectos	Fallas que generan re trabajo o desperdicio.	Uso inadecuado de productos químicos o fugas de agua por mantenimiento deficiente.	Agua, productos de limpieza.
Talento no aprovechado	No involucrar al personal en mejoras.	Falta de capacitación o campañas de ahorro de recursos	Conocimientos e innovación.

Para el análisis de los tipos de desperdicios se utilizó la técnica de los 5 porqué. Esta herramienta resulta fundamental para profundizar en el análisis de los problemas que generan desperdicios dentro de los



procesos administrativos, académicos o de gestión institucional. La tabla 2 Muestra la herramienta de los 5 porque en el que se identifican y analizan los desperdicios.

2. Análisis de los defectos

El uso del Diagrama de Ishikawa contribuye significativamente a identificar soluciones genuinas a los problemas existentes, evitando centrarse únicamente en los síntomas y permitiendo abordar las verdaderas causas que generan ineficiencias.

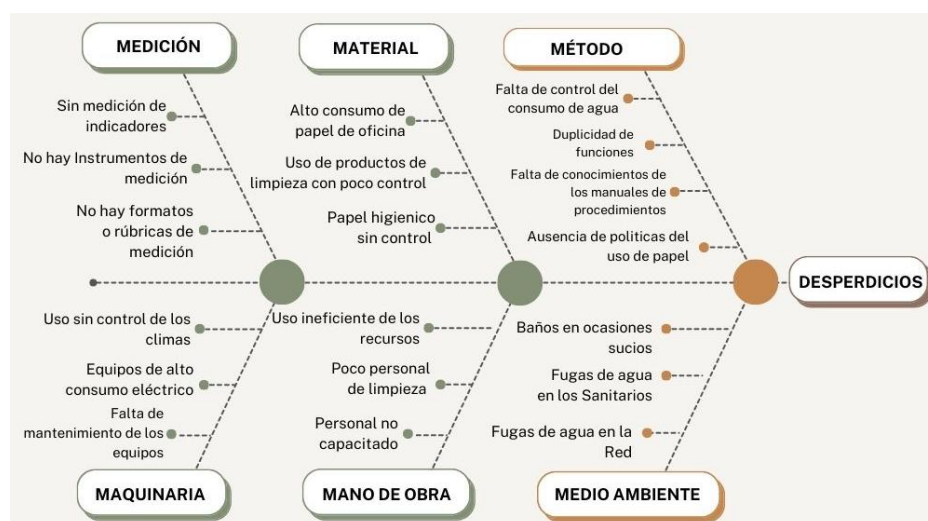
De esta manera, se fomenta una cultura organizacional orientada a la calidad y a la optimización de recursos, aspectos esenciales para el fortalecimiento de la gestión administrativa y operativa. En la figura 1 se muestra la herramienta del diagrama de Ishikawa con su análisis de las causas.

Tabla 2: Análisis de los 5 porqué

Tabla 3.3			
Análisis de los 5 porqués.	¿Por qué?	Nivel del problema	Nivel correspondiente de la solución
Recursos			
Agua en sanitario (29,700 L/mes)	¿Por qué?	Los sanitarios se utilizan constantemente por estudiantes y personal.	Se recomienda revisar fugas, instalar dispositivos ahorradores y fomentar el uso responsable entre el personal
Electricidad (28,038.40 kW/año)	¿Por qué?	Se utilizan equipos eléctricos constantemente en oficinas, aulas Y laboratorios	Se centra en la sustitución masiva a iluminación LED y la implementación de controles automatizados (sensores de presencia).
Papel de oficina (10,000 hojas/mes)	¿Por qué?	Las diferentes áreas solicitan constantemente para trámites e impresiones.	Es importante promover la reducción del uso de papel mediante la adopción de medios digitales y políticas de impresión responsable.

Papel higiénico (54.12 kg/mes)	¿Por qué?	Hay uso constante de papel higiénico por parte de la comunidad.	Es fundamental establecer medidas que permitan un uso más racional y eficiente.
Productos de limpieza	¿Por qué?	Se realizan limpiezas constantes en todas las áreas del instituto.	Implementar controles y estandarizar los procesos de limpieza permitirá reducir desperdicios, optimizar recursos y contribuir a la eficiencia general de la institución.

