Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

Kaizen en la fabricación de productos electrónicos y fotovoltaicos y sus efectos en la productividad y los costes operativos.

Kaizen en la fabricación de productos electrónicos y fotovoltaicos y sus efectos en la productividad y los costos operativos.

Kaizen en la fabricación de productos electrónicos y fotovoltaicos y sus efectos en la productividad y los costos operativos.

Felipe Thomaz Souza Perri1

Ingeniero eléctrico egresado de la Facultad de Ingeniería de Sorocaba (FACENS, 2015). Máster en Administración de Empresas (MBA) con especialización en Mantenimiento y Producción por la FACENS (2020). Máster en Administración de Empresas (MBA) con especialización en Gestión Industrial, Logística y Calidad por la Facultad de Líbano (2026). Actualmente cursa un MBA Ejecutivo con especialización en Gestión Competitiva e Inteligencia de Negocios por la Facultad de Líbano. Certificado como Six Sigma Green Belt y Lean Green Belt.

RESUMEN

La mejora continua basada en el principio Kaizen se asocia tradicionalmente con ganancias incrementales de bajo costo, pero la evidencia cuantificada de su aplicación en líneas de prueba de fabricación electrónica y procesos de fabricación de módulos fotovoltaicos en Brasil aún es escasa.

Este artículo analiza tres proyectos Kaizen realizados entre 2016 y 2021 en una planta de fabricación de productos electrónicos por contrato ubicada en Sorocaba, estado de São Paulo, dos de ellos en líneas de prueba de computadoras y uno en el proceso de laminación de módulos fotovoltaicos.

Se adoptó un enfoque de estudio de casos múltiples retrospectivo, con el autor como participante, y se extrajeron datos de los registros de cierre de proyectos. Los resultados indican incrementos de productividad del 58%, 22% y 30%, una reducción del 92% en los defectos atribuidos a los parámetros de ingresos por laminación y ahorros anuales estimados de aproximadamente US$2,78 millones en todos los casos. El análisis cruzado sugiere que las mayores ganancias se derivaron de la revisión del contenido del trabajo y la lógica de las pruebas, no de la adquisición de nuevos equipos, y que la composición multidisciplinaria de los equipos y el uso disciplinado del ciclo PDCA fueron clave para los resultados. También se analizan los factores asociados con el mantenimiento de estas ganancias, los efectos en las condiciones de trabajo y la complementariedad entre Kaizen y las tecnologías de la Industria 4.0.

Palabras clave: Kaizen; mejora continua; producción ajustada; fabricación electrónica; módulos fotovoltaicos.

ABSTRACTO

La mejora continua basada en Kaizen se asocia tradicionalmente con ganancias incrementales de bajo costo, sin embargo, la evidencia cuantificada de su aplicación a las líneas de prueba de fabricación de productos electrónicos y a la producción de módulos fotovoltaicos en Brasil sigue siendo escasa. Este artículo analiza tres proyectos Kaizen llevados a cabo entre 2016 y 2021 en una planta de servicios de fabricación de productos electrónicos ubicada en Sorocaba, estado de São Paulo, dos de ellos en líneas de prueba de computadoras y uno en el proceso de laminación de módulos fotovoltaicos. Se adoptó un diseño de estudio de casos múltiples retrospectivo, con el autor como participante, y los datos se extrajeron de los registros de cierre de los proyectos. Los resultados muestran aumentos de productividad del 58%, 22% y 30%, una reducción del 92% en defectos atribuidos a los parámetros de la receta de laminación y ahorros anuales estimados de aproximadamente US$ 2,78 millones en todos los casos. El análisis entre casos sugiere que las mayores ganancias provinieron de

Ingeniero eléctrico egresado de la Facultad de Ingeniería de Sorocaba (FACENS, 2015). Máster en Administración de Empresas (MBA) en Mantenimiento y Producción por la FACENS (2020). Máster en Administración de Empresas (MBA) en Gestión Industrial, Logística y Calidad por la Facultad de Líbano (2026). Actualmente cursa un MBA Ejecutivo en Gestión Competitiva e Inteligencia de Negocios por la Facultad de Líbano. Certificado como Six Sigma Green Belt / Lean Green Belt. Ingeniero colegiado en CREA-SP y miembro de la Asociación Brasileña de Educación en Ingeniería (ABENGE).

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

El rediseño del contenido del trabajo y la lógica de las pruebas, en lugar de la adquisición de nuevos equipos, así como la composición de un equipo multidisciplinario y el uso disciplinado del ciclo PDCA, fueron decisivos para los resultados. El artículo también analiza los factores asociados con el mantenimiento de los logros, los efectos en las condiciones laborales y la complementariedad entre Kaizen y las tecnologías de la Industria 4.0.

Palabras clave: Kaizen; mejora continua; producción ajustada; fabricación de productos electrónicos; módulos fotovoltaicos.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la industria manufacturera opera bajo una combinación de presiones que rara vez se presentan.
Presentan simultáneamente, con márgenes comprimidos, los ciclos de vida de cada producto.
Plazos de entrega más cortos, crecientes exigencias de calidad y escasez de profesionales cualificados.
para llevar a cabo operaciones y mantenimiento. En este entorno, la búsqueda de la productividad es común.
Estas decisiones pueden estar relacionadas con la adquisición de equipos más modernos o con una automatización más amplia.
que requieren capital y un período de maduración. La tradición de la mejora continua ofrece una vía.
Complementario y menos costoso. Desde que Imai (1986) presentó Kaizen al público.
La occidentalización se consideraba la clave del éxito competitivo japonés, lo que afianzaba la idea de que la acumulación de conocimiento era la clave del éxito competitivo de Japón.
La implementación disciplinada de pequeños cambios, impulsada por los propios equipos, puede producir resultados.
Economía comparable a la de las inversiones a gran escala. Bhuiyan y Baghel (2005)
Demuestran que esta premisa está presente en prácticamente todos los enfoques de mejora continua.
surgieron a lo largo del siglo XX, desde sistemas de sugerencias hasta la combinación de fabricación.
Lean y Six Sigma.
A pesar de la extensa bibliografía sobre el tema, aún existen importantes lagunas. Estudios empíricos
enfoques más robustos para los eventos Kaizen, como los de Farris et al. (2009), Van Aken et al. (2010) y
Glover et al. (2011) se centran en organizaciones norteamericanas y priorizan el análisis.
de los factores críticos de éxito y los resultados para las personas, con menos énfasis en
Cuantificación financiera de proyectos específicos. En Brasil, Godinho Filho y Fernandes (2004)
Propusieron una clasificación de los trabajos sobre producción ajustada y señalaron perspectivas futuras.
para futuras investigaciones, y Tortorella y Fettermann (2018) investigaron la relación entre prácticas
Producción ajustada e Industria 4.0 en empresas brasileñas. Sin embargo, los informes sobre estos temas aún son poco frecuentes.
que documenta, con cifras de productividad, calidad y costes, la aplicación de Kaizen.
en líneas de prueba de fabricación electrónica bajo contrato y en la fabricación de módulos.
fotovoltaica, dos segmentos de alta intensidad tecnológica y creciente relevancia para
la economía nacional.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

Dado esto, el objetivo de este artículo es analizar tres proyectos Kaizen realizados entre 2016 y
2021 en una planta de fabricación de productos electrónicos por contrato ubicada en Sorocaba, en el estado
de São Paulo, identificando la naturaleza de las intervenciones realizadas, las herramientas utilizadas,
El texto describe los resultados obtenidos y los factores que contribuyeron a dichos resultados.
Organizado en nueve secciones. Tras esta introducción, la segunda sección describe la ruta.
metodológica. Las secciones tres a cinco discuten los fundamentos conceptuales de Kaizen, su
Integración en los sistemas de producción ajustada (lean manufacturing) y Six Sigma, así como en las herramientas analíticas más avanzadas.
relevante para la realidad de las líneas de prueba. Las secciones seis y siete presentan los casos estudiados,
La octava sección realiza un análisis cruzado de los resultados y discute su fundamento, y la novena sección reúne los...
Conclusiones, limitaciones y sugerencias para futuros estudios.

