

# REVISTA INDUSTRIAL 4.0

Carrera de Ingeniería Industrial



Edición Digital Nro. 3  
Noviembre 2021



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Lic. Oscar Heredia                      Rector  
Phd. Maria Garcia Moreno          Vicerectora  
Ing. Hebert Pinto                      Decano a.i. Facultad de Ingeniería  
Ing. Franz Zenteno Benitez        Director de Carrera Ingeniería Industrial

Revista Industrial 4.0  
Edición Digital N° 3 Noviembre 2021

Comite Editor:

Ing. Fernando Sanabria Camacho  
Ing. Grover Sanchez Eid  
Ing. Mario Zenteno Benitez  
Ing. Mónica Uria Humerez

Diseño Versión Impresa & Web:  
Ing. Enrique Orosco Crespo

Imprenta:  
Walking Graf

Deposito Legal:  
4-3-68-20

Web:  
<http://industrial.umsa.bo/revista-industrial-4.0>  
Email:  
[revistaindustrial4.0@umsa.bo](mailto:revistaindustrial4.0@umsa.bo)

Direccion:  
Av. Mcal. Santa Cruz, Plaza Del Obelisco.  
Mezzanine, Edificio Facultad de Ingeniería.  
Tel. 2205000 - 2205067 Int. 1402



## PRESENTACIÓN

Está concluyendo la gestión 2021, con todas las dificultades para desarrollar las actividades académicas por la situación epidemiológica que atraviesa la humanidad, cumpliendo con los objetivos planteados en formación, investigación e interacción social que tiene la Carrera de Ingeniería Industrial en su conjunto.

El presente número de la Revista Industrial 4.0, publicación semestral, recoge los trabajos realizados por los investigadores -docentes y universitarios- que llevaron adelante en estos meses con una labor dedicada para salvar cualquier dificultad que se presenta, con temas sobre seguridad industrial, manufactura esbelta, acreditación, competitividad empresarial, operaciones unitarias y control de calidad.



Por la heterogeneidad de los temas que son tratados, la revista tiene como público objetivo a lectores de diferente formación como los universitarios, docentes, investigadores, graduados, ingenieros de diferentes especialidades y comunidad científica en general.

Ingeniería Industrial de la Universidad Mayor de San Andrés lleva adelante la preparación de un Congreso Interno, donde se actualizará el plan de estudios, contenido de las materias, definición de líneas de investigación de los institutos de investigación y definir políticas de relacionamiento con las entidades estatales y con las empresas públicas y privadas. Actividades que generan oportunidades para llevar adelante nuevas investigaciones y mantener las que actualmente se ejecutan, y se tiene la presente publicación para su difusión.

Reiterar la invitación para que en el siguiente número se presenten trabajos desarrollados por docentes y estudiantes de la carrera y sus programas que están en La Paz y los desconcentrados en San Buenaventura y Caranavi.

Agradecer a los miembros del Comité Editor, que realizan una labor profesional y ética en la revisión de todos los artículos que postulan para ser publicados en la presente revista.

Ing. MBA. Franz José Zenteno Benítez  
**DIRECTOR**  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

# MEJORAS INCREMENTALES A TRAVÉS DEL USO DE HERRAMIENTAS LEAN EN LAS EMPRESAS

Ing. Anaceli Espada Silva; ORCID 0000-0001-5836-7348  
esatespada@umsa.bo

Recibido: 4 de octubre; aprobado: 26 de noviembre

## RESUMEN

El presente artículo tiene como propósito mostrar que con la utilización de herramientas lean se obtienen mejoras incrementales, para ello se realiza un análisis comparativo entre las metodologías de implementación de proyectos de mejoras en las empresas tales como PDCA, DMAIC y los cinco principios de Lean y se propone una metodología basada en el DMAIC donde se considera la evaluación para la medición de la mejora incremental dada por los cambios propuestos con herramientas lean. Se analiza el nivel de utilización de herramientas lean de cinco pequeñas empresas en la ciudad de La Paz evidenciando un nivel bajo de utilización y conocimiento de las herramientas lean, no se evidencia si se logra una mejora incremental.

