

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



**MODELO PARA INTEGRAR PRÁCTICAS LEAN Y
SUSTENTABLES HACIA LA PRODUCTIVIDAD EN LA
INDUSTRIA DE MEXICALI, B.C.**

T É S I S

**que presenta para obtener el grado de
DOCTORA EN CIENCIAS**

Ana Laura Sánchez Corona

Director de tesis:

Dr. Carlos Raúl Navarro González

Codirectora de tesis:

Dra. Samantha Eugenia Cruz Sotelo

Mexicali, Baja California a 12 de marzo de 2026

Tabla de contenido

CAPÍTULO I Generalidades.....	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Definición del problema.....	4
1.3 Justificación.....	5
1.4 Hipótesis.....	6
1.5 Objetivo.....	6
1.6 Objetivos específicos.....	7
CAPÍTULO II Estado del Arte.....	11
2.1 Cómo nace el Desarrollo Sustentable.....	11
2.2 Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable.....	12
2.3 La organización industrial.....	13
2.4 Implementación de Lean y la mejora continua en las industrias.....	17
2.5 La eficiencia operacional en México.....	19
2.6 El nacimiento de la Manufactura Sustentable.....	21
2.7 Eco-eficiencia en las industrias.....	22
2.8 Coincidencias derivado del análisis entre autores.....	22
2.9 La productividad en las industrias.....	23
CAPÍTULO III Marco Teórico.....	26
3.1 Introducción a la Sustentabilidad.....	26
3.2 Desarrollo Sustentable.....	26
3.2.1 Sustentabilidad Organizacional.....	27
3.2.2 Viabilidad y sustentabilidad organizacional.....	27
3.3 Sustentabilidad o Sostenibilidad.....	28
3.3.1 Dimensiones de la Sustentabilidad.....	29
3.3.2 Ecología Industrial.....	30
3.4 Manufactura Sustentable.....	31
3.4.1 Impacto de la Manufactura Sustentable.....	33
3.5 Lean.....	34
3.5.1 Pensamiento Esbelto.....	35
3.5.2 Los cinco principios Lean.....	36
3.6 Manufactura Esbelta.....	37
3.6.1 Objetivos de la Manufactura Esbelta.....	39
3.6.2 Orígenes y revisión histórica.....	40
3.6.3 Beneficios y logros de aplicar Manufactura Esbelta.....	46
3.6.4 Los desperdicios en Manufactura Esbelta.....	46
3.6.5 Herramientas y filosofías de la Manufactura Esbelta.....	48
3.6.6 Mejora Continua.....	60
3.7 Productividad.....	61

3.7.1 Evolución de la productividad en México	64
3.7.2 Importancia de una empresa productiva	65
3.7.3 Medición de la productividad en las industrias	65
3.7.4 Delimitaciones al medir productividad	66
3.8 Industrias manufactureras	67
3.8.1 Clasificación de las industrias manufactureras	69
3.8.2. Importancia de las industrias en la comunidad	71
3.8.3. Industrias en Mexicali, Baja California	71
3.9 Indicadores.....	74
3.9.1. Tipos de indicadores	77
3.9.3. Indicadores de productividad	79
3.9.3. Indicadores de sustentabilidad	82
3.9.4. Indicadores de manufactura esbelta.....	83
3.10 Modelos de medición	84
3.10.1 Modelo Brundtland vinculación de dimensiones social económica	86
3.10.2 Modelo del servicio estadístico GSS dimensión económica	86
3.10.3 Modelo de tetraedro de Achkar dimensión social	86
3.10.4 Modelo de Barber-Zapata dimensiones de la sustentabilidad	86
3.10.5 Modelo Alves vinculación de manufactura esbelta y sustentabilidad	87
3.10.6 Modelo Gligo políticas ambientales.....	87
3.10.7 Modelo Guanxi prácticas Lean-Green.....	88
3.10.8 Modelo de Pampanelli modelo Lean-Green	89
3.11 Enfoques de sustentabilidad y Lean desde el punto de vista de diversos autores	91
3.11.1 Indicadores de sustentabilidad y Lean de acuerdo a diversos autores.....	94
3.12 Escala Likert	95
3.12.1 Encuestas tipo Likert	96
3.12.2 Análisis estadístico encuestas Likert	96
3.12.3 Índice de Importancia Relativa (RII) y su cálculo.....	97
3.13 Alfa de Cronbach.....	98
3.13.1 Valores en Alfa de Cronbach	99
3.14 Calculo estadístico del tamaño de la muestra	100
CAPÍTULO IV Materiales y métodos	104
4.1 Estructura general.....	104
4.2 Metodología.....	104
4.2.2 Procedimiento en la selección de material en el diseño de prueba piloto	109
4.3 Ejes y categorías para instrumento de medición piloto	112
4.4 Instrumento de medición piloto	119
4.5 Segunda propuesta de modelo	122
4.6 Encuesta de aportación de las industrias.....	123
4.7 Modelo para la integración entre sustentabilidad con productividad y manufactura esbelta	127
4.9 Cálculos estadísticos para el instrumento de medición	135
4.9.1 Cálculo estadístico Alfa de Cronbach	135
4.9.2 Tamaño de la muestra	135
4.9.3 Cálculo estadístico del índice de importancia relativa RII.....	138
4.10 Fichas de estrategias de trabajo	138

4.10.1 Fichas de estrategias de trabajo para las categorías.....	139
4.10.2 Fichas de estrategias de trabajo para las conexiones entre categorías	140
4.10.3 Fichas de estrategias de trabajo para las subcategorías	140
4.11 Recomendaciones y reporte técnico complementario	143
CAPÍTULO V Resultados	148
5.1 Aplicación de instrumento de medición	148
5.2 Análisis del instrumento de medición	150
5.3 Análisis comparativo entre industrias.....	155
5.4 Retroalimentación del Caso de estudio I6.....	171
5.4.1 Análisis de fichas de estrategias de trabajo: Caso de estudio I6.....	173
5.5 Caso: de estudio I6 recomendaciones en reporte técnico	176
5.4.2 Desarrollo de entrevista complementaria: Caso de estudio I6	179
CAPÍTULO VI Discusión.....	184
6.1 Mejora en la productividad y manufactura esbelta como preámbulo para la sustentabilidad	184
6.2 Conexión entre Lean y productividad.....	185
6.3 Conexiones entre Green y productividad	186
6.4 Conexiones entre Lean y Green	187
6.5 La Ecología industrial ante el entorno de mejora y adaptación.....	188
6.6 La resistencia al cambio y cultura organizacional obstáculo hacia la ecología industrial	189
6.7 Hallazgos en la sustentabilidad y su integración con productividad y manufactura esbelta en el análisis comparativo entre empresas	191
6.7.1 Hallazgos en la sustentabilidad	191
6.7.2 Hallazgos en la sustentabilidad y su integración con productividad.....	192
6.7.3 Hallazgos en la sustentabilidad y su integración con manufactura esbelta	193
CAPÍTULO VII Conclusiones y Recomendaciones.....	195
Anexo F.1.1 Fichas de estrategias de trabajo hacia Prácticas Lean	209
Anexo F.2 Ficha de estrategias de trabajo hacia la Conexión entre Lean y productividad	212
Anexo F.3 Ficha de estrategias de trabajo hacia la Conexión entre Lean y Green.....	214
Anexo F.4 Ficha de estrategias de trabajo hacia prácticas sustentables	216
Anexo F.6 Ficha de estrategias hacia prácticas productivas	223
Anexo F.6.2 Ficha de estrategias hacia la relación entre horas trabajadas y producción.....	224
Anexo F.6.3. Ficha de estrategias hacia cambios en la productividad	225
Anexo F.6.4 Ficha de estrategias hacia administración de tiempos y actividades.....	226
Anexo F.6.5 Ficha de estrategias hacia calidad de vida y satisfacción de clientes	227