2. METODOLOGÍA

Esta investigación se caracteriza por ser aplicada en su propósito y exploratoria y descriptiva en su enfoque.
a los objetivos y al enfoque combinado, ya que articula la interpretación cualitativa de
Intervenciones que utilizan análisis de indicadores de desempeño cuantitativos. El diseño
El enfoque de estudio de casos múltiples adoptado fue el recomendado por Yin (2018) cuando el investigador
Busca comprender los fenómenos contemporáneos en su contexto real, sobre el cual tiene poco conocimiento.
o ningún control experimental, y cuando los límites entre fenómeno y contexto no son
claramente definido. Voss, Tsikriktsis y Frohlich (2002) añaden que la investigación basada
En algunos casos, resulta especialmente adecuado para la gestión de operaciones, ya que permite examinar las prácticas.
en su complejidad organizativa, sin necesidad de reducir el objeto a variables.
aislado, lo que corresponde a la naturaleza de los proyectos de mejora continua analizados aquí.
El contexto empírico es una planta de fabricación de una empresa manufacturera multinacional.
Electrónica por contrato, un segmento conocido internacionalmente como Electrónica
Servicios de fabricación, que durante el período estudiado prestó sus servicios, entre otros clientes, a un fabricante.
Un fabricante global de ordenadores personales y un fabricante de módulos fotovoltaicos. Entre 2016 y 2021,
El autor participó en once proyectos Kaizen en esta unidad, centrados en la reducción de residuos y...
Mayor rendimiento, menores defectos en los laminadores y menor tiempo de inactividad.
equipamiento. Para este estudio, se seleccionaron tres proyectos de acuerdo con dos criterios.
acumulativo, la existencia de resultados financieros registrados al cierre y el desempeño de
El autor fue elegido como líder o colíder del equipo. La selección siguió la lógica de replicación literal descrita.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

por Yin (2018), en el que se eligen casos similares para verificar si los patrones observados
En una de ellas, los mismos patrones se repiten en las demás.

Las fuentes de evidencia fueron los registros de cierre de proyectos y los indicadores de
Los equipos supervisan la productividad, el rendimiento y los defectos, junto con los procedimientos.
Directrices operativas elaboradas durante las intervenciones y documentación técnica del equipo.
involucrado. Dado que el autor participó directamente en las iniciativas, la investigación conserva
Coughlan y Coghlan analizan la proximidad a la investigación-acción en la gestión de operaciones.
(2002), que resaltan tanto el valor del conocimiento previo del investigador sobre el sistema
Se estudió el riesgo de sesgos de interpretación derivados de esta participación. Para mitigar
Dado este riesgo, el análisis se limitó a los datos consolidados formalmente al final de cada proyecto.
sin la adición de estimaciones posteriores, y las interpretaciones se compararon con la
literatura siempre que sea posible, para separar lo que los registros demuestran de lo que
La experiencia del autor así lo sugiere.

El análisis se realizó en dos etapas. En la primera, cada caso se describió individualmente.
Según cinco categorías analíticas, el problema que motivó el proyecto, la naturaleza de
intervención, las herramientas utilizadas, los resultados registrados y los mecanismos adoptados para
mantener las ganancias. En el segundo, los casos se compararon entre sí, un procedimiento que Yin
(2018) lo llama síntesis cruzada, con el fin de identificar regularidades y diferencias. Dos
Las limitaciones deben indicarse explícitamente desde el principio. Las cifras de ahorro son estimaciones.
valores anualizados registrados al final de los proyectos, según criterios internos de
organización, y no estaban sujetas a auditoría independiente. Además, el indicador de
La productividad se rigió por la definición interna adoptada para cada línea, lo que impide la comparación.
Directamente entre los porcentajes. Por respeto a la confidencialidad, la empresa y sus clientes no...
identificado por su nombre.

3 FUNDAMENTOS CONCEPTUALES DE KAIZEN Y MEJORA CONTINUA

El término kaizen, que en japonés significa mejora gradual y continua, ganó popularidad en
Occidente, basándose en el trabajo de Imai (1986), lo presentó como el principio unificador de
Las prácticas de gestión responsables del auge competitivo de la industria japonesa en el período de posguerra.
Según el autor, Kaizen se diferencia de la innovación en que depende menos de grandes inversiones.
en tecnología y más a partir de la participación sistemática de las personas en la identificación y eliminación.
de problemas cotidianos. Esta distinción no implica oposición entre los dos enfoques. Imai

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

(1986) sostiene que la innovación produce saltos en el rendimiento que tienden a deteriorarse.
cuando no van acompañadas de un esfuerzo permanente por mantenerlas y mejorarlas.
Nuevos estándares, y es precisamente este esfuerzo el que organiza Kaizen. Mejora continua,
Por lo tanto, no sustituye la inversión, sino que crea las condiciones para que esta genere un retorno.
Se espera que, con el tiempo, el nuevo nivel de rendimiento no se pierda.
En trabajos posteriores, Imai (1997) cambia el énfasis a gemba, un término que designa el lugar.
donde se crea valor de manera efectiva, como en la línea de producción o la estación de pruebas. El argumento
El punto clave es que los problemas operativos deben entenderse en el lugar donde se producen, comenzando desde...
observación directa, y que las soluciones de menor coste suelen surgir de quienes ejecutan el trabajo.
trabajo. El autor asocia esta perspectiva con tres actividades básicas: estandarización,
Organizar el entorno laboral mediante la metodología 5S y la eliminación sistemática de residuos.
La estandarización juega un papel único aquí, ya que sirve como punto de partida desde el cual
Cada mejora se mide y, una vez validada, se incorpora. Sin un estándar estable, no hay otra alternativa.
distinguir una mejora genuina de una fluctuación aleatoria en el proceso es lo que hace que la disciplina de
La medición es un componente inseparable de la filosofía Kaizen, no un accesorio.
metodológico.
La literatura académica ha comenzado a tratar la mejora continua no solo como un conjunto de
no solo técnicas, sino capacidades organizativas que se desarrollan con el tiempo. Bessant,
Caffyn y Gallagher (2001) propusieron un modelo evolutivo con cinco niveles de madurez,
que va desde un interés inicial y esporádico en la mejora hasta el estatus de una organización capaz de
Aprender sistemáticamente de las propias experiencias. Para estos autores, el
El avance entre niveles depende de la consolidación de rutinas de comportamiento específicas, como por ejemplo:
capacidad de vincular las mejoras locales con los objetivos estratégicos de la empresa y la capacidad de
para compartir el aprendizaje entre áreas. La principal contribución del modelo es mostrar
que los resultados impresionantes aislados no equivalen a una cultura de mejora, y que la repetición
Los proyectos exitosos requieren estructuras de apoyo que se extiendan más allá del alcance de cada proyecto individual.
iniciativa individual.