Se concluye que la metodología será fundamental a la hora de poder demostrar la mejora incremental en los proyectos que implementan herramientas lean, por tanto, la importancia de considerar una etapa de evaluación de los mencionados proyectos

## ABSTRACT

The purpose of this article is to show that with the use of lean tools incremental improvements are obtained, for this a comparative analysis is carried out between the methodologies of implementation of improvement projects in companies such as PDCA, DMAIC and the five principles of Lean and A methodology based on the DMAIC is proposed where the evaluation is considered to measure the incremental improvement given by the changes proposed with lean tools. The level of use of lean tools of five small companies

in the city of La Paz is analyzed, showing a low level of use and knowledge of lean tools, it is not evident if an incremental improvement is achieved.

It is concluded that the methodology will be fundamental when it comes to being able to demonstrate the incremental improvement in the projects that implement lean tools, therefore, the importance of considering an evaluation stage of the projects

## **PALABRAS CLAVES**

Lean manufacturing (manufactura esbelta), Calidad, Productividad, Desperdicio, Mejora incremental, Mejora radical, Ciclo de Deming (ciclo PDCA), Ciclo DMAIC.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Taichi Ohno empezó a trabajar en Toyota en el año 1932. En la década de 1940 y principios de la década de 1950, Taiichi Ohno fungió como gerente de ensamble y desarrollo muchas mejoras. En esos años Toyota estuvo al borde de la bancarrota y no pudo hacer grandes inversiones, lo que hizo que utilizará su ingenio para lograr los grandes avances que se dieron, dada la necesidad de mejorar sin muchos recursos económicos. (Socconini, 2019, p 18)

Ante el avance que se ha dado en sistemas de producción se vive una época en la cual los sistemas de producción ágiles son los más competitivos a la hora de generar valor a los clientes, por lo que las empresas deben ser ágiles para dar respuesta ante cambios no planificados, ágiles para dar solución a los problemas que se presenten, para ello la implementación de herramientas lean ayuda a que las empresas puedan responder de manera rápida a las necesidades de los clientes

En toda actividad empresarial, sea una empresa de transformación o de servicios se cuenta con una serie de insumos que se resumen en cinco grandes grupos básicos: los materiales, las máquinas, la mano de obra, los métodos y el

medio ambiente. Es importante reconocer que cada uno de estos grupos es muy diferente a los otros, pero existe un factor común inherente a todos ellos: el dinero. (Socconini, 2019, p 27), por lo que el eliminar desperdicios en los insumos lleva a un ahorro a las empresas

Las mejoras incrementales radican en crear valor sobre un producto ya existente incorporando mejoras, revisando el proceso en diferentes oportunidades y realizando cambios de mejora en los mismos, no siendo necesario hacer inversiones grandes para los cambios y generando un ahorro.

Para conseguir mejoras incrementales en las empresas se puede implementar herramientas lean manufacturing como 5S's, SMED, VSM, kanban, Poka Yoke, andón, etc.

El presente artículo tiene como propósito mostrar que con la implementación de herramientas lean bajo una metodología se obtienen mejoras incrementales en los procesos analizados

## **2. DESARROLLO**

### **2.1. Descripción de la metodología utilizada**

Revisión bibliográfica

Análisis de la información

Propuesta

Conclusiones

### **2.2. Análisis de las metodologías utilizadas**

Las metodologías que se pueden utilizar para la implementación de mejoras pueden ser diferentes, pero será un aspecto importante a considerar la mejora continua, por lo que se puede utilizar el ciclo de Deming PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), también el ciclo de DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Incrementar, Controlar), análisis de los desperdicios, utilización del marco lógico, etc.

Así también se puede recurrir a un análisis y avance con los cinco principios básicos de lean (generar valor, entender la cadena de valor, fomentar el flujo, producción pull, búsqueda de la perfección).