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología general de la investigación	8
Figura 2. Balance entre sociedad, economía y medio ambiente, (Aguirre, 2011)	32
Figura 3. Lean (Womack James P. and Jones Daniel, 2000).....	34
Figura 4. Modelo Lean.....	35
Figura 5. Los 5 principios del enfoque Lean (Womack James P. and Jones Daniel T, 2000).....	37
Figura 6. Funcionamiento del JIT	56
Figura 7. División de las industrias por número de trabajadores (Instituto Nacional de Estadística y Geografía., 2015).	69
Figura 8. Características de la industria manufacturera según tamaño de unidad económica (Instituto nacional de estadística y Geografía., 2015).....	70
Figura 9. Clasificación general de los indicadores (Sánchez Díaz, 2013).....	76
Figura 10. Características de los indicadores (Sánchez Díaz, 2013)	76
Figura 11. Los indicadores y su apoyo a las empresas (Sánchez Díaz, 2013).....	78
Figura 12. Enfoque hacia la productividad a través de indicadores (Sánchez Díaz, 2013).	80
Figura 13. Métricas para medir los indicadores (Sánchez Díaz, 2013).	81
Figura 14. Diagrama que representa diferentes valores de dificultad y confiabilidad de los indicadores (Sarandón, 2002).	83
Figura 15. Diagrama conceptual comparativo de modelos de medición	85
Figura 16. Formula de Alfa de Cronbach	99
Figura 17. Gráficas de la función para el tamaño de la muestra (García-García, Reding-Bernal, & López-Alvarenga, 2013)	101
Figura 18. Segmentación de industrias por muestreo dirigido.....	103
Figura 19. Metodología detallada por capítulo	107
Figura 20. Propuesta de modelo de vinculación (Elaboración propia).....	109
Figura 21. Procedimiento para la selección de autores y artículos del diseño de prueba piloto (Elaboración propia)	110
Figura 22. Procedimiento seguido para la selección de artículos, métodos y modelos incluidos en el diseño del instrumento piloto (Elaboración propia).....	111
Figura 23. Categorías de prueba piloto (Elaboración propia).....	112
Figura 24. Primer propuesta de instrumento de medición piloto (Elaboración propia).....	122
Figura 25. Segunda propuesta de modelo de integración (Elaboración propia)	123
Figura 26. Prueba piloto explorativo aplicado (elaboración propia).	124
Figura 27. Modelo preliminar para la integración entre sustentabilidad con productividad y manufactura esbelta (elaboración propia).....	127
Figura 28. Modelo para la integración entre sustentabilidad con productividad y manufactura esbelta	129
Figura 29. Instrumento de medición final (elaboración propia).	134
Figura 30. Calculo del alfa de Cronbach, (Francisco Javier & Gaytán Alfaro, 2011).....	135
Figura 31. Cálculo de alfa de Cronbach.....	135
Figura 32. Directorio empresarial	136
Figura 33. Fórmula para cálculo del tamaño de la muestra (García-García et al., 2013).....	136
Figura 34. Cálculo del tamaño de la muestra.....	137
Figura 35. Ejemplo de cálculo del RII para una de las categorías	138
Figura 37. Guía para de entrevista como instrumento complementario	145

Figura 38. Vinculación de categorías con reactivos (elaboración propia)..... 149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. Tipos de desperdicios.....	57
Tabla 3. Tipos de inventarios (Sánchez Corona, 2016b)	58
Tabla 5. Indicadores para evaluar la madurez Lean (Sánchez Corona, 2016b).....	84
Tabla 6. Prácticas Green y Lean (Zhan et al., 2018).....	89
Tabla 7. Sustentabilidad y Lean, punto de vista de diversos autores (Elaboración propia).....	93
Tabla 10. Categorías implementados en prueba piloto por eje o espacio (Elaboración propia). 113	
Tabla 11. Categoría de prácticas Lean	114
Tabla 12. Indicadores y categorías de prácticas Lean.....	114
Tabla 13. Categorías de prácticas sustentables	115
Tabla 14. Indicadores y características de prácticas sustentables	116
Tabla 15. Prácticas de productividad	116
Tabla 16. Indicadores para categorías de prácticas de productividad.....	117
Tabla 17. Comparación entre autores entre los tres espacios (Elaboración propia)	118
Tabla 18. Características e indicadores	128
Tabla 19. Entrevista fundamentada.....	146
Tabla 19. Entrevista fundamentada (continuación)	147
Tabla 20. Industrias y su participación	156
Tabla 21. Índice de importancia relativa (RII) para cada categoría.....	157
Tabla 22. Percentiles por categoría	158
Tabla 23. Caso de estudio I6 recomendaciones en reporte técnico por categoría.....	176
Tabla F.1.1 Ficha de estrategias hacia resistencia al cambio.....	209
Tabla F.1.2 Ficha de confusión sobre manufactura esbelta	210
Tabla F.2.1 Ficha de conexión Lean y productividad.....	212
Tabla F.3.1 Ficha de estrategias hacia Conexión entre Lean y Green	214
Tabla F.4.1 Ficha de estrategias hacia Evaluación del ciclo de vida de los productos.....	216
Tabla F.4.2 Ficha de estrategias hacia Visión y evaluación del ecodiseño	217
Tabla F4.3 Ficha de estrategias hacia de aspectos sociales	218
Tabla F4.4 Ficha de estrategias hacia aspectos ambientales o Green	220
Tabla F.5.1 Ficha de estrategias hacia aspectos económicos.....	221
Tabla F.6.1 Ficha de estrategias hacia capacidad de productividad	223
Tabla F.6.2 Ficha de estrategias hacia la relación entre horas trabajadas y producción.....	224
Tabla F.6.3 Ficha de estrategias hacia cambios en la productividad	225
Tabla F.6.4. Ficha de estrategias hacia administración de tiempos y actividades	226
Tabla F.6.5 Ficha de estrategias hacia calidad de vida y satisfacción de clientes	227