Bhuiyan y Baghel (2005) reconstruyen la trayectoria histórica de los enfoques de mejora.
continuo, desde los sistemas de sugerencias de principios del siglo XX hasta la combinación
relación contemporánea entre manufactura esbelta y Six Sigma. Los autores señalan que las diferentes
Las metodologías comparten la premisa de que los pequeños cambios incrementales, cuando
Los factores acumulados y sostenidos producen efectos significativos en la calidad, el costo y los plazos de entrega, pero
Se diferencian en cuanto al grado de formalización estadística y la forma de participación de

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

trabajadores. Esta lectura histórica es útil porque disipa la idea de que Kaizen fue un
Una técnica aislada o culturalmente no transferible. Más bien, es una familia de prácticas que
Convergen en el mismo principio de gestión, que es que el rendimiento de un sistema
La productividad puede incrementarse continuamente mediante una investigación disciplinada de sus pérdidas y mediante
Integrar el aprendizaje en la rutina laboral.

El núcleo metodológico de esta investigación es el ciclo de planificación, ejecución, verificación y actuación.
conocido por el acrónimo PDCA. Moen y Norman (2010) muestran que el ciclo se origina en
El modelo de especificación, producción e inspección formulado por Shewhart fue reintroducido por
Deming habló con ingenieros japoneses en 1950 y, a partir de entonces, recibió diferentes formalizaciones.
incluyendo la versión PDSA, en la que la etapa de verificación se reemplaza por el estudio de los resultados.
Deming (1986) argumentó que mejorar el sistema es responsabilidad de la gerencia y que la mayor
Parte de los problemas de calidad provienen del propio sistema, y no de la conducta individual de los...
operadores. La implicación práctica para Kaizen es sencilla. Un proyecto de mejora que no
En él se expone explícitamente la hipótesis que se va a comprobar, pero no se mide su efecto ni se incorpora el aprendizaje al estándar.
El proceso de trabajo reproduce la forma del ciclo sin cumplir su función.

4. KAIZEN EN LA PRODUCCIÓN LEAN Y EL SISTEMA SIX SIGMA

La difusión internacional de Kaizen está estrechamente ligada a la del Sistema de Producción Toyota.
Ohno (1988) describe este sistema como un esfuerzo permanente para reducir el intervalo entre
El pedido del cliente y el recibo de pago, obtenidos eliminando todo lo que no sea...
agrega valor. El autor clasificó las pérdidas en siete categorías: sobreproducción, espera,
transporte, procesamiento innecesario, inventario, movimiento innecesario y
producción de artículos defectuosos, y atribuyó gravedad particular a la sobreproducción porque ocultaba la
Además, según Ohno (1988), los pilares de la producción justo a tiempo y la automatización no serían suficientes
sin la participación de los trabajadores en la identificación continua de estas pérdidas. Es en este punto...
Kaizen deja de ser un programa paralelo y se integra en la lógica misma de
funcionamiento del sistema, como mecanismo de ajuste permanente entre el estándar actual y el
Condiciones reales de funcionamiento.

El término producción ajustada fue acuñado por Krafcik (1988) al comparar el rendimiento de
fabricantes de automóviles de diferentes regiones del mundo, y ganó prominencia con el estudio de
Programa Internacional de Vehículos Automotores, según lo informado por Womack, Jones y Roos (1990). Holweg
(2007), al reconstruir la genealogía del concepto, muestra que resultó de un proceso de

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

abstracción progresiva, en la que las prácticas desarrolladas en un contexto específico fueron traducido en principios considerados transferibles a otros sectores. Womack y Jones (1996) Sintetizaron estos principios en cinco pasos: especificar el valor, identificar el flujo. Creación de valor, flujo continuo, producción bajo demanda y búsqueda de la perfección. Esto último. En la práctica, esto corresponde a Kaizen, entendido como el mecanismo que impide que el sistema se vuelva... para dar cabida a un nuevo nivel de rendimiento y que mantiene abierta la posibilidad de eliminación. pérdidas incluso después de haber alcanzado los objetivos iniciales.

Desde un punto de vista empírico, Shah y Ward (2003) demostraron que las prácticas lean tienden ser adoptado en cuatro conjuntos interrelacionados, orientados a la producción justo a tiempo, para gestión de calidad total, mantenimiento productivo total y gestión de recursos humanos, y que El efecto sobre el rendimiento operativo es mayor cuando se implementan estos conjuntos. de forma combinada. El estudio también indicó que el tamaño de la planta y otras variables de El contexto influye en la probabilidad de adopción. Spear y Bowen (1999) ofrecen una Una explicación epistemológica del éxito del sistema Toyota, según la cual cada La actividad, la conexión y el flujo están diseñados como una hipótesis comprobable, de modo que cualquier La desviación se detecta rápidamente y se corrige según el método científico. Esta lectura aporta... Kaizen es un procedimiento experimental incorporado a la rutina, no un evento esporádico. movilización del equipo.

Six Sigma, a su vez, introdujo una capa más formal en la mejora continua. Tratamiento estadístico de la variación. Schroeder et al. (2008) definen el enfoque como un una estructura organizada que corre paralela a la jerarquía funcional, apoyada por especialistas en mejora, en un método estructurado de resolución de problemas y en métricas de rendimiento, con el objetivo de reducir la variación del proceso. Linderman et al. (2003) examinaron los seis Sigma a la luz de la teoría del establecimiento de metas y argumentó que la combinación de metas Las tareas específicas y desafiantes, con un método de investigación explícito, mejoran el rendimiento. de los equipos de mejora. Las dos contribuciones ayudan a entender por qué, en muchos casos, En las organizaciones, Kaizen y Six Sigma coexisten sin conflicto. El primero moviliza el el conocimiento tácito del entorno de la fábrica, mientras que el segundo ofrece rigor analítico para el problemas cuya causa no es visible a simple vista.

La integración entre estos enfoques es especialmente relevante en la fabricación electrónica, donde

Las pérdidas de flujo, típicas del dominio de la producción ajustada, coexisten con las pérdidas por variación, también típicas del dominio de la producción ajustada.

estadístico. Shingo (1989) ya advirtió que mejorar las operaciones individuales hace poco para alterar la El rendimiento general depende de que el proceso no se entienda como un todo, y eso estableció la distinción.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

entre el análisis de procesos, que rastrea el flujo de material, y el análisis de operaciones, que
Acompaña el trabajo de personas y máquinas. Liker (2004) refuerza que las tareas
Las prácticas estandarizadas constituyen la base para la mejora continua y el compromiso de los empleados.
En Brasil, la revisión de Godinho Filho y Fernandes (2004) organizó la producción académica sobre
La manufactura esbelta se categorizó y se indicaron vías para futuras investigaciones, una agenda a la que se dirige la
Este estudio pretende contribuir a la investigación recopilando evidencia de los segmentos eléctrico y electrónico.
fotovoltaica.