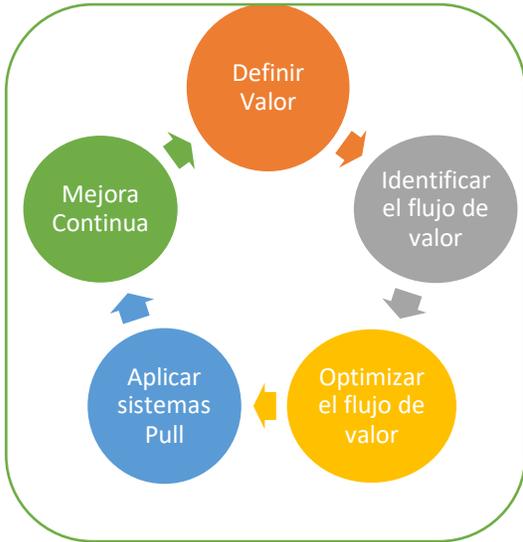
A continuación, se hace una comparación entre las metodologías del Ciclo de Deming, DMAIC y los cinco principios básicos de lean

<b>5 PRINCIPIOS LEAN</b>	<b>CICLO PDCA</b>	<b>CICLO DMAIC</b>
<b>DEFINIR VALOR</b> Se debe identificar valor desde el punto de vista del cliente, para ello debe esforzarse en la eliminación del desperdicio y el costo de sus procesos	<b>PLANIFICAR</b> Es la etapa en la que se identifica el problema, se formulan los objetivos y se definen las tareas para lograr los objetivos	<b>DEFINIR</b> Se define el problema, se define los objetivos del proyecto, los requerimientos críticos para el cliente, se documenta el proceso (Crea un mapeo del mismo).
<b>IDENTIFICAR FLUJO DE VALOR</b> Se debe realizar el registro, el análisis del flujo de información y también de materiales, además identificar tareas que no generan valor para su eliminación	<b>HACER</b> En esta etapa se trabaja en los cambios para lograr los objetivos planificados	<b>MEDIR</b> Se mide el desempeño actual del proceso. Se determina el desempeño actual del proceso.
<b>OPTIMIZAR EL FLUJO DE VALOR</b> Identificar formas de trabajar para la disminución de tiempos mediante la eliminación de desperdicios lo que permite asegurar el flujo continuo	<b>VERIFICAR</b> Luego de la etapa de trabajar en los cambios y transcurrido un tiempo se procede a evaluar los resultados en base a kpi	<b>ANALIZAR</b> Se analiza y determina la causa raíz de los problemas y o defectos. Se entiende la razón para la variación e identificación de las causas potenciales. Se identifica las oportunidades de mejora en el proceso. Se desarrolla y

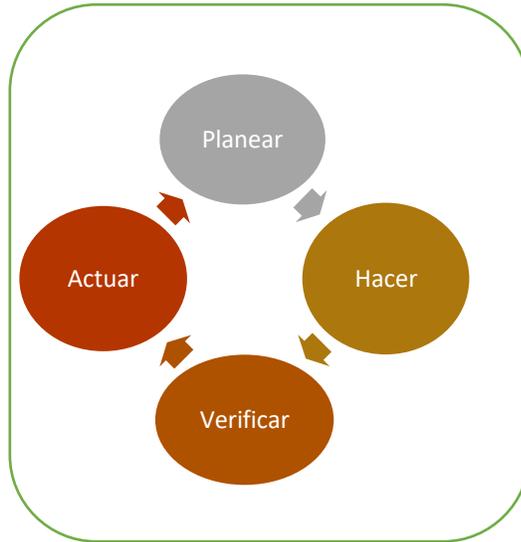
		prueba las hipótesis para la causa raíz de las soluciones.
<p><b>APLICAR SISTEMAS PULL</b>                  Solo se inicia un proceso cuando hay demanda, de esta manera trabaja en la eliminación de inventarios innecesarios</p>	<p><b>ACTUAR</b>                  Se toman decisiones en base a los resultados</p>	<p><b>INCREMENTAR</b>                  Se desarrolla y cuantifica las soluciones potenciales. Se mejora u optimiza el proceso. Se evalúa o selecciona la solución final. Se verifica la solución final.</p>
<p><b>MEJORA CONTINUA</b>                  Se basa en la búsqueda continua de la perfección trabajando en la eliminación de los desperdicios</p>		<p><b>CONTROLAR</b>                  Se garantiza que la mejora es mantenida. Se asegura que los nuevos problemas son identificados rápidamente. Se digitaliza siempre que sea posible.</p>