Figura 1: Diagrama Ishikawa



En la figura 2 se muestra el análisis realizado mediante el diagrama de Pareto donde se identifica los puntos claves donde están los altos consumos del departamento de materiales donde está el mayor uso de los recursos. Este diagrama evidencia que la electricidad y el papel de oficina se llevan el 92% de los recursos en el cual está también el mayor número de desperdicio ya que no se usa de manera eficiente el consumo de energía eléctrica y el uso del papel.

3. Implementación de herramientas Lean

Con base en los hallazgos del diagnóstico y del mapeo de procesos, se seleccionaron e implementaron herramientas de Manufactura Esbelta adecuadas al entorno educativo, destacando principalmente:

- Mapeo del proceso: En esta herramienta se presenta la propuesta de mejora orientada a optimizar los procesos o actividades que no generan valor agregado. En la figura 3 se muestra el Mapeo de proceso para la identificación y gestión de desperdicios de recursos.
- Poka Yoke: se implementará con la finalidad de evitar errores humanos y asegurar que las actividades se desarrollen correctamente desde la primera vez. En la tabla 3 se muestra el análisis Poka Yoke de cada uno de los principales recursos donde ocurren los desperdicios.

Figura 2: Diagrama de Pareto

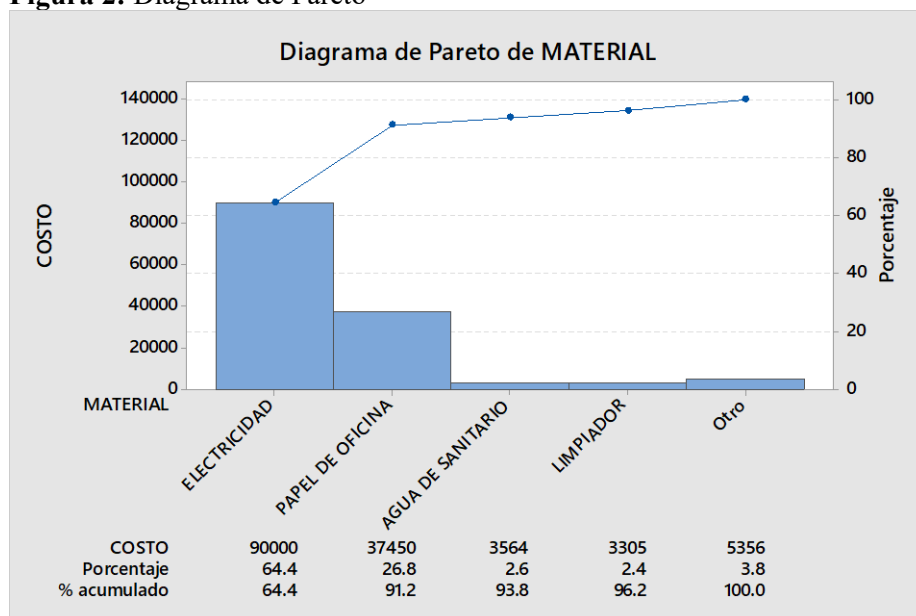
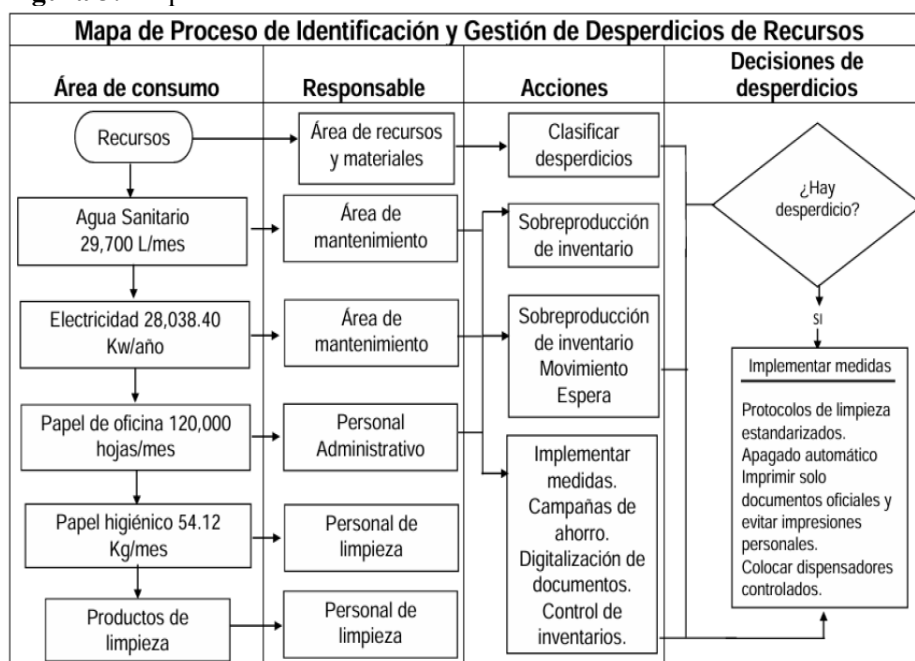