5 HERRAMIENTAS ANALÍTICAS Y LA LÓGICA DEL CUELLO DE BOTELLA EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN PRUEBA

El mapeo del flujo de valor, tal como lo propusieron Rother y Shook (1998), se ha convertido en el punto de
El enfoque más extendido para proyectos de mejora en líneas de producción. La técnica consiste en...
para representar el estado actual del flujo de materiales e información, para identificar los pasos que no se están realizando
Aportan valor y diseñan un estado futuro en el que el flujo es más continuo y está impulsado por...
demanda. Un concepto central de este método es el tiempo takt, que se obtiene dividiendo el tiempo
Producción disponible en función de la demanda del cliente durante el mismo período. La comparación entre el takt
El tiempo y el tiempo de ciclo de cada estación revelan inmediatamente qué etapas son incompatibles con
La demanda y, por lo tanto, dónde deben centrarse los esfuerzos de mejora. En las líneas de prueba,
Esta comparación suele ser reveladora, ya que el período de pruebas funcionales tiende a ser prolongado.
y no es muy flexible, y porque la asignación de operadores a menudo sigue la cantidad
de estaciones y no el contenido real de la obra.
La lógica del cuello de botella añade una dimensión sistémica a este análisis. Goldratt y Cox (1984)
Popularizaron la idea de que el rendimiento de un sistema de producción está limitado por su
restricción, de modo que una hora perdida en el cuello de botella es una hora perdida para todo el sistema.
mientras que las mejoras en las características no restrictivas pueden producir únicamente la apariencia de
progreso. Hopp y Spearman (2008) dieron un tratamiento formal a esta intuición, basándose en
La ley de Little, demostrada por Little (1961), establece que el inventario de trabajo en proceso es igual a
El producto de la tasa de producción y el tiempo de procesamiento. La consecuencia práctica es que el aumento
El aumento de capacidad en el cuello de botella incrementa la tasa de producción del sistema sin un aumento proporcional del inventario.
en proceso, mientras que la liberación indiscriminada de material para una línea restringida únicamente
Esto alarga las colas y aumenta el tiempo de procesamiento, sin ninguna mejora en la producción.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

Un estudio de diagnóstico realizado por el autor en una línea de ensamblaje de productos electrónicos ilustra...
La utilidad de estas herramientas en conjunto. La línea tenía una capacidad aproximada de 735.
platos por día frente a una demanda proyectada de 1200 platos por día, lo que significaba
Para cubrir aproximadamente el 61% de la necesidad, fue necesario un aumento de la capacidad de alrededor del 63%.
para equilibrar la oferta y la demanda. El diagnóstico combinó el mapeo del flujo de valor, el
Diagrama de espaguetis para visualizar el movimiento de personas y materiales, la comparación
entre el tiempo takt y el tiempo de ciclo, diagramas de Pareto e Ishikawa, 5S y trabajo
estandarizado. El valor de este ejercicio reside no solo en identificar el cuello de botella, sino también en...
demostración de que la brecha entre capacidad y demanda rara vez se explica por una
Causa única, lo que justifica combinar herramientas de flujo con herramientas de análisis.
de causas.

Entre las herramientas para analizar las causas se encuentran el diagrama de Pareto y el diagrama de causa y efecto.
Ocupan una posición central. Juran y Godfrey (1999) consolidaron el principio de Pareto como
criterio de priorización, al demostrar que, en la mayoría de los procesos, un número reducido de
Las causas representan la mayor parte de las pérdidas, lo que permite concentrar los recursos donde el retorno es mayor.
es mayor. Ishikawa (1985), a su vez, argumentó que la mayoría de los problemas de calidad
Esto puede resolverse utilizando herramientas estadísticas básicas, siempre que se apliquen correctamente.
disciplinado y por personas de todos los niveles de la organización. El diagrama de causa y efecto, que
Lleva su nombre y organiza las hipótesis en familias como método, máquina, material y mano de obra.
trabajo, medición y entorno, y transforma la discusión de un problema complejo en un
un conjunto de comprobaciones objetivas, que resulta particularmente útil cuando equipos de diferentes
Las diferentes áreas necesitan llegar a un diagnóstico común.
Cuando las causas interactúan entre sí o cuando es necesario anticipar el riesgo de fallo,
Se hacen necesarias herramientas más formalizadas. El análisis de los modos y efectos de
El fracaso, descrito por Stamatis (2003), prioriza los riesgos en función de la combinación de gravedad,
ocurrencia y detección, y permite a un equipo identificar los puntos en juego antes del despliegue.
que un nuevo proceso o equipo pueda fallar. La planificación de experimentos,
Sistematizado por Montgomery (2013), permite la investigación simultánea del efecto de varios
factores y sus interacciones sobre una variable de respuesta, con un número reducido de ensayos.
En la experiencia descrita en este estudio, estas dos herramientas se utilizaron en la aceptación de
una estación de atornillado automatizada, una situación en la que la secuencia y los parámetros de
El proceso de ajuste debía validarse antes de su lanzamiento a producción, demostrando que Kaizen
No prescinde del rigor estadístico cuando la naturaleza del problema así lo exige.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

6. REESTRUCTURACIÓN DE LAS LÍNEAS DE PRUEBA EN LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS ELECTRÓNICOS

En la fabricación de productos electrónicos por contrato, las fases de prueba tienen como objetivo garantizar que Cada placa ensamblada, cada dispositivo integrado y cada unidad empaquetada cumple con los requisitos. Especificaciones del cliente antes del envío. En la unidad estudiada, las líneas de la computadora Estas pruebas incluyeron el ensayo de las placas ensambladas, el ensayo del equipo completo y la verificación final en las instalaciones. Embalaje. El autor trabajaba en ingeniería de pruebas, siendo responsable del análisis. análisis estadístico del rendimiento de la estación, investigación de fallas, preparación y Configurar estaciones para lanzamientos de nuevos productos y a través de la interfaz técnica con el clientes. Esta posición les permitió observar que una parte significativa del tiempo de ciclo de las estaciones no era Correspondía no solo a la ejecución de la prueba en sí, sino también a las etapas de preparación, espera y intervención manual, pérdidas que Ohno (1988) clasificaría como espera y procesamiento. innecesarios y tienden a pasar desapercibidos cuando el análisis se limita al marco temporal de máquina.

El primer caso, denominado aquí Caso A, consistió en reestructurar la línea de pruebas de Computadoras de escritorio de un fabricante global, realizadas utilizando la metodología Kaizen bajo El liderazgo del autor. El equipo analizó el proceso de producción y modificó el cronograma de pruebas. funcional para eliminar pasos que requerían intervención del operador y parte automatizada del proceso. operaciones manuales. El efecto más visible fue el cambio en la relación entre las personas y equipo, ya que un solo operador ahora estaba manejando dos piezas de equipo de prueba, que Esto redujo la necesidad de mano de obra en esta fase. Los registros de cierre indican un aumento. un aumento del 58% en la productividad y un ahorro anual estimado de aproximadamente 1,24 millones de dólares estadounidenses. El resultado es consistente con la distinción de Shingo (1989) entre trabajo humano y trabajo de máquina, según la cual el operador no debe permanecer inactivo mientras el equipo está en funcionamiento. Ejecuta un ciclo automático.