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Número de PyMES manufactureras por municipio en Baja California, (Ibarra Cisneros et al., 2017)	72
Gráfica 2. Niveles jerárquicos de las industrias participantes (elaboración propia).....	148
Gráfica 3. Método de respuesta (elaboración propia).	149
Gráfica 4. Primer pregunta integradora (elaboración propia).	150
Gráfica 5. Segunda pregunta integradora (elaboración propia).	151
Gráfica 6. Tercer pregunta integradora (elaboración propia).....	152
Gráfica 7. Cuarta pregunta integradora (elaboración propia).	153
Gráfica 8. Quinta pregunta integradora (elaboración propia).	154
Gráfica 9. Sexta pregunta integradora (elaboración propia).	155
Gráfica 10. Promedios de aplicación de prácticas y conexiones	158
Gráfica 11. Empresas con condición en la participación con tamaño de $n \geq 5$	159
Gráfica 12. Comparación de empresas con mayor participación.....	160
Gráfica 13. Evaluación de industria I2.....	161
Gráfica 14. Evaluación de I6.....	162
Gráfica 15. Evaluación de I12.....	163
Gráfica 16. Evaluación de I13.....	164
Gráfica 17. Evaluación de I3.....	165
Gráfica 18. Evaluación de empresa I7	166
Gráfica 19. Evaluación de empresa I11	167
Gráfica 20. Evaluación de empresa I8	168
Gráfica 21. Evaluación de empresa I1	169
Gráfica 22. Evaluación de empresa I4	170
Gráfica 23. Evaluación de empresa I9	171
Gráfica 24. Las áreas más fuertes y débiles de industria I6 caso de estudio.....	174
Gráfica 25. Comparativo entre empresas participantes	175

CAPÍTULO I Generalidades

1.1 Introducción

El mercado actual se encuentra en cambios constantes y rápidos por lo que busca ser altamente competitivo, lo que lleva a las industrias a trabajar bajo una gran presión que les exige adoptar nuevas metodologías, herramientas, culturas y filosofías que les ayuden a mantener un sano equilibrio entre el desempeño económico, ambiental y social.

Las industrias manufactureras trabajan constantemente en la búsqueda de métodos y/o modelos que logren el aprovechamiento máximo de sus recursos disminuyendo o eliminando los desperdicios, enfocándose principalmente en los desperdicios tradicionales y en un octavo desperdicio que está enfocado en el talento humano. En la búsqueda de la excelencia y productividad las industrias manufactureras necesitan conocer la relación e importancia de las prácticas Lean provenientes de la filosofía de Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) y las prácticas de la sustentabilidad dirigidas hacia la productividad, para que las industrias logren valorar los cambios positivos de esta vinculación al ser implementadas de manera simultánea.

Un estudio realizado *por The Lean Enterprise Research Centre (LERC)* de la Universidad de Cardiff en el Reino Unido mostró que, del total de actividades en empresas manufactureras, sólo el 5% agregan valor, el 35% son actividades necesarias que no agregan valor y un 60% no son necesarias ni agregan valor, esto nos indica según este instituto que la eliminación de desperdicios representa un alto potencial de mejora en la gestión empresarial.

Actualmente en las industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali, Baja California (B.C.), no se ha encontrado evidencia que apliquen de manera correcta las prácticas de cultura de mejora continua, tales como las de manufactura esbelta o las prácticas sustentables, por lo cual no existe vinculación entre ellas y no logran beneficio de esta simbiosis, como en el caso de Japón que al identificar la necesidad de mejorar y adecuarse a los cambios que el futuro traería para los empresarios, los Japoneses Eiji Toyoda y Taiichi Ohno, de la Toyota Motors Company, utilizaron el concepto de Lean Manufacturing, el cual se basa en técnicas para mejorar, optimizar y maximizar las oportunidades que se presenten dentro de los procesos, así también la

implementación de prácticas sustentables como lo han hecho en otros lugares del mundo donde el primer acontecimiento relevante a nivel internacional sobre temas de sustentabilidad se dio hasta el año 1972, con la Conferencia sobre el Ambiente Humano, realizada en la ciudad de Estocolmo, Suecia, después entre los años 1983 y 1987, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) desarrolló una serie de políticas públicas que decía que deberían de seguir todas las naciones para lograr un verdadero desarrollo sustentable y este estudio se denominó Informe Brundtland, en resumen el informe decía que está en manos de la humanidad propiciar que el desarrollo sea sustentable; es decir, tener la capacidad de asegurar que se satisfaga las necesidades del presente pero sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias.

Los resultados de aplicar Lean en las industrias suelen ser muy positivos, ya que la bibliografía indica incrementos de productividad de un 20% a un 40%, mejora en la calidad entre un 50% y 75% y reducciones de tiempo entre un 60% a 95% (Carbajal & Gary, 2019).

En la revisión de la literatura especializada no se identificaron estudios que exploren de manera integral la vinculación simultánea de los tres conceptos planteados; la mayoría de los trabajos sólo analizan relaciones entre pares de ellos. Asimismo, no se encontró evidencia clara de que estas conexiones se hayan examinado de forma conjunta específicamente en el contexto de México, a pesar de que las industrias manufactureras han sido ampliamente reconocidas como un pilar del crecimiento económico nacional y han experimentado transformaciones estructurales significativas desde la década de 1980 (Miranda & Vázquez Rojas, 2015).

La región fronteriza del norte de México se ha distinguido, durante varias décadas, por un notable dinamismo económico, particularmente a partir de la adopción de un modelo de desarrollo orientado hacia los mercados externos (Juárez & Brid, 2016). Este proceso ha favorecido la consolidación de actividades productivas vinculadas al comercio internacional, lo que ha posicionado a la zona como un espacio estratégico dentro de la economía nacional.

En este contexto, la ciudad de Mexicali, ubicada en el estado de Baja California, forma parte de una entidad federativa cuya condición fronteriza ha impulsado una estructura productiva

predominantemente industrial. Dicha estructura se caracteriza por la presencia de sectores de alto valor agregado, entre los que destacan el aeroespacial, electrónico, metalmecánico, de dispositivos médicos y automotriz. Como resultado de esta especialización, las actividades productivas de este tipo representan una contribución significativa a la economía estatal, al concentrar aproximadamente el 54 % del Producto Interno Bruto (PIB) del sector industrial, de acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2014).

El número de Pequeñas y Medianas Empresas (PyMES) en Baja California, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2014), Tijuana posee 52.49% de las PyMES manufactureras con un total de 527, seguido de Mexicali (226) y Ensenada (149). Según indica el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2009), las empresas en México se clasifican de acuerdo al número de trabajadores que en ellas se empleen.

No existe actualmente un modelo o instrumento adecuado que vincule las estrategias de sustentabilidad y manufactura esbelta de manera que guíe a las empresas hacia la productividad por tal motivo se propone la creación de un modelo de evaluación que integre las prácticas Lean y sustentables dirigidas hacia la productividad para lograr que las industrias manufactureras de esta ciudad cuenten con una herramienta de apoyo para evaluar la integración y se logre evidenciar los impactos positivos.

1.2 Definición del problema

Actualmente las industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali, B.C. se considera que no evalúan la integración de las prácticas sustentables, Lean y productividad por lo cual no son claros los beneficios sinérgicos de su integración, provocando un potencial despilfarro de tiempo y recursos traducidos en dinero. Conocer este nivel de integración permitirá no solo evaluar el nivel de uso de estas prácticas, sino áreas de oportunidad y mejora, proporcionando elementos para tener una mejor visión hacia su logro.