Figura 3: Mapeo de Procesos



4. Establecer el Sistema Pull

Esta etapa crucial, enmarcada en la fase de establecer de la manufactura esbelta, tiene como objetivo primordial la optimización dinámica de los procesos y actividades que actualmente no añaden valor. El sistema Kanban se implementará con la finalidad estratégica de sincronizar la producción o el trabajo con la demanda real, lo que se logra mediante la activación de un Sistema Pull (jalón). Su objetivo principal es diseñar mecanismos de señalización visual, robustos y sencillos, que limiten el trabajo en curso, garanticen que los recursos y las actividades solo se movilicen cuando el proceso del cliente lo requiera, eliminando la generación de inventario, la sobreproducción y la muda (desperdicio). La tabla 3 muestra el uso de la herramienta Poka yoke en los desperdicios identificados en los procesos administrativos y operativos, área donde se utilizan más del 80% de los recursos utilizados en el Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa.

Tabla 3: Poka yoke

Recursos	Error (Desperdicio a Prevenir)	Solución Poka-Yoke (Mecanismo a Prueba de Error)	Tipo de Poka-Yoke (Políticas)
Agua Sanitaria	Dejar la llave abierta o usar más agua de la necesaria en lavabos.	Instalación de grifos con sensor (o cierre automático de botón con tiempo limitado). El flujo se detiene automáticamente.	Política: Cerrar grifos después de uso y reportar fugas inmediatamente.
	Dejar luces o equipos (salones, oficinas, proyectores)	Instalación de interruptores con sensor de presencia/movimiento y temporizador que apagan automáticamente la luz tras un tiempo sin detectar a nadie.	Política: Apagar equipos al terminar la jornada y usar temporizadores en áreas comunes
Electricidad	Impresión de documentos de prueba, borradores o archivos grandes no requeridos.	Configuración de "Impresión Segura" (Pull Printing): El documento solo se imprime al autenticarse (tarjeta o PIN) en el dispositivo.	Política: Imprimir solo documentos oficiales y evitar impresiones personales
Papel de Oficina			

Papel Higiénico	Usar cantidades excesivas por fácil y libre dispensación.	Dispensadores de Papel Higiénico de hoja a hoja (o de corte controlado) que limitan físicamente la cantidad extraída por uso.	Política: Uso racional del papel higiénico
Cloro, Jabón, Limpiador Multiuso	Uso de una concentración excesiva de producto por el personal de limpieza.	Utilización de sistemas de dosificación automáticos o premedidos (cápsulas, bidones con dosificador) que garantizan solo la cantidad exacta necesaria.	Política: Preparar soluciones con medidas estandarizadas, prohibido improvisar mezclas.

La tabla 4 muestra el Sistema visual Pull, el cual es primordial para empujar y mantener los procesos administrativos de manera eficiente. Se toman en cuenta más a los procesos administrativos porque son los que requieren la asignación de la mayor parte de los recursos para la funcionalidad de la institución.

Tabla 4: Tarjeta Kanban (Sistema Visual Pull).

Por hacer	Haciendo	Revisando	Hecho
Hacer políticas del usos de climas:	El uso de los	Se está determinando a	Los climas que no funcionan fueron
Determinar horarios de	controles del clima	partir de que temperatura	retirados de sus
encendido y apagado de	están a cargo de los	se encienden los climas de	lugares como en
los climas (9:00 a 18:00	vigilantes	cada aula.	talleres y laboratorios.
horas).			
Medición y control de recursos:	Alumnos de	Los estudiantes verifican	El personal de
Realizar Energías		la eficiencia del consumo	Mantenimiento
mediciones del Renovables	en	energético en cada uno de	revisan los tableros y
consumo del agua y la prácticas	de	los edificios	red de agua para
electricidad para materias de miden			determinar si