El caso B trataba sobre la línea de pruebas de portátiles para el mismo cliente, un proyecto en el que participó el autor. como colíder. El objetivo era eliminar el desperdicio y optimizar las operaciones. con una reducción en el número de operadores necesarios. El aumento de productividad registrado El aumento fue del 22%, y el ahorro anual estimado alcanzó aproximadamente US$1,1 millones. La diferencia entre Los porcentajes correspondientes a los casos A y B no deben interpretarse como indicativos de una menor eficacia del segundo. proyecto. Los registros disponibles no permiten desglosar los factores que explican esto. Existe una diferencia, pero es plausible que las líneas partieran de condiciones iniciales diferentes en cuanto al grado. La automatización y el contenido del trabajo manual reducirían el margen de mejora.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

disponible. Esta precaución es coherente con la advertencia de Shah y Ward (2003) de que el contexto
Las características de cada planta influyen en los efectos de las prácticas Lean.

Paralelamente a estos dos proyectos, el autor lideró el desarrollo de estaciones de pruebas locales.
con el objetivo de reducir costes, aumentar la productividad y optimizar el mantenimiento.
Mantenimiento interno y externo, y para reducir el costo de las piezas de repuesto. Las soluciones fueron diseñadas para...
Mantener una cobertura de prueba del 100% en las unidades, incluyendo el registro automático de resultados.
y mejoras en los indicadores de calidad. En una iniciativa relacionada con la implementación del control
de los kits de prueba, una segunda etapa de análisis de las piezas rechazadas y un procedimiento
La reelaboración formal redujo el coste de mantenimiento de las piezas utilizadas en las pruebas en un 75%.
Este resultado ilustra el argumento de Imai (1997) de que las mejoras de menor costo
A menudo resultan de la organización del trabajo y la disciplina de los procedimientos, y no
procedente de la compra de nuevos recursos, ya que los ahorros se obtuvieron esencialmente a través de la revisión.
de flujos y responsabilidades.

Un tercer tipo de intervención implicó la automatización de una estación de atornillado para
un fabricante de terminales de pago, con el objetivo de mejorar la calidad del proceso,
Para garantizar la estandarización de la secuencia de apriete y reducir los costos operativos. El autor dirigió el...
implementación y participó en la aceptación del equipo con el apoyo del análisis de modos y
efectos de falla y diseño experimental, además del monitoreo diario de
Producción hasta que la solución se estabilice. Dado que los registros de este proyecto no contienen resultados.
En los estados financieros consolidados, no se incluye en el análisis cruzado, pero se menciona porque pone de relieve...

En la fabricación electrónica, Kaizen combina intervenciones organizativas con automatización.
selectivo, siempre sujeto a un análisis previo del proceso. La Tabla 1 resume los tres casos.
Seleccionados para análisis cruzado, en función de los registros de cierre de cada proyecto.

Tabla 1 - Resumen de los casos seleccionados para el análisis cruzado

Proceso del caso	Naturaleza de la intervención	Herramientas y métodos	Resultados registrados
EL Prueba de de ordenadores de sobremesa	Revisión de la programación de pruebas funcionales, y automatizando pasos manuales. Un operador maneja ahora dos equipos. el	Kaizen, análisis de procesos de producción, automatizacion selectiva	Productividad +58%. Ahorro anual estimado de 1,24 millones de dólares estadounidenses.
B de Cuadernos de prueba	Eliminar el desperdicio y optimizar y las operaciones, reduciendo el número de operarios.	Kaizen, análisis de pérdidas	Productividad +22%. Ahorro anual estimado de 1,1 millones de dólares estadounidenses.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

Proceso	del caso	Naturaleza de la intervención	Herramientas y métodos	Resultados registrados
W	Laminación de módulos fotovoltaicos	Manejo de detractores relacionados con parámetros de ingresos de la fábrica por un equipo de Producción, Calidad e ingeniería	Ciclo Kaizen PDCA, análisis de datos de defectos	Rentabilidad +1%. Defectos en la receta - 92%. Productividad +30%. Ahorro anual estimado de US$437.000.

Fuente: recopilado por el autor a partir de los registros de cierre de proyectos (2016-2021).

7. KAIZEN EN EL PROCESO DE LAMINACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

La fabricación de módulos fotovoltaicos implica la interconexión de celdas y el ensamblaje de los mismos.
La combinación del vidrio frontal y la capa protectora trasera, la laminación, el ensamblaje de

A continuación, se ensamblan el bastidor y la caja de conexiones, y se realizan las pruebas finales. La laminación es la etapa en la que se realiza el ensamblaje...

sometido a calentamiento y vacío para que el material encapsulante rodee las células y garantice
la integridad mecánica y eléctrica del módulo a lo largo de su vida útil. Los parámetros de
La temperatura, el tiempo y la presión definidos para cada ciclo del equipo conforman lo que...
La industria llama al proceso receta. En la unidad estudiada, los módulos fueron verificados en
Equipo de prueba de simulación solar, conocido como Flash, que mide la curva
característica de corriente y voltaje, de aislamiento eléctrico, conocido como HIPOT, y de
La electroluminiscencia, conocida por el acrónimo EL, permite la identificación de microfisuras y otras
Defectos no visibles a simple vista.

El autor fue responsable del despliegue, la instalación y el mantenimiento de este equipo.
pruebas y, después de la formación técnica internacional sobre configuración, calibración y análisis de
Con base en mediciones, se desarrollaron planes de mantenimiento preventivo con frecuencias definidas y...
Verifique los elementos relacionados con la seguridad, los motores, las correas y las calibraciones. Este punto
Esto es relevante para comprender el caso C. Nakajima (1988), al formular el mantenimiento

La capacidad productiva total mostró que las pérdidas debidas a defectos y retrabajo se encuentran entre las principales pérdidas que

Reducen la eficiencia general del equipo, además de provocar tiempos de inactividad y pérdidas de velocidad.
Un dispositivo de prueba no calibrado no solo no detecta defectos, sino que también
Esto genera datos engañosos sobre el rendimiento del proceso. Por lo tanto, la fiabilidad de la medición es...
Un requisito indispensable para cualquier proyecto de mejora basado en datos.
El caso C se centró en reducir los defectos en el proceso de laminado, específicamente
aquellos asignados a los parámetros de ingresos del equipo. El autor actuó como colíder de
un equipo multidisciplinario compuesto por representantes de Producción, Calidad e Ingeniería