Fuente: Elaboración en base a revisión bibliográfica

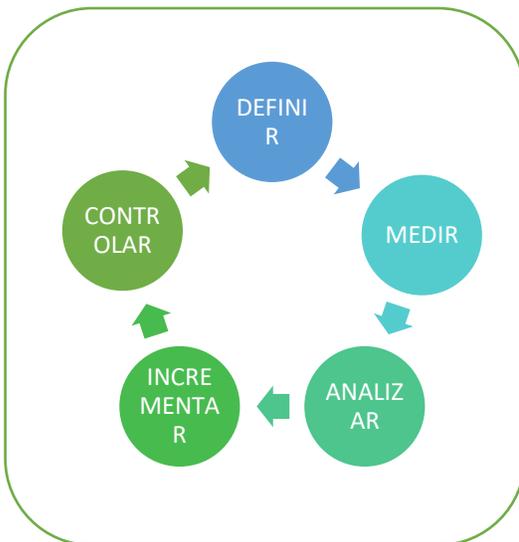
### Los 5 Principios Básicos de Lean



### Ciclo de Deming



### Ciclo DMAIC



Como se puede ver en las metodologías mencionadas para la implementación de proyectos de mejora se percibe cierta similitud partiendo con la identificación del objetivo que puede estar dado a partir del problema encontrado, la realización de acciones de mejora, el control y finalmente que las metodologías ingresan en el ciclo de mejora continua

También es importante analizar los siete desperdicios que afectan negativamente la productividad y que el análisis y mejora sobre los desperdicios lleva a la implementación de mejoras en las empresas

- Muda de sobreproducción
- Muda de sobre inventario
- Muda de productos defectuosos
- Muda de transporte de materiales y herramientas
- Muda de procesos innecesarios
- Muda de espera
- Muda de movimientos innecesarios del trabajador

### **2.3. Metodología propuesta**

La propuesta de proyectos y acciones de mejora deben tomar en cuenta dimensiones como; factibilidad, impacto en los clientes, impacto en las finanzas, impacto en las operaciones e impacto en los empleados y su alienación con la estrategia de la empresa (Wang, Hsu , & Gwo-Hshiong , 2014)

Para poder cuantificar las mejoras incrementales en un proyecto de implementación de herramientas lean se propone la siguiente metodología basada en el DMAIC:

1. Identificación de proceso a analizar, el mismo puede ser dado a raíz de un cuello de botella, o se puede identificar un proceso crítico en una relación del proceso con la consecución de objetivos, cualquier efecto

negativo que se identifique en la productividad, con lo que se puede determinar los objetivos

2. Determinación de la Línea base, situación inicial del proceso a ser estudiado mediante herramientas (VSM, Layout, Diagrama de Procesos, estudios de tiempos), cuantificación de desperdicios y la determinación de indicadores (productividad, indicadores de tiempo rotación de inventarios, calidad, de gestión de recursos humanos, etc.)
3. Análisis, se debe identificar las causas para el problema mediante un diagrama de Ishikawa y por medio de un diagrama de Pareto se podrá identificar las causas que están contribuyendo en mayor medida al problema
4. Propuesta, en razón al problema identificado y las causas que contribuyen al mismo, se trabaja sobre estas variables para proceder con los cambios necesarios aplicando las herramientas lean (tarjetas kanban, poka yoke, SMED, etc.) y/u otras que sean necesarias para llevar a la mejora del proceso
5. Evaluación, una vez realizados cambios propuestos, se deberá volver a medir los desperdicios e indicadores

A partir de este cálculo se podrá realizar la comparación con una situación inicial y medir la mejora incremental del proyecto

Así también la metodología propuesta debe ser cíclica e ingresar en la mejora continua

#### **2.4. Herramientas Lean**

- 5S's
- SMED
- VSM (Value stream Mapping)
- Kaizen
- Tarjetas Kanban
- Poka Yoke
- Andon

## 2.5. Análisis de empresas con relación a la utilización de herramientas lean en la ciudad de La Paz

Las empresas micro, pequeña y medianas, representan a nivel mundial el segmento de la economía que aporta el mayor número de unidades económicas y personal ocupado, de ahí la relevancia que tienen y la necesidad de fortalecer su desempeño y competitividad. (Domínguez, 2015, p 354)