La presente investigación se fundamenta en la necesidad de identificar y analizar alternativas que permitan a las industrias manufactureras optimizar el uso de los recursos disponibles, en un entorno caracterizado por una creciente presión competitiva. En este contexto, dichas organizaciones buscan fortalecer su desempeño mediante la adopción de estrategias orientadas a la mejora continua de sus procesos productivos, las cuales, dentro de sus capacidades técnicas y organizacionales, contribuyan al incremento de la productividad y a la consolidación de ventajas competitivas sostenibles.

De manera paralela, las empresas del sector manufacturero han orientado sus esfuerzos hacia la implementación de métodos y modelos de gestión enfocados en el aprovechamiento eficiente de los recursos, con énfasis en la reducción o eliminación de actividades que no agregan valor. En particular, estas iniciativas se sustentan en la identificación y mitigación de los siete desperdicios tradicionales, los cuales representan una fuente significativa de ineficiencia operativa y constituyen un eje central en los enfoques contemporáneos de excelencia operativa.

1.3 Justificación

Con la creación de un modelo valorativo que integre las prácticas sustentables con Lean y productividad las industrias contarán con un instrumento para identificar áreas de oportunidad de mejora.

Existen registrados algunos intentos de aplicación en modelos enfocados hacia Lean y Green, que este último constituye una parte de la sustentabilidad, pero no ha sido encontrado algún modelo que integre las prácticas Lean y sustentables en sus tres dimensiones.

La importancia de contar con un modelo de evaluación que integre las prácticas sustentables con las prácticas Lean y orientadas a los cambios en la productividad radica en la necesidad de trabajar de manera conjunta. Cuando las organizaciones operan de forma aislada, el éxito de la implementación puede percibirse únicamente como una tendencia o moda y no como un estilo, estructura o forma estructurada de trabajo. En este sentido, dicho modelo de evaluación permitirá destacar la importancia de la vinculación entre ambas prácticas y evidenciar los beneficios que conlleva para la organización adoptar un esquema integrado.

El estudio de Monge, (2015) establece que cuando las empresas presentan limitaciones en la adopción del enfoque Lean y sustentable los resultados repercuten en la competitividad de las industrias, en la investigación de (Costa et al., 2019) donde comprobaron que en compañías donde aplican Lean y sustentabilidad en sus procesos se han reducido considerablemente los accidentes de trabajo, lo cual lleva a que las empresas sean más productivas, pero no ha sido encontrado algún modelo o investigación que integre los tres conceptos simultáneamente. Con la creación del modelo, las industrias de la ciudad de Mexicali tendrán una herramienta que servirá de plataforma y apoyo para mejorar la productividad de estas.

Por lo anterior, se propone la creación de un modelo para evaluar la integración de las prácticas para lograr que las industrias cuenten con una herramienta que permita la identificación de las áreas de oportunidad.

1.4 Hipótesis

Es posible evaluar la conexión entre prácticas sustentables, Lean y productividad en las industrias para recomendar estrategias hacia un menor impacto ambiental y su integración en las prácticas productivas de la empresa.

1.5 Objetivo

Desarrollar un modelo valorativo para las industrias manufactureras enfocado a la identificación de áreas de oportunidad para la disminución de desperdicios y la optimización de recursos económicos, materiales y humanos; integrándolos hacia prácticas sustentables y Lean con el fin de recomendar estrategias que permitan avanzar hacia la productividad sustentable.

1.6 Objetivos específicos

- Evaluar modelos que integren Lean, sustentabilidad y productividad.
- Establecer las categorías e indicadores a utilizar en el modelo.
- Proponer del modelo de integración de sustentabilidad, prácticas Lean y productividad.
- Diseñar un instrumento para analizar y evaluar la situación actual en la industria manufacturera de la ciudad de Mexicali respecto al conocimiento y aplicación de sustentabilidad con prácticas Lean y productividad.
- Generar recomendaciones hacia la mejora de la sustentabilidad y su integración con prácticas Lean y productividad hacia empresas participantes.

Si bien la aplicación se centra en las industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali, B.C., la investigación también considera cómo estas ideas y conocimientos adquiridos pueden ser generalizados y aplicados a otros sistemas del país.

Para lograr los objetivos expuestos anteriormente, esta investigación se basa en las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los requisitos esenciales para vincular sustentabilidad, manufactura esbelta y productividad en las industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali?
- ¿Cómo establecer las mejores prácticas e innovaciones que apoyarán dicha vinculación?
- ¿Cuáles son las características requeridas de un modelo completo y preciso para este enlace?
- ¿Cómo la vinculación de sustentabilidad y manufactura esbelta denominada en este estudio como “Green-Lean” guiará a las industrias hacia la productividad?
- ¿Cómo miden la productividad las industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali, Baja California?
- ¿Cómo puede influir este modelo en el sector industrial de la ciudad de Mexicali, B.C.?
- ¿Cómo este modelo puede formar una herramienta aplicable para la mejora continua en las industrias para promover prácticas sustentables?

1.7 Metodología propuesta

A través de la revisión de la literatura se estableció la conceptualización para el diseño del instrumento y se definieron las categorías establecidas en él, se logró el diseño y aplicación del instrumento de evaluación de integración que es capaz de medir el grado de vinculación de los términos de sustentabilidad, Lean y productividad que, al ser aplicados correctamente por las industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali, Baja California lograran medir la vinculación entre los términos y coadyuvara a la toma de decisiones. Por lo que la propuesta metodológica se muestra en la figura 1.

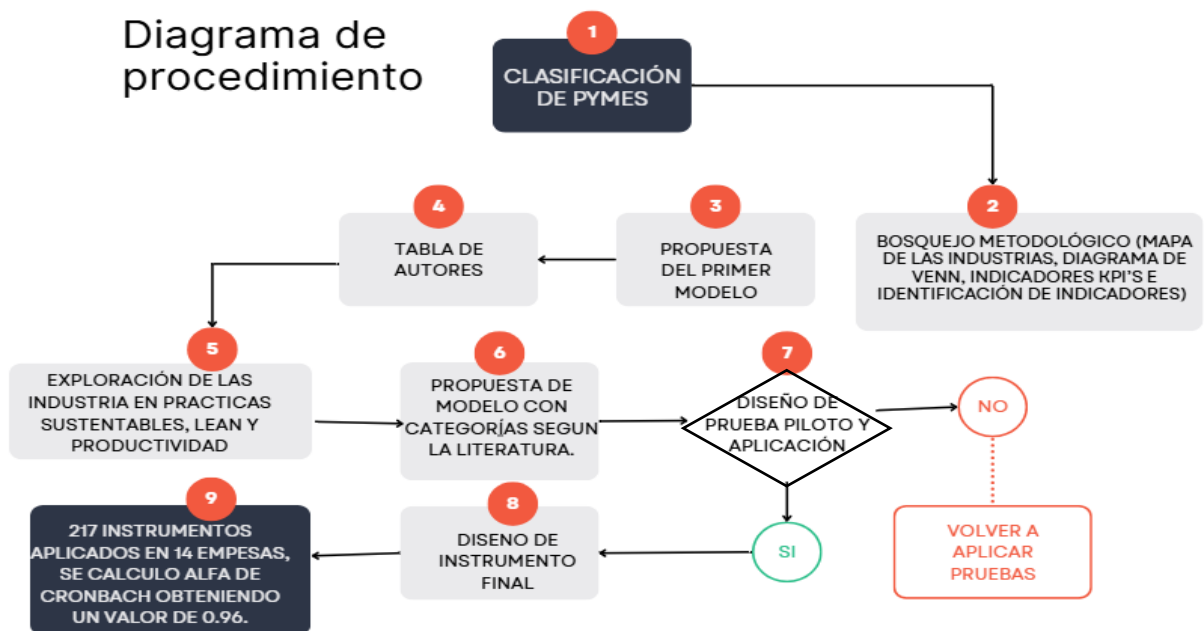


Figura 1. Metodología general de la investigación

Los pasos indicados en la figura 1, indican que el proceso metodológico de la presente investigación se desarrolló de manera secuencial y sistemática, con el propósito de diseñar, validar y aplicar un modelo orientado a la mejora del desempeño de las PyMES del sector manufacturero, integrando prácticas de sustentabilidad, enfoque Lean y productividad.