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

de Equipamiento, y el proyecto se llevó a cabo de acuerdo con el ciclo PDCA, con análisis de datos.
de defectos, identificación de los principales detractores, implementación de contramedidas y la
Verificación de su eficacia. La elección de un enfoque multidisciplinario no fue casual.
Los defectos asociados con la receta se encuentran en la intersección entre el comportamiento de los materiales,
observado por Calidad, los ajustes de equipos, dominados por Ingeniería, y las prácticas
de operación, conocida por Producción, de modo que ninguna de estas áreas, de forma aislada,
Tenía toda la información necesaria para un diagnóstico coherente.
Los registros de cierre indican un aumento del 1% en el rendimiento del proceso, una reducción de
92% de los defectos asociados con el proceso de laminación, un aumento del 30% en la productividad y
Ahorro anual estimado de aproximadamente US$437.000. Un aumento del 1% en los ingresos.
Puede parecer modesto si se observa de forma aislada, pero adquiere otra dimensión en un...
línea de alto volumen, en la que cada punto de rendimiento corresponde a una cantidad
Un número significativo de módulos ya no se rechazan ni se reelaboran. La magnitud de la reducción
El número de defectos, a su vez, sugiere que las causas actuaron de manera concentrada, un patrón consistente con...
con el principio de Pareto discutido por Juran y Godfrey (1999), y que la priorización de
Los principales detractores fueron decisivos para convertir el esfuerzo del equipo en un resultado.
Medible en un plazo relativamente corto.
El caso C también ilustra la observación de Spear y Bowen (1999) de que la mejora continua
Funciona con mayor eficacia cuando las especificaciones del proceso se tratan como hipótesis.
explícita y verificable. La receta de la laminadora es exactamente ese tipo de especificación, una
un conjunto de parámetros que expresa una hipótesis sobre las condiciones que producen un
un módulo integral que puede ser probado y revisado a la luz de los datos de defectos. Van Aken et al.
(2010), al proponer un modelo para el diseño y la gestión de programas de eventos Kaizen,
Destacan la selección del problema, la composición del equipo y el seguimiento posterior.
El evento se considera un elemento que influye en el éxito de las iniciativas. En el caso analizado, el
una combinación de un problema bien definido y un equipo con las habilidades necesarias.
Los métodos complementarios y un método de verificación explícito parecen haber sido lo que permitió
Transformar el conocimiento disperso en diferentes áreas en una solución estable.

8. Análisis cruzado de los resultados y factores de apoyo

Una comparación entre los tres casos revela patrones consistentes. En todos ellos, las ganancias
Se derivaron principalmente de la revisión del contenido del trabajo, la lógica de la prueba o...

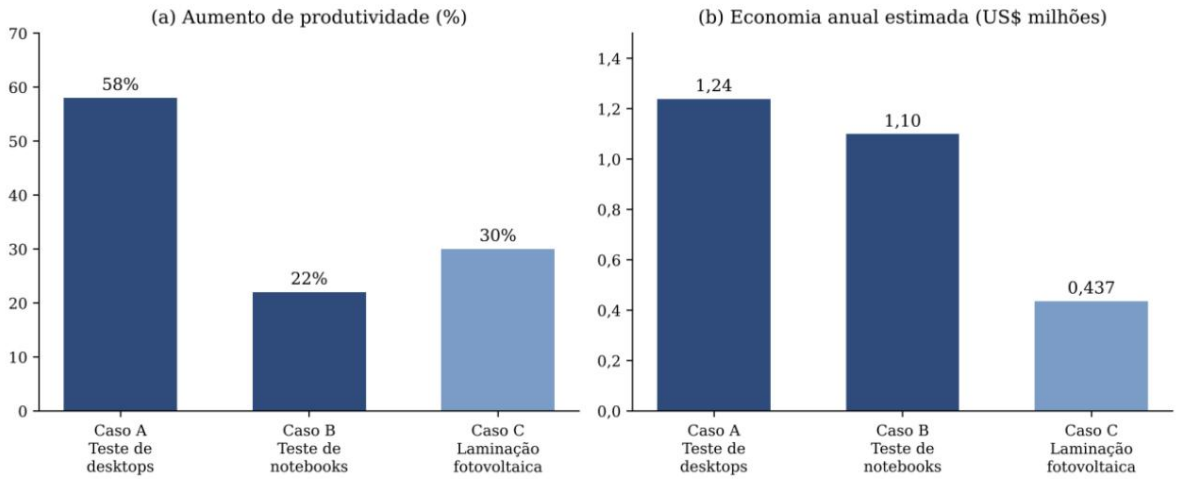
Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

La automatización depende de los parámetros del proceso, no de la adquisición de nuevos equipos de producción.
Estaba presente en el Caso A, pero como consecuencia del análisis del proceso y restringido a las etapas.
donde la intervención manual no aportó valor. En conjunto, los tres proyectos registraron
Ahorros anuales estimados de aproximadamente US$2,78 millones, de los cuales alrededor del 44,7%
El 39,6% corresponde al Caso A, el 39,6% al Caso B y el 15,7% al Caso C. La Figura 1 muestra...
Incrementos de productividad y ahorros anuales estimados para cada caso, lo que permite su visualización.
que el orden de los casos según el porcentaje de ganancia de productividad no coincide con el orden
Según la economía financiera, esto confirma que ambos indicadores capturan dimensiones.
diferente del resultado.

Figura 1 - Incremento de la productividad y ahorro anual estimado en los tres casos analizados.



Fuente: recopilado por el autor a partir de los registros de cierre de proyectos (2016-2021).

La discrepancia entre los dos órdenes merece una interpretación cuidadosa. Caso C
Mostró un aumento de productividad mayor que el Caso B, pero menores ahorros financieros.
lo cual puede explicarse por la diferencia en la naturaleza de las pérdidas tratadas. En los casos de prueba de
En el caso de los ordenadores, la economía estuvo estrechamente ligada a la reducción de la mano de obra destinada a su uso.
temporadas, un efecto de impacto financiero directo y recurrente. En el caso de la laminación, los ahorros
Esto se tradujo principalmente en una reducción de defectos y un aumento del rendimiento, cuyo valor depende de...
Coste de los materiales rechazados y del volumen procesado. Cómo contribuyen los indicadores de productividad.
Se calcularon de acuerdo con definiciones internas distintas en cada línea, como se explica en
Metodológicamente, la comparación debe mantenerse dentro del ámbito de las tendencias generales, sin la
Los porcentajes deben considerarse medidas de rendimiento equivalentes en todos los casos.
La cuestión de mantener los ingresos es fundamental en la literatura. Bateman (2005) muestra que la
Los resultados de los programas de mejora de procesos a menudo se deterioran después de...

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

cierre formal de las iniciativas, e identifica la existencia de acciones de seguimiento y la
Incorporar cambios en las rutinas del área como condiciones para lograr mejoras.
mantener o continuar evolucionando. Glover et al. (2011), al estudiar los eventos Kaizen en
Varias organizaciones han llegado a una conclusión similar con respecto a los resultados en el
personas, cuya presencia continua depende de la institucionalización de cambios en el entorno de
trabajo. En los casos analizados, los mecanismos de apoyo incluyeron el desarrollo de
procedimientos, capacitación del equipo, control formal de los kits de prueba y planes para
Mantenimiento preventivo de los equipos de medición, elementos que se ajustan a las mejores prácticas.
que estos autores asocian con la durabilidad de los resultados.

Los efectos de las mejoras en las personas requieren igual atención. Farris et al. (2009) demostraron
que los resultados de los eventos Kaizen en las actitudes y habilidades de los participantes son
asociado a factores como la claridad de los objetivos, la autonomía del equipo y el apoyo de la dirección.
Netland (2016), en un estudio sobre factores críticos de éxito en la implementación de la producción ajustada,
Señala que el compromiso del liderazgo y el empoderamiento de los empleados se encuentran entre los elementos más importantes.
Es relevante y analiza hasta qué punto las contingencias de cada planta alteran esta importancia.
relativo. Saurin y Ferreira (2008), a su vez, propusieron directrices para evaluar los impactos.