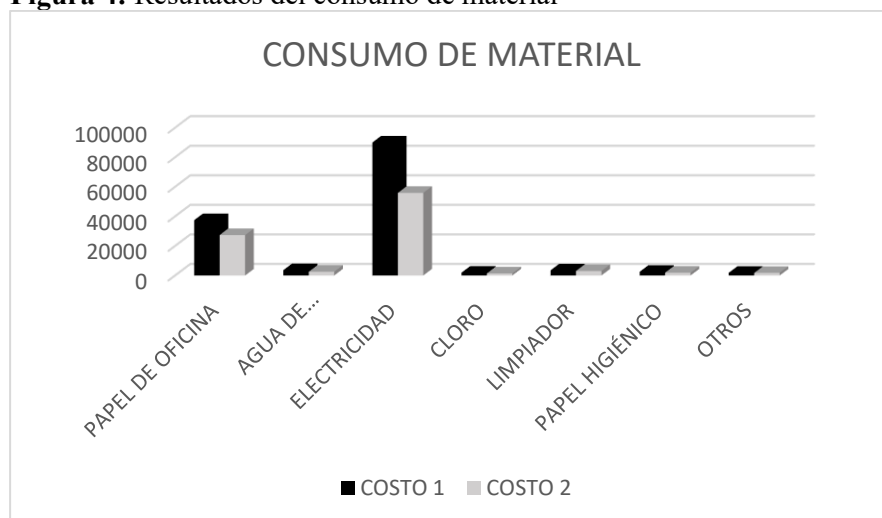
detectar fugas y el consumo de	necesitan
oportunidades de energía eléctrica en	mantenimiento
ahorro. cada edificio.	preventivo y
	correctivo.
Reducción del	
consumo de papel:	Determinar la cantidad de
Control visual de	papel de oficina por
Revisión y control del papel:	Se asigna el papel de
papel usado en oficina, implementa un	jefatura de división oficina de acuerdo al
determinar cuándo se control visual para	dependiendo el número de presupuesto asignado
imprime un documento reducir el consumo	matrícula. En los y solicitado en el
y cuando se queda en y uso del papel.	departamento se repartirá sistema interno.
digital.	por actividades realizadas.
Inventario de	Se realizan
productos de limpieza:	inventarios
Realizar inventarios generales poco	Realizar una base de datos
detallados para detallados de la	Control en la entrega
optimizar compras y compra y consumo	que informe cantidad de de los productos de
reducir desperdicios de de los productos de	consumo de los productos limpieza a cada uno de
insumos. limpieza.	de limpieza por edificio, los integrantes del
	área o departamento. persona de limpieza.

RESULTADOS

Para la implementación de la Manufactura Esbelta es necesario tener una cultura de mejora continua para obtener excelentes resultados, esta implementación lleva hasta el momento 2 meses por lo que los resultados son preliminares a corto plazo, lo que indica que la curva de aprendizaje puede ser muy variable a lo largo de los meses de su implementación. Adicional existen meses donde el consumo energético, el agua, el papel es variable debido a las estaciones del año, al periodo vacacional, al clima entre otras variables. Los resultados a corto plazo se muestran en la figura 4 donde el consumo energético y el uso del papel de oficina baja considerablemente por los factores antes mencionados.



Figura 4: Resultados del consumo de material



En la figura 5 se muestra el porcentaje de disminución de consumo de material utilizado con respecto al mes anterior, sin embargo, este es engañoso porque a pesar que es el cierre del año administrativamente el mes no se trabaja completamente.

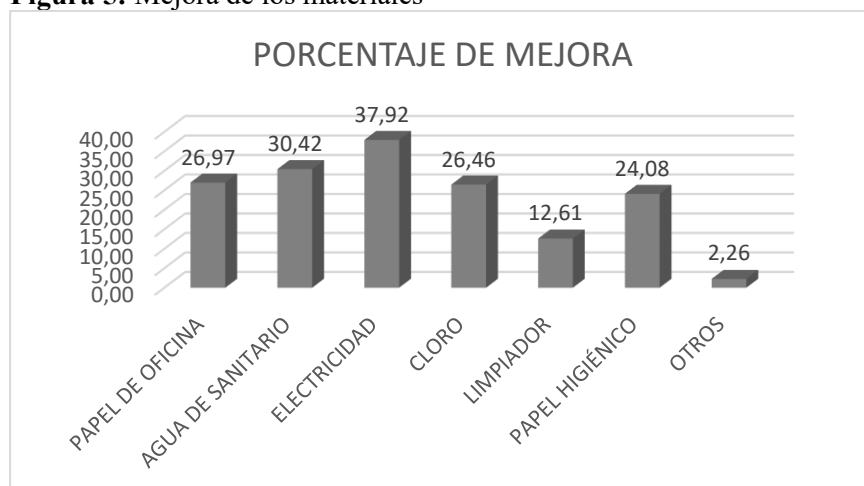
Con estos resultados se muestra que el consumo energético es el que tiene mayor impacto con un 38.92%, seguido del papel de consumo de agua de sanitario con el 34.42% ya que los estudiantes solo llegaron las primeras dos semanas del mes de diciembre.