En una primera etapa, se realizó la clasificación de las PyMES, con el fin de delimitar el objeto de estudio y asegurar la pertinencia del análisis en función del tamaño y características de las unidades productivas consideradas. Esta clasificación permitió establecer un marco homogéneo para el desarrollo posterior de la investigación.

Posteriormente, se elaboró un bosquejo metodológico, que incluyó el mapeo de las industrias, la construcción del diagrama de Venn para identificar las intersecciones conceptuales entre sustentabilidad, manufactura esbelta y productividad, así como la definición de los Indicadores Clave de Desempeño (KPI, por sus siglas en inglés *Key Performance Indicators*) y la identificación preliminar de los indicadores relevantes para el estudio. Esta etapa fue fundamental para estructurar el enfoque analítico y orientar el diseño del modelo.

Como siguiente fase, se desarrolló la propuesta del primer modelo, basada en los elementos conceptuales y operativos identificados en el bosquejo metodológico. De manera paralela, se elaboró una tabla de autores, producto de una revisión exhaustiva de la literatura científica, que permitió sustentar teóricamente el modelo inicial y asegurar su coherencia con los enfoques y tendencias reportadas en estudios previos.

A partir de esta base teórica, se llevó a cabo la exploración de las industrias en prácticas de sustentabilidad, Lean y productividad, lo que permitió contrastar la teoría con la realidad operativa de las empresas y detectar áreas de oportunidad, similitudes y divergencias entre los planteamientos teóricos y las prácticas empresariales.

Con la información obtenida, se formuló la propuesta del modelo con categorías, definidas y organizadas de acuerdo con la revisión de la literatura y los hallazgos empíricos. Esta categorización facilitó la estructuración lógica del modelo y la posterior operacionalización de sus variables.

Posteriormente, se diseñó una prueba piloto y su aplicación, con el objetivo de evaluar la claridad, pertinencia y consistencia del modelo propuesto. En caso de que los resultados de la prueba piloto no cumplieran con los criterios establecidos, se contempló la retroalimentación y el reajuste del modelo mediante la reaplicación de pruebas, asegurando un proceso iterativo de mejora. Una vez superada satisfactoriamente esta etapa, se procedió al diseño definitivo.

Como resultado de este proceso, se llevó a cabo el diseño del instrumento final, el cual fue aplicado en empresas de la localidad. También se evaluó la confiabilidad del instrumento mediante el cálculo del alfa de Cronbach, buscando asegurar el nivel de consistencia del instrumento.

CAPÍTULO II Estado del Arte

El análisis de los cambios en la productividad organizacional constituye un campo de estudio amplio y complejo, dado que involucra factores técnicos, económicos, sociales y ambientales. No obstante, la literatura especializada reconoce la existencia de enfoques y herramientas orientados a propiciar mejoras sostenidas en el desempeño productivo, entre los cuales destacan las estrategias basadas en la producción Lean y en la gestión sustentable de los procesos. Estas aproximaciones se han consolidado como mecanismos potenciales para optimizar el uso de los recursos, reducir ineficiencias y fortalecer la competitividad organizacional.

Diversos autores han abordado de manera independiente el estudio de las prácticas sustentables, los principios del enfoque Lean y su incidencia en la productividad; asimismo, se identifican esfuerzos incipientes por establecer vínculos conceptuales y empíricos entre estos enfoques. Sin embargo, a pesar de dichos avances, la revisión de la literatura revela la ausencia de un modelo, instrumento o metodología integral que permita demostrar de forma sistemática y empírica la relación conjunta entre estos tres constructos, así como evidenciar de manera clara sus efectos positivos sobre el desempeño organizacional.

Esta brecha en el conocimiento justifica la pertinencia de la presente investigación, al evidenciar la necesidad de desarrollar marcos analíticos y herramientas metodológicas que integren de manera coherente los enfoques de sustentabilidad, producción Lean y productividad, y que permitan evaluar su impacto en contextos organizacionales específicos.

2.1 Cómo nace el Desarrollo Sustentable

En 1987, el desarrollo sustentable fue presentado formalmente por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, como una alternativa al desarrollo socioeconómico tradicional, causante de graves daños ambientales al planeta. Ocho años después, en 1995, se fundó en México (Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C., 1995) y se estableció como uno de sus objetivos principales, al promover alternativas de producción en las comunidades del país, que garantizarán su sustento económico y que protejeran su capital

natural. A la fecha (Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C.), han puesto en marcha decenas de proyectos productivos amigables con el medio ambiente, que han beneficiado a muchas familias y a su entorno ecológico. La visión a futuro es seguir trabajando para que el desarrollo sustentable en nuestro país sea el medio natural de desarrollo (Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C., 1995).

El Desarrollo Sustentable (DS) se ha convertido en los últimos años en un concepto que ha sido aceptado a nivel mundial, este término se está usando para guiar la vinculación y relaciones entre la naturaleza y la sociedad, esto con el fin de dominar los posibles cambios locales y globales que están surgiendo, así como el cambio climático, inequidad social, la pobreza, la pérdida de biodiversidad, sobrepoblación y falta de recursos.

Uno de los temas relevantes para la humanidad en el desarrollo de la sociedad en sus diferentes determinaciones: ambientales, económicas y sociales, sigue siendo el que está relacionado con la sustentabilidad (Zarta Ávila, 2018) .

2.2 Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable

Sustentabilidad y desarrollo sustentable han sido utilizados en la creciente literatura y en el debate sobre políticas con diferentes significados e interpretaciones, por lo que hablar de sustentabilidad se considera que es hablar de desarrollo sustentable, entonces se puede entender a la sustentabilidad como un paradigma para pensar en un futuro en el que las consideraciones ambientales, sociales y económicas se balanceen en la búsqueda del desarrollo y una mejor calidad de vida (Cortés Mura, H.G., & Peña Reyes, 2015).