De acuerdo a encuesta (ver Anexo) realizada por estudiantes de la materia de Manufactura Esbelta de la Carrera de Ingeniería Industrial de la UMSA en la que se hace una revisión de la situación actual de 5 pequeñas empresas de la ciudad de La Paz, donde se considera la evaluación de varios segmentos de aplicación de herramientas lean y se califica según la siguiente escala:

- 1= Nivel de avance 0%
- 2= Bajo avance 25%
- 3= Avance medio 50%
- 4= Buen avance 75%
- 5= Alto avance 100%

### Cuadro 1

#### Resultados respuesta sobre cuestionario de avance en utilización de herramientas Lean

Herramienta	Ponderación promedio	Nivel de Cumplimiento
Poka Yoke	2,00	25%
TPM	1.60	0%
Kaisen	2.16	25%
Fabrica Visual	2.08	25%
SMED	2.80	25%
VSM	3.40	50%
5S's	2.24	25%
Control estadístico del proceso	2.69	25%
Organización Administrativa	2.75	25%

Fuente: Elaboración en base a encuesta realizada (Anexo)

Según los resultados obtenidos en las empresas analizadas se ve que el nivel de utilización y avance sobre las herramientas lean está situado en la escala como un nivel bajo, solo en la utilización de la herramienta del VSM se ve un nivel más elevado considerando el mismo como nivel medio.

El resultado que se muestra según el cuestionario realizado indica un parámetro del nivel de utilización que se da a las herramientas lean en las empresas, además indica, que sí existe un conocimiento y aplicación muy básico sobre herramientas lean, considerando que las mismas no fueron implementadas con la utilización de ninguna metodología hace que no se pueda evidenciar la mejora incremental en sus procesos.

La implementación de herramientas lean implica una inversión mínima en relación a las mejoras incrementales que se pueden conseguir en las empresas, por tanto será importante llegar al punto de la evaluación y determinar cuantitativamente la mejora que se dé, misma que se verá reflejada en los indicadores como es el caso de la productividad.

### **3. CONCLUSIONES**

Se realiza el análisis de varias metodologías de implementación de mejoras en las empresas como es el ciclo PDCA, ciclo DMAIC, en base a los cinco principios lean, análisis de los 7 desperdicios, etc.

Se propone una metodología basada en el DMAIC para poder llegar a la evaluación de las mejoras incrementales que se dan a raíz de la implementación de mejoras con herramientas lean u otras herramientas

Se identifica que se tiene un nivel muy bajo de utilización de herramientas lean en las empresas analizadas en la ciudad de La Paz, lo cual refleja un nivel bajo de conocimiento y aplicación de las mencionadas herramientas

No se evidencia la utilización de una metodología para la implementación de herramientas lean en las empresas analizadas por lo que no se puede validar la existencia de mejoras incrementales en las mismas, por ello la importancia en la implementación de herramientas lean bajo la metodología descrita llegando a la evaluación y de esta manera llegar a la cuantificación de las mejoras incrementales.

#### **4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Sacsonini, L (2019), Lean manufacturing paso a paso, Bogotá; Alfaomega Colombiana S.A.

Wang, F., Hsu, Ch., and Gwo (2014). Applying a Hybrid MCDM Model for Six Sigma Project Selection, *Mathematical Problems in Engineering*, vol 2014, 13 pág.

Quesada, M., Evaluación del estado de la aplicación de prácticas de mejoramiento continuo en las micro y pequeñas empresas de productos de panadería de Medellín (2015) tesis de posgrado, Universidad EAFIT escuela de Ingeniería

Domínguez, R., (2015), Reducción de costos en pequeñas y medianas empresas con un enfoque Seis Sigma, *Culcyt Ingeniera Industrial*, vol N°57, 354 pág.