La producción ajustada tiene un impacto en las condiciones de trabajo, advirtiendo que las ganancias de productividad
Las ventajas obtenidas al reducir el número de operarios pueden ir acompañadas de una intensificación del trabajo.
Los registros de los casos estudiados no incluían evaluaciones ergonómicas formales, lo que constituye
una limitación que debe tenerse en cuenta en futuros estudios.

Finalmente, los estudios de caso permiten analizar la relación entre Kaizen e Industria 4.0. (Buer, Strandhagen)
Chan (2018), al mapear la literatura sobre el tema, identificó que la fabricación ajustada
y las tecnologías digitales tienden a ser tratadas como complementarias, y propusieron una agenda
investigación para examinar esta relación. Tortorella y Fettermann (2018) encontraron, en
Empresas brasileñas: asociación positiva entre la adopción de prácticas lean y la implementación de
Tecnologías de la Industria 4.0. La experiencia reportada es consistente con estos hallazgos. El registro
Generación automática de resultados en estaciones de prueba locales y análisis estadístico del rendimiento de
Las estaciones representan formas tempranas de captura y uso sistemático de datos, que solo producían
Valor porque estaban integrados en procesos preestablecidos y estandarizados.

Digitalizar un proceso inestable tiende únicamente a hacer más visible su inestabilidad.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

CONCLUSIÓN

Este artículo analizó tres proyectos Kaizen realizados entre 2016 y 2021 en una unidad de Fabricación de productos electrónicos por contrato, dos en líneas de prueba de computadoras y una en el proceso. de laminación de módulos fotovoltaicos. Los resultados registrados incluyen aumentos de Incrementos de productividad del 58%, 22% y 30%, y una reducción del 92% en los defectos asociados a la receta. laminación, un aumento del 1% en el rendimiento de este proceso y un ahorro anual estimado de aproximadamente 2,78 millones de dólares en todos los casos, lo que confirma el potencial Los beneficios económicos de la mejora continua en segmentos tecnológicamente intensivos.

El principal hallazgo del estudio es que las ganancias más significativas no dependieron de... adquisición de nuevos equipos de producción, pero de la revisión del contenido del trabajo, de Lógica de prueba y parámetros del proceso. Este hallazgo coincide con la proposición clásica. de Imai (1986) y con la crítica de Shingo (1989) sobre la mejora de las operaciones aisladas, y refuerza que El análisis del proceso debe preceder a cualquier decisión de inversión; de lo contrario, corre el riesgo de automatizarse. pérdidas en lugar de eliminarlas. La automatización, cuando se produjo, fue selectiva y subordinada a esto. análisis, y no el punto de partida para las intervenciones.

El segundo hallazgo se refiere a la importancia de la composición y la metodología del equipo. tres casos, la participación de profesionales de diferentes áreas y el uso disciplinado del ciclo El ciclo PDCA permitió recopilar conocimientos dispersos y realizar pruebas objetivas de hipótesis. El caso C, en particular, muestra que los problemas situados en la intersección entre materiales, equipos y Las prácticas operativas difícilmente podrían resolverse mediante la intervención de un solo departamento, por muy competente que sea. que ella lo era. La composición del equipo, en este sentido, debería definirse por la naturaleza de El problema reside en la estructura organizativa actual, no en la existente.

El tercer hallazgo se refiere a la medición. La fiabilidad del equipo de prueba, Respaldado por planes de mantenimiento preventivo y calibraciones periódicas, demostró ser un requisito previo para que los datos de rendimiento y defectos orienten las decisiones. Este aspecto, a menudo tratado como una cuestión puramente técnica, resulta ser un componente. Desde una perspectiva de gestión, porque la calidad de las decisiones de mejora nunca es superior a la calidad de las mediciones. que los apoyan. Por lo tanto, los programas de mejora continua deben incluir la gestión de Los sistemas de medición se encuentran entre sus principales objetos de atención.

En cuanto a la sostenibilidad de los resultados, los casos indican que los procedimientos formales y la formación de los equipos, el control de los materiales de prueba y el mantenimiento preventivo funcionaron como mecanismos para institucionalizar el cambio, en línea con lo que Bateman (2005) y Glover

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

et al. (2011) lo asocian con la durabilidad de las ganancias. Sin embargo, el estudio no cuenta con una serie de datos.
registros históricos posteriores al cierre de los proyectos que permiten confirmar la permanencia de
resultados a largo plazo. Esta brecha refuerza la necesidad de que las organizaciones
mantener el seguimiento de los indicadores durante períodos más largos que el ciclo formal de cada uno
proyecto.

Es necesario reconocer algunas limitaciones. Este es un estudio retrospectivo, realizado por
El investigador participó en las intervenciones, lo que exige precaución al interpretar los datos.
A pesar de las medidas adoptadas para reducir los sesgos, los ahorros se corresponden con las estimaciones.
Internamente, sin auditorías, los indicadores de productividad seguían diferentes definiciones en cada
línea y no hubo una evaluación formal de los efectos en las condiciones de trabajo, lo que restringe
la generalización de los resultados. Por lo tanto, los hallazgos deben entenderse como
generalizaciones analíticas, en el sentido propuesto por Yin (2018), y no como estimaciones.
Estadísticas válidas para el sector.

Desde una perspectiva de gestión, los resultados sugieren que las organizaciones industriales pueden lograr
Se pueden lograr mejoras significativas invirtiendo en la formación de sus propios equipos en métodos de mejora.
Formación continua, en lugar de recurrir a soluciones externas puntuales para cada problema.
profesionales capaces de identificar pérdidas, medirlas rigurosamente y realizar experimentos.
El comportamiento disciplinado constituye un activo que se acumula con el tiempo y tiende a ser más valioso.
más duradero que las ganancias de cualquier proyecto individual. Esta perspectiva cambia el enfoque de
Mejora continua del proyecto para la formación de personas, que tiende a ampliar su alcance y...
la duración de sus efectos.

Como sugerencias para futuras investigaciones, se recomiendan estudios longitudinales.
monitorear la evolución de los indicadores después de que los proyectos se hayan completado, la adopción de
Definiciones estandarizadas de productividad que permiten realizar comparaciones entre líneas de productos y empresas.
la inclusión de evaluaciones ergonómicas y estudios de percepción de los trabajadores, y la investigación de
Interacción entre Kaizen y tecnologías digitales en plantas brasileñas en los siguientes segmentos
Ingeniería eléctrica y electrónica y energía fotovoltaica, un campo aún poco explorado en la literatura nacional.

REFERENCIAS

BATEMAN, Nicola. Sostenibilidad: el elemento esquivo de la mejora de procesos.
Revista Internacional de Gestión de Operaciones y Producción, Bingley, vol. 25, n.º 3, págs. 261-276, 2005.

BESSANT, John; CAFFYN, Sarah; GALLAGHER, Maeve. Un modelo evolutivo del comportamiento de mejora continua.
Technovation, Ámsterdam, vol. 21, n.º 2, págs. 67-77, 2001.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

BHUIYAN, Nadia; BAGHEL, Amit. Una visión general de la mejora continua: del pasado al presente. Management Decision, Bingley, vol. 43, n.º 5, págs. 761-771, 2005.
BUER, Sven-Vegard; STRANDHAGEN, Jan Ola; CHAN, Felix TS El vínculo entre la Industria 4.0 y la producción ajustada: mapeo de la investigación actual y establecimiento de una agenda de investigación. International Journal of Production Research, Londres, vol. 56, n.º 8, págs. 2924-2940, 2018.