Partiendo de la idea que lo sustentable contempla valores que deberían ser intrínsecos con nuestro comportamiento según comparte Zarta Ávila, (2018) mencionando que el poder comprender la limitación de recursos escasos de una sociedad ante unas necesidades humanas diversas e ilimitadas y su relación con los límites de crecimiento económico así como la necesidad de transformar el sistema económico dominante para garantizar que la industria y la agricultura produzcan energías limpias sobre la base de la utilización de recursos renovables para la producción de sus productos buscando la satisfacción de las necesidades presentes pero sin

comprometer las generaciones futuras y con el propósito de encontrar el bien común nos hacen ver que todos estos fundamentos de lo que llamamos sustentable traen consigo un nuevo enfoque sobre la necesidad de un cambio en la mentalidad humana, esto será a través de una revolución cultural así como en los valores de la sociedad y estos a su vez en cualquier ámbito como puede ser el laboral.

Mercado & Córdova (2005a) mencionan algunos acuerdos que se hicieron tiempo atrás para que los países disminuyeran los impactos generados por las actividades productivas, comentan que en el ámbito industrial había comenzado a generarse un proceso de revisión en las industrias derivado de su actuación y de los impactos ambientales generados por sus procesos. Las presiones de la legislación diseñada y adoptada por algunos estados desde los sesentas coadyuvaron a la progresiva incorporación de la variable ambiental como un elemento estratégico del gerenciamiento empresarial. Muchos esfuerzos se orientaron a la reconversión de las estructuras industriales a nuevos sectores tecnológicos y a la adopción de maneras de producción más flexibles, basadas en los exitosos modelos organizativos japoneses como manufactura esbelta, los cuales, permitían a algunos estudiosos evidenciar la emergencia de una estructura productiva más consonante con los postulados de la sustentabilidad.

2.3 La organización industrial

En el ámbito de la organización industrial, se observaba que las grandes estructuras industriales verticales inherentes al modelo de la producción en masa, se transformarían para dar paso a una organización industrial compuesta por unidades de negocio más pequeñas, altamente flexibles, de pequeñas escalas de producción por lote y muy próximas a los clientes, vislumbrando una estructura socio-técnica “más horizontal” así esta forma de organizar la producción, al estar conformada a una escala más humana, podía resultar más compatible con todo lo que la sustentabilidad debe contener (González et al., 2015).

Un proceso es sostenible cuando ha desarrollado la capacidad para producir indefinidamente a un ritmo en el cual no agota los recursos que utiliza y que necesita para funcionar y no produce más contaminantes de los que puede absorber su entorno según menciona A. Calvente (2007) las

cuales son condiciones adicionales cubriendo los aspectos relacionados con la reducción de la vulnerabilidad humana en estos sectores.

La sustentabilidad como estrategia empresarial en una compañía si es bien aplicada puede generar nuevas innovaciones que dan resultados positivos como, el desarrollo de nuevos procesos más competitivos y eficientes en costos, y esto a su vez da como resultado el uso de insumos de manera óptima y adecuada reduciendo su impacto en el medio ambiente así se refleja también en los niveles de productividad según Vega Roco & Favier (2017).

Badii et al. (2017) han reconocido y hecho evidente que son necesarios cambios importantes en la producción y en los sistemas de consumo para alcanzar las necesidades y aspiraciones de un mundo cuya población se encuentra en constante crecimiento mientras que utilizan recursos naturales ambientales de una manera sustentable. También comentan de un estudio en los años 90's donde ya contaban con evidencia científica que demostraba que la relación entre riqueza y calidad ambiental de Estados Unidos era indirectamente proporcional a la relación entre ingresos y emisiones de ciertos contaminantes, lo cual demostraba que sería necesario el establecimiento de instituciones gubernamentales y tecnología que solucionara los problemas ambientales creados en el último siglo. Hacen énfasis que los procesos industriales tienen que contribuir al desarrollo sostenible a través del manejo racional de los recursos naturales, propiciando su conservación, recuperación, mejoramiento y uso adecuado, procurando que tanto la generación actual como las futuras tengan la posibilidad de utilizarlos y disfrutarlos, sobre bases éticas y de equidad, garantizando la vida en todas sus manifestaciones, remarca que los principios del diseño de procesos industriales sostenibles, tienen que conjugar aspectos inherentes al diseño de procesos, minimizando el impacto ambiental y mejorando la sostenibilidad del diseño final.

Plantear una disyuntiva entre el crecimiento industrial y la sostenibilidad ambiental constituye, en este punto, un enfoque conceptualmente limitado y analíticamente insuficiente. Lejos de representar objetivos mutuamente excluyentes, ambos pueden articularse de manera complementaria mediante procesos de transformación profunda en los sistemas productivos y en los modelos de negocio. En este sentido, la reconfiguración de los procesos de producción, acompañada de una selección estratégica y adecuada de tecnologías, emerge como un elemento

central para afrontar los complejos y crecientes desafíos ambientales que caracterizan al contexto industrial contemporáneo.

Desde esta perspectiva, la adopción de enfoques productivos más eficientes, innovadores y responsables permite no solo mitigar los impactos negativos sobre el medio ambiente, sino también fortalecer la competitividad y la resiliencia de las organizaciones en distintos sectores industriales. En consecuencia, la sostenibilidad deja de concebirse como una restricción al crecimiento y se posiciona como un factor habilitador de nuevas oportunidades de desarrollo económico e industrial en el largo plazo.

La industria, en general, está inmersa en un medio social y ambiental; motivo por el cual se presenta una preocupación por parte de las empresas de encontrar un equilibrio que permita el abastecer y enriquecerse del sistema. Es por ello que debe existir la responsabilidad de cuidar el medio ambiente y a la sociedad, buscando un sano equilibrio para asegurar su sostenibilidad económica. Pero se han encontrado con dificultades en los cuales el desafío de los gobiernos es diseñar estrategias que permitan un desarrollo sustentable, maximizando el bienestar social, económico y el cuidado ambiental. Estas reglas y estrategias están basadas en restricciones planeadas que estructuran la integración empresarial (Velásquez de Naime Yngrid, Rodríguez Monoy Carlos, 2012).

El desarrollo económico industrial basado en la producción masiva de bienes y servicios según comentan Torre-marín et al. (2009), ha traído consigo severos daños al ambiente esto debido a la estrecha relación que existe entre el crecimiento poblacional e industrial y el deterioro ambiental. Por lo cual la situación ha llevado a nuestra civilización a enfrentar un importante reto: el de convertir las economías industrializadas en sistemas industriales sustentables, demandando de esta manera la integración de las actividades humanas con los sistemas físicos, químicos y biológicos del planeta. De esta forma, como resultado de la aparición y evolución de diversos conceptos creados desde los años 70's hasta la actualidad, surge un enfoque llamado ecología industrial y surge como una alternativa bajo la cual, los sistemas de producción lineal se convierten en cíclicos imitando el comportamiento de los ecosistemas naturales promoviendo el cierre de ciclo de materia, esto con el objetivo de garantizar el desarrollo sustentable a cualquier

nivel organizacional, relacionando e impulsando las interacciones entre los sectores económico, ambiental y social.

Torre-marín et al. (2009) hablan sobre la ecología industrial como una alternativa bajo la cual, los sistemas de producción lineal se convierten en cíclicos buscando imitar el comportamiento de los ecosistemas naturales promoviendo el cierre de ciclo de materia, con el objetivo de garantizar el desarrollo sustentable a cualquier nivel, relacionando e impulsando las interacciones entre los sectores económico, ambiental y social. Utiliza muchas y variadas herramientas y métodos que le permiten analizar y fomentar las interacciones e interrelaciones existentes entre los sistemas industriales y también otras que se desarrollan al interior de una sola empresa o sistema, evidenciando la importancia de la implementación de la sustentabilidad como apoyo en la productividad industrial.