## ANEXO

### ENCUESTA PARA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE APLICACIÓN DE PRACTICAS DE MEJORAMIENTO CONTINUA

Calidad sin Defectos	POKA1	¿Qué porcentaje de los defectos y fallas que se presentan en los procesos, son conocidos por la empresa?
	POKA2	¿La organización cuenta con dispositivos o mecanismos que evitan la ocurrencia de errores?
	POKA3	¿Tienen documentados los errores que se presentan y sus causas?
Mantenimiento Productivo Total	TPM1	¿Se tiene un programa de mantenimiento productivo total, ejecutado por el personal?
	TPM2	¿Los empleados están capacitados, de forma constante, en mantenimiento productivo total?
	TPM3	¿Se tienen diseñados e implementados, indicadores de gestión de mantenimiento?
	TPM4	¿Se cuenta con estándares de mantenimiento en cada puesto de trabajo?
Mejoramiento Continuo	KAIZEN1	¿Se tienen programas de mejoramiento continuo?
	KAIZEN2	¿Se cuenta con un programa de participación y sugerencias, para los empleados?
	KAIZEN3	¿Se fomenta el trabajo en equipo para la mejora continua?
	KAIZEN4	¿Existe y se ejecuta un sistema de motivación y compensación a las sugerencias más rentables?
	KAIZEN5	¿Cuál es la tasa de implementación de sugerencias aportadas por los empleados para el mejoramiento de la empresa?
	KAIZEN6	¿Cuántas sugerencias por trabajador se reciben anualmente?
Fabrica Visual	FABVIS1	¿Se cuenta con indicadores visuales al alcance de todos los empleados y muestran el desempeño de la organización?
	FABVIS2	¿Los empleados están capacitados para la construcción y comprensión de los indicadores visuales?
	FABVIS3	¿Se tiene la disciplina de mantener los indicadores visuales actualizados?
	FABVIS4	¿Se toman acciones basados en estos indicadores visuales?
	FABVIS5	¿La organización cuenta con fichas técnicas de cada producto y operación del proceso?
Cambios de Formato	SMED1	¿Conoce y mide periódicamente los tiempos de cambio de referencia?
	SMED2	¿Se tienen equipos, máquinas, operaciones, adaptables a los cambios de la demanda?

	<b>SMED3</b>	¿Se ha implementado algún tipo de acción para la disminución del tiempo de alistamiento? (Disposición del área de trabajo, capacitación)
<b>Mapa de Flujo de Valor</b>	<b>VSM1</b>	¿Se tienen estandarizados y documentados los procesos, desde el proveedor hasta el cliente/consumidor final?
	<b>VSM2</b>	¿Existe un sistema de comunicación efectivo, desde el proveedor hasta el cliente/consumidor final?
<b>5 S</b>	<b>5 S 1</b>	¿Cómo se encuentra el entorno de trabajo, en cuanto a clasificación, limpieza y orden, (inmaculadamente limpio)?
	<b>5 S2</b>	¿Se aplican listas de chequeo para la clasificación, orden y limpieza, en el puesto de trabajo?
	<b>5 S3</b>	¿Se implementan acciones para la clasificación, limpieza y orden, en el puesto de trabajo?
	<b>5 S4</b>	¿Existen mecanismos, herramientas, equipos, que facilitan las labores de clasificación, limpieza y orden?
<b>Control Estadístico del Proceso</b>	<b>CEP1</b>	¿Se tiene implementado el control estadístico de calidad, en sus procesos?
	<b>CEP2</b>	¿Los empleados están capacitados en herramientas de solución de problemas?
	<b>CEP3</b>	¿Cuál es la tasa de defectos de la producción diaria, que se tiene en el proceso?
<b>Flujo de Producción</b>	<b>JIT1</b>	¿Qué porcentaje de proveedores de la empresa están certificados y son de absoluta confianza en la entrega de sus productos o materiales?
	<b>JIT2</b>	¿Con qué porcentaje de proveedores se tiene intercambio electrónico de datos?
	<b>JIT3</b>	¿Con qué porcentaje de clientes se tiene intercambio electrónico de datos?
	<b>JIT4</b>	¿Cuenta con un sistema de fabricación modular distribuidos en U, para elaborar sus productos?
	<b>JIT5</b>	¿La planeación, programación, ejecución y control de producción se realiza partiendo de las necesidades del cliente o del inventario de la organización?
	<b>JIT6</b>	¿Usan dispositivos (tarjetas Kanban) entre puestos de trabajo, para controlar el transporte y la producción?
	<b>JIT7</b>	¿Realiza balanceo de líneas para la asignación de pedidos?
	<b>JIT8</b>	¿Cuántos productos tienen componentes comunes, que faciliten su producción?
	<b>JIT9</b>	¿Qué porcentaje de proveedores externos, entregan justo a tiempo (varias entregas al día en pequeñas cantidades)?
	<b>JIT10</b>	¿Qué porcentaje de proveedores internos, entregan justo a tiempo (varias entregas al día en pequeñas cantidades)?