COUGHLAN, Paul; COGHLAN, David. Investigación-acción para la gestión de operaciones.
Revista Internacional de Gestión de Operaciones y Producción, Bingley, vol. 22, n.º 2, págs. 220-240, 2002.

DEMING, W. Edwards. Salir de la crisis. Cambridge: Centro de Estudios Avanzados de Ingeniería del MIT, 1986.

FARRIS, Jennifer A.; VAN AKEN, Eileen M.; DOOLEN, Toni L.; WORLEY, June. Factores críticos de éxito para los resultados de recursos humanos en eventos Kaizen: un estudio empírico.
Revista Internacional de Economía de la Producción, Ámsterdam, vol. 117, n.º 1, págs. 42-65, 2009.
GLOVER, Wiljeana J.; FARRIS, Jennifer A.; VAN AKEN, Eileen M.; DOOLEN, Toni L.
Factores críticos de éxito para la sostenibilidad de los resultados de recursos humanos de los eventos Kaizen: un estudio empírico. International Journal of Production Economics, Ámsterdam, vol. 132, n.º 2, págs. 197-213, 2011.

GODINHO FILHO, Moacir; FERNANDES, Flavio César Faría. Lean Manufacturing: Revisión que clasifica y analiza los trabajos, señalando perspectivas para futuras investigaciones.
Gestión & Producción, São Carlos, v. 11, n. 1, pág. 1-19, 2004.
GOLDRATT, Eliyahu M.; COX, Jeff. El objetivo: un proceso de mejora continua. Croton-on-Hudson: North River Press, 1984.
HOLWEG, Matthias. La genealogía de la producción ajustada. Journal of Operations Management, Ámsterdam, vol. 25, n.º 2, págs. 420-437, 2007.
HOPP, Wallace J.; SPEARMAN, Mark L. Física de fábricas. 3.ª ed. Nueva York: McGraw-Hill/Irwin, 2008.

IMAI, Masaaki. Kaizen: la clave del éxito competitivo de Japón. Nueva York: Random House, 1986.

IMAI, Masaaki. Gemba kaizen: un enfoque de gestión con sentido común y bajo costo. Nueva York: McGraw-Hill, 1997.
ISHIKAWA, Kaoru. ¿Qué es el control de calidad total? El método japonés. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1985.

JURAN, Joseph M.; GODFREY, A. Blanton (eds.). Manual de calidad de Juran. 5.ª ed. Nueva York: McGraw-Hill, 1999.
KRAFCIK, John F. El triunfo del sistema de producción ajustada. Sloan Management Review, Cambridge, vol. 30, n.º 1, págs. 41-52, 1988.
LIKER, Jeffrey K. El método Toyota: 14 principios de gestión del mayor fabricante del mundo. Nueva York: McGraw-Hill, 2004.
LINDERMAN, Kevin; SCHROEDER, Roger G.; ZAHEER, Srilata; CHOO, Adrian S. Six Sigma: una perspectiva basada en la teoría de objetivos. Journal of Operations Management, Ámsterdam, vol. 21, n.º 2, págs. 193-203, 2003.

LITTLE, John DC Una demostración de la fórmula de colas: L = λW. Operations Research, Baltimore, vol. 9, no. 3, págs. 383-387, 1961.
MOEN, Ronald D.; NORMAN, Clifford L. Volviendo al tema: aclarando mitos sobre el ciclo de Deming y observando su evolución. Quality Progress, Milwaukee, vol. 43, n.º 11, págs. 22-28, 2010.

MONTGOMERY, Douglas C. Diseño y análisis de experimentos. 8.ª ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2013.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 1 2026 | Envío: 09/02/2026 | Aceptado: 15/02/2026 | Publicación: 20/02/2026

NAKAJIMA, Seiichi. Introducción al TPM: mantenimiento productivo total. Cambridge: Productivity Press, 1988.
NETLAND, Torbjørn H. Factores críticos de éxito para la implementación de la producción ajustada: el efecto de las contingencias. International Journal of Production Research, Londres, vol. 54, n.º 8, pág. 2433-2448, 2016.
OHNO, Taiichi. Sistema de producción Toyota: más allá de la producción a gran escala. Cambridge: Productivity Press, 1988.
ROTHER, Mike; SHOOK, John. Aprender a ver: mapeo del flujo de valor para agregar valor y eliminar cambios. Brookline: Lean Enterprise Institute, 1998.
SAURÍN, Tarcisio Abreu; FERREIRA, Cléber Fabricio. Directrices para evaluar los impactos de la producción ajustada en las condiciones de trabajo. Produção, São Paulo, v. 18, n. 3, pág. 508-522, 2008.
SCHROEDER, Roger G.; LINDERMAN, Kevin; LIEDTKE, Charles; CHOO, Adrian S. Six Sigma: definición y teoría subyacente. Journal of Operations Management, Ámsterdam, vol. 26, n.º 4, págs. 536-554, 2008.

SHAH, Rachna; WARD, Peter T. Producción ajustada: contexto, conjuntos de prácticas y rendimiento. Journal of Operations Management, Ámsterdam, vol. 21, n.º 2, págs. 129-149, 2003.
SHINGO, Shigeo. Un estudio del sistema de producción de Toyota desde el punto de vista de la ingeniería industrial. Cambridge: Productivity Press, 1989.
SPEAR, Steven; BOWEN, H. Kent. Descifrando el ADN del sistema de producción de Toyota. Harvard Business Review, Boston, vol. 77, n.º 5, págs. 96-106, 1999.
STAMATIS, DH Análisis de modos y efectos de fallas: FMEA de la teoría a la ejecución. 2.ª ed. Milwaukee: ASQ Quality Press, 2003.
TORTORELLA, Guilherme Luz; FETTERMANN, Diego. Implementación de la Industria 4.0 y la producción ajustada en empresas manufactureras brasileñas. International Journal of Production Research, Londres, vol. 56, n.º 8, págs. 2975-2987, 2018.
VAN AKEN, Eileen M.; FARRIS, Jennifer A.; GLOVER, Wiljeana J.; LETENS, Geert. Un marco para el diseño, la gestión y la mejora de programas de eventos Kaizen. International Journal of Productivity and Performance Management, Bingley, vol. 59, n.º 7, págs. 641-667, 2010.

VOSS, Chris; TSIKRIKTSIS, Nikos; FROHLICH, Mark. Investigación de casos en gestión de operaciones. International Journal of Operations & Production Management, Bingley, vol. 22, n.º 2, págs. 195-219, 2002.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. Pensamiento Lean: elimine el desperdicio y cree riqueza en su empresa. Nueva York: Simon & Schuster, 1996.
WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. La máquina que cambió el mundo. Nueva York: Rawson Associates, 1990.
YIN, Robert K. Investigación y aplicaciones de estudios de caso: diseño y métodos. 6.ª ed. Thousand Oaks: SAGE, 2018.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.