La Ecología Industrial según Torre-marín et al. (2009) la establecen como un área de conocimiento que busca que los sistemas industriales tengan un comportamiento similar al de los ecosistemas naturales, de esta manera transformando el modelo lineal de los sistemas productivos en un modelo cíclico, impulsando las interacciones que deben de existir entre economía, ambiente y sociedad e incrementando la eficiencia de los procesos industriales y por ende la productividad de las organizaciones, es así que el objetivo final al que tiende la ecología industrial, es garantizar el desarrollo sustentable a cualquier nivel ya sea global, regional o local, relacionando a sus tres aspectos de la sustentabilidad.

En la actualidad las industrias se enfrentan día a día con el reto de sobrevivir debido a las crecientes necesidades materiales y a la escasez de recursos naturales, es aquí donde la sustentabilidad toma un papel clave como estrategia global, apoyada en otras formas de trabajar como lo son la manufactura esbelta, que es una filosofía de mejora continua japonesa, buscando siempre el bienestar social, económico y ambiental, logrando con esto impactos positivos en los niveles de productividad de las industrias.

Norris, Traverso, Neugebauer, & Ekener (2020) propone un marco estructurado para evaluar impactos sociales a lo largo del ciclo de vida de productos y organizaciones, comprendiendo

aspectos relacionados con diversos grupos de interés (trabajadores, comunidades locales, consumidores, etc.).

Por otra parte, Jensen et al. (2020) mencionan que las empresas que implementan sistemas de gestión basados en inteligencia empresarial logran una mejor toma de decisiones, lo cual permite reaccionar rápidamente ante cambios del mercado y mejorar su rendimiento general.

Si bien los beneficios de las prácticas Lean y sustentables son claros, se debe de considerar que existen desafíos asociados a su implementación según lo hacen ver López et al. (2021) los cuales advierten que la resistencia al cambio, la necesidad de una inversión inicial significativa y la capacitación constante de los empleados son algunos de los obstáculos más comunes

Guzmán, Juárez del Toro, & Molina Morejón (2024) argumentan que al implementar estas prácticas Lean y sustentables, las industrias logran una mayor capacidad de adaptación ante fluctuaciones en la demanda y otras condiciones del mercado lo que conlleva a lograr un sistema de producción flexible adaptable a las necesidades cambiantes logrando incrementar los niveles de productividad de las organizaciones que los implementan.

2.4 Implementación de Lean y la mejora continua en las industrias

La literatura especializada ha documentado ampliamente los beneficios asociados a la implantación de sistemas de mejora continua en las organizaciones. De acuerdo con García, Mateo Dueñas, R., & Tanco Rainusso, M. (2010), entre los principales efectos positivos se encuentran el incremento del compromiso de los trabajadores, el fomento de la creatividad, una mayor satisfacción del personal y la mejora en los indicadores de gestión. Estos resultados evidencian el potencial de la mejora continua como una herramienta estratégica para fortalecer el desempeño organizacional. No obstante, los mismos autores señalan que, a pesar de dichos beneficios, las organizaciones enfrentan dificultades significativas para sostener los sistemas de mejora a lo largo del tiempo.

En particular, se ha observado que algunas empresas abandonan estas prácticas tras un periodo inicial de implementación, generalmente comprendido entre uno y dos años. Las causas de este

abandono se asocian a diversos factores, tanto estructurales como culturales, entre los que destacan la insuficiencia de mecanismos de soporte al sistema y la falta de consolidación de una cultura organizacional orientada a la mejora, como la promovida por enfoques tales como la manufactura esbelta.

Asimismo, distintas investigaciones han analizado los factores que inciden en el éxito y la sostenibilidad de los sistemas de mejora continua, coincidiendo en que su efectividad depende, en gran medida, de su integración plena en el sistema de gestión de la organización. Desde esta perspectiva, el proceso de mejora continua no debe concebirse como una iniciativa aislada, sino como un componente estructural del modelo de gestión. En este sentido, las organizaciones consideradas maduras son aquellas que logran un desempeño superior mediante la incorporación sistemática y transversal de la mejora continua en sus procesos y prácticas organizacionales.

Según Tejada (2011) manufactura esbelta es una filosofía de trabajo que propone obtener mayores beneficios utilizando menos recursos, propone utilizar la manufactura celular para lograr una flexibilidad de la producción, y esto equivale a aumentar la productividad mediante el ajuste y la reprogramación de los recursos humanos. Menciona que empresas que han puesto en práctica manufactura esbelta como su filosofía de trabajo han experimentado reducciones significativas en varios aspectos como en la reducción del tiempo de entrega, costo, retrabajo, inventario, tiempo de preparación, material en proceso, y número de defectos, al mismo tiempo que aumentan su productividad.

La manufactura esbelta ha sido implementada por aquellas empresas que desean aumentar su competitividad en el mercado, obteniendo mejores resultados a la vez que emplean menos recursos (Aguirre Alvarez, 2014) y (Alvarez, 2015). El objetivo primordial de la manufactura esbelta es eliminar todas actividades que no agregan valor en todo el proceso productivo. Originalmente fue pensada para la producción de automóviles en Japón; sin embargo, sus filosofías, técnicas y principios se han aplicado a una gran variedad de procesos diferentes a este, su implementación ha sido en diversas organizaciones tanto de servicios como de manufactura.

Estudios realizados por Lewis (2000) indica que mientras más exitosa sea la implementación de Lean en una organización se les dificulta menos comprometerse con los cambios hacia la sustentabilidad y por lo tanto lo que lleva a la productividad de las empresas. Hace ver que los principios básicos de manufactura esbelta se han convertido en el paradigma de muchas operaciones de fabricación.

Los enfoques esbeltos también llamados Lean requiere nuevos hábitos y nuevas habilidades de trabajo, por lo que el concepto esbelto no es un destino sino un viaje, que implica una búsqueda insaciable de la mejora continua, por lo cual la filosofía Lean y la manufactura esbelta están estrechamente ligadas con la mejora continua, y ambas con la mejora del desempeño operacional según establece Monge (2015), por lo que los beneficios de la manufactura esbelta son evidentes en todo el mundo, de esta manera países avanzados y en vías de desarrollo están poniendo en práctica esta filosofía con el fin de lograr mejoras importantes en la eficiencia operacional y ventajas competitivas en un mundo global. En este sentido este autor presenta evidencias de que la sustentabilidad y la manufactura sustentable están cobrando creciente relevancia a nivel mundial, como lo revelan algunos estudios donde se manifiestan tendencias que, en los últimos años hacia un cambio en la actitud de los altos ejecutivos de las organizaciones, de considerar que el tema de la sustentabilidad y su adopción son importantes sólo si traen beneficios económicos.