	JIT11	¿La organización cuenta con equipos y maquinas que faciliten la producción en lotes pequeños?
Administración y Organización	ADMON1	¿La organización tiene conocimiento de manufactura esbelta o sin desperdicios y sus técnicas, herramientas?
	ADMON2	¿La estructura organizacional (niveles jerárquicos), facilita la comunicación y acceso entre las diferentes áreas?
	ADMON3	¿Cuántas horas/año se ofrecen de capacitación en Lean a los operarios?
	ASMON4	¿La empresa conoce la capacidad de producción de su maquinaria y equipo?
	ADMON5	¿El empleado ha sido formado y trabaja bajo la premisa de buscar y eliminar los 7 desperdicios en la planta?
	ADMON6	¿Los empleados han sido capacitados y entrenados para trabajar en cualquiera de las estaciones u operaciones de la planta?
	ADMON7	¿El empleado ha sido capacitado, entrenado y están autorizados para tomar decisiones en su puesto de trabajo, que favorezcan la eliminación y/o minimización de desperdicios, en el proceso?
	ADMON8	¿La empresa evalúa el costo de los desperdicios?
	ADMON9	¿Para la toma de decisiones, a nivel gerencial, se consulta a los colaboradores más cercanos, y se les involucra para plantear propuestas para el logro de objetivos?
	ADMON10	¿La empresa cuenta con puestos de trabajo ergonómicos y seguros?
	ADMON11	¿La empresa cuenta con un sistema de realimentación a los empleados, de las mejoras que se realicen en el puesto de trabajo?
	ADMON12	¿La empresa cuenta con áreas designadas y bien identificadas para almacenamiento del inventario, cerca al área donde se necesitan?

FUENTE: Tesis del estado de la aplicación de prácticas de mejoramiento continuo en micro y pequeñas empresas de productos de panadería de Medellín

# CARRERA ACREDITADA AL SISTEMA ARCU-SUR, DEL MERCOSUR EDUCATIVO



LA COMISIÓN NACIONAL DE ACREDITACIÓN  
DE CARRERAS UNIVERSITARIAS  
En sujeción y al amparo de la Ley N° 070 de la Educación "Avelino Siñani - Elizardo Pérez"  
del 20 de diciembre de 2010

## CERTIFICA

Que la Carrera de:  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
de la  
**UNIVERSIDAD MAYOR DE  
SAN ANDRÉS**

con sede académica en la ciudad de LA PAZ, ha cumplido  
los criterios establecidos para la

## ACREDITACIÓN

al Sistema ARCU - SUR, del MERCOSUR EDUCATIVO

Este reconocimiento de la Calidad Académica tiene alcance Regional en el MERCOSUR,  
con validez de un periodo de seis (6) años.

La Paz, septiembre de 2019

  
Msc. Lic. Eduardo Cortez Baldivieso  
Presidente de la Comisión Nacional de  
Acreditación de Carreras Universitarias de Bolivia

  
Lic. L. Antonio Carralho Suárez  
Vocal de la Comisión Nacional de  
Acreditación de Carreras Universitarias de Bolivia

  
Abing John Justo Roberto Rodríguez Ayala  
Vocal de la Comisión Nacional de  
Acreditación de Carreras Universitarias de Bolivia





Universidad Mayor de San Andrés  
Facultad de Ingeniería



Av. Mcal. Santa Cruz Nº 1175  
Plaza del Obelisco  
Mezzanine, Edificio Facultad de Ingeniería  
Tel. 2205000 - 2205067 Int. 1402  
Web: [industrial.umsa.bo](http://industrial.umsa.bo)  
Email: [ingeindustrial@umsa.bo](mailto:ingeindustrial@umsa.bo)  
[ingeindustrialumsa@gmail.com](mailto:ingeindustrialumsa@gmail.com)

Todos los Derechos Reservados, 2021  
La Paz - Bolivia