CONCLUSIÓN

Con los resultados obtenidos se determina que la Metodología de Manufactura Esbelta es una herramienta que en sus orígenes fue aplicada a la industria, pero puede ser adaptada al sector educativo donde también existen los 7 desperdicios como en una empresa de manufactura. Es una metodología que rompe paradigmas y que solo se pueden lograr resultados aceptables si las cosas se hacen de manera competitiva para lograr la mejora continua.

Los desperdicios a donde se enfocó la metodología es donde tiene un costo tangible el consumo de los materiales, por ello los desperdicios están en el área de Recursos materiales. El resultado obtenido de la reducción del consumo eléctrico del 37.92% es engañoso porque se compara con el mes anterior y no con el mismo mes del año anterior. Adicional en este año existen más estudiantes a comparación de año pasado por lo que debería calcularse a base de un indicador del consumo promedio de electricidad por estudiante, así como el papel higiénico, entre otros materiales.

Figura 5: Mejora de los materiales



Para el logro de buenos resultados que se mantengan constantes con una mejora continua en la disminución de los desperdicios se necesita que la institución dure al menos con la implementación con un año y es entonces que se adopta dicha filosofía donde los desperdicios son disminuidos sin importar el mes o los factores del entorno. En esta metodología con dos meses de implementación se logró disminuir en promedio los materiales en un 22.96%, donde el mayor impacto fue en el consumo de energía eléctrica.

Se recomienda para futuras investigaciones englobar también a los procesos del ámbito académico, permitiendo disminuir otros tipos de desperdicios como son los tiempos de espera de los servicios o la duplicidad de funciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Alvarado Coronado (2018) Aplicación de una metodología basada en la filosofía lean construcción (construcción esbelta) dentro del proceso de obra, en una empresa de construcción de viviendas
- 2.- Arcentales, J. M., Ramos, I. B., Soriano, F. R., & Allaica, J. C. M. (2022). Manufactura esbelta para eliminación de desperdicios en PyMEs: Una revisión sistemática de la literatura. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(4), 483-495.
- 3.- Correa, F. G. (2007). Manufactura esbelta (lean manufacturing). Principales herramientas. *Revista Raites*, 1(2), 85-112.
- 4.- Gutiérrez Pulido, H., & Vara Salazar, R. D. L. (2013). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma.

- 5.- Izar Landeta, J. M., & González Ortiz, J. H. (2004). Las 7 herramientas básicas de la calidad.
- 6.- Liker, J. K. (2004). The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill.
- 7.- Rojas, A. R. F. (2009). Herramientas de calidad. Universidad Pontificia Comillas, Madrid.
- 8.- Rojas Jáuregui, A. P., & Gisbert Soler, V. (2017). Lean manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas. 3C Empresa, Investigación y pensamiento crítico, 116-124.
- 9.- Ohno, T. (1988). Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Productivity Press.
- 10.- Rajadell Carreras, M. (2021). Lean Manufacturing: Herramientas para producir mejor. Ediciones Díaz de Santos.
- 11.- Rother, M., & Shook, J. (2009). Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA. Lean Enterprise Institute.
- 12.- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. Journal of Operations Management, 25(4), 785–805.
- 13.- Sony, M., & Naik, S. (2020). Industry 4.0 integration with lean manufacturing: A systematic review. Journal of Cleaner Production, 254, 120–134.
- 14.- Vargas, M. A. P. (2022). El Pensamiento Esbelto y la calidad educativa en la Educación Superior. *Revista Criterio*, 2(2), 48-56.
- 15.- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. Free Press.