2.5 La eficiencia operacional en México

En la búsqueda de la eficiencia operacional y la responsabilidad ambiental en México autores como Monge, C., Cruz, J & López (2013) han desarrollado un modelo matemático para relacionar la manufactura esbelta, la manufactura sustentable y la mejora continua con la eficiencia operacional y responsabilidad ambiental en la industria manufacturera en una región de México.

Miller et al. (2010) concluyen que existe impacto positivo de Lean y sostenible en la manufactura y que se puede tener un impacto más significativo y positivo en múltiples medidas de rendimiento operativo cuando se implementan simultáneamente en lugar de por separado.

Los constantes cambios en las características y necesidades de los mercados han generado un escenario en el cual las compañías se ven en la necesidad de buscar nuevas estrategias y metodologías, con el fin de garantizar una ventaja competitiva según lo comentan Marulanda Grisales et al. (2017). Dichos elementos deben dirigirse al mejoramiento de los procesos, productos y servicios, los cuales al ser replicados por los individuos de toda la organización se interiorizan como parte de la cultura organizacional. Así pues, se han desarrollado algunos modelos y filosofías en el área productiva, que es posible ser replicados a nivel administrativo con el fin de incrementar los niveles de eficiencia, eficacia y productividad. Ahora bien, la manufactura esbelta hace parte de estas metodologías y se basa en la mejora continua facilitando la optimización de recursos, satisfacción de los clientes internos y externos y mejora del desempeño de la compañía y por ende la productividad.

Carro-Suárez et al. (2017) mencionan que se requiere considerar los tres factores de la sustentabilidad (factor económico, factor social y factor ambiental), comentan que las compañías no desarrollan una estrategia de sustentabilidad porque no es su prioridad, algunas no tienen dominio del tema y se presenta un dilema entre ser sustentables o rentables (aumento de la productividad). Comentan que, en México, hay empresas que han tomado la iniciativa de empezar una cultura de sustentabilidad, pero que aún la visualizan como un cambio exclusivo solo en la producción, y que lo ideal es que sea parte de su estrategia empresarial, para que, de esta forma, puedan involucrar al resto de la organización en la búsqueda de mejorar sus niveles de productividad y por consecuencia.

Mahecha Pardo. (2018) menciona un caso en su propuesta para la implementación de técnicas de mejoramiento basadas en la filosofía de manufactura esbelta para incrementar la productividad de los procesos de fabricación de suelas para zapatos en una empresa donde determinaron que para aumentar la productividad de una empresa no es indispensable hacer uso de tecnologías de punta ni realizar grandes inversiones sino que basta con una cultura de trabajo en equipo, disciplina y buenas ideas fáciles de implementar para generar diferencia en los resultados obtenidos.

En este sentido, la manufactura esbelta se ha consolidado como una estrategia de gestión ampliamente implementada, principalmente, en organizaciones de gran tamaño que disponen de los recursos financieros, tecnológicos y organizacionales necesarios, así como de una visión estratégica que facilita su adopción sistemática. No obstante, la transferencia y adaptación efectiva de las mejores prácticas asociadas a esta metodología hacia contextos empresariales distintos representa un desafío significativo y, al mismo tiempo, una oportunidad relevante de mejora.

De manera similar, el concepto de sustentabilidad ha sido incorporado de forma recurrente en el discurso empresarial; sin embargo, en la práctica, son pocas las organizaciones que comprenden de manera integral su alcance, implicaciones y los requisitos necesarios para operar bajo un enfoque verdaderamente sustentable. Esta brecha entre el uso conceptual del término y su aplicación efectiva limita la adopción de prácticas coherentes y medibles, lo que dificulta la evaluación real del desempeño sustentable en el ámbito industrial.

2.6 El nacimiento de la Manufactura Sustentable

Derivado de la manufactura esbelta y de la sustentabilidad nace la manufactura sustentable, que está basada en principios de sustentabilidad y desarrollo sustentable, que a diferencia de la manufactura esbelta que busca en un proceso de mejora continua reducir o eliminar desperdicios o “mudas”, la manufactura sustentable persigue eliminar los desperdicios ambientales en los procesos productivos (Monge, 2015).

Los sistemas de manufactura sustentable dentro de una empresa deberían de ser implementados con prácticas de sustentabilidad como parte de una solución holística en las industrias manufactureras. Domínguez Aguirre (2011) comenta que las industrias que implementan las prácticas de manufactura sustentable ayudan a cubrir las necesidades de los clientes creando productos amigables al medio ambiente, reduciendo los impactos y la huella de carbono de los mismos, aportando grandes beneficios para la organización y la sociedad. También menciona que la manera de hacer la producción más limpia es mediante el ahorro en costos, usando menos recursos y desperdiciando menos, a esto se le llama ecoeficiencia.

2.7 Ecoeficiencia en las industrias

Pérez Estrada & Paz Martínez (2016) definen la eco-eficiencia como “La entrega de productos y servicios a precios competitivos que satisfacen necesidades humanas y brindan calidad de vida, mientras progresivamente se reducen los impactos ecológicos y la intensidad de recursos a través del ciclo de vida a un nivel al menos en línea con la capacidad estimada de la tierra”, donde su objetivo es conseguir una reducción significativa en el uso total de los recursos naturales a fin de mitigar las consecuencias ambientales de la sobrecarga al medio ambiente.

Por otra parte, Vásquez Aguilar et al. (2016) establecen que la eco-eficiencia es comprendida como una respuesta de los empresarios para mejorar productos, colocar en marcha procesos de producción más limpia y brindar servicios amigables con el medio ambiente, es decir es una estrategia que tiene como objeto obtener la producción de bienes y servicios, usando menos recursos en la cadena de valor, disminuyendo progresivamente los desperdicios y la contaminación que se generan al interior de una organización, logrando que la empresa llegue a ser más productiva.

2.8 Coincidencias derivado del análisis entre autores

Diversos autores coinciden en que la sustentabilidad debe concebirse y aplicarse de manera integral, considerando de forma equilibrada sus tres dimensiones fundamentales: social, ambiental y económica (Abraham et al., 2014; Calvente, 2007; Cardozo et al., 2011; González et al., 2015; Monge, Cruz & López, 2013). Desde esta perspectiva, dichas dimensiones no deben abordarse de manera aislada ni jerárquica, sino en un plano de igualdad que permita comprender la complejidad inherente a los procesos de desarrollo. Asimismo, estos autores señalan que el concepto de sustentabilidad ha experimentado una evolución significativa a lo largo del tiempo, transitando desde enfoques centrados predominantemente en la conservación ambiental hacia una concepción contemporánea basada en el desarrollo de sistemas socio-ecológicos, orientada a la reconfiguración articulada de las tres dimensiones centrales del desarrollo sustentable.

En este marco conceptual, la literatura ha comenzado a vincular los principios de la manufactura esbelta con los objetivos de la sustentabilidad, particularmente en el contexto de las pequeñas y medianas empresas. Algunos estudios señalan que la aplicación de prácticas Lean contribuye al

cumplimiento de premisas básicas relacionadas con la protección del medio ambiente, al promover la reducción de desperdicios, el uso eficiente de los recursos y la mejora continua de los procesos productivos. Esta convergencia ha dado lugar al uso del término manufactura sustentable, entendido como la integración de prácticas Lean con criterios ambientales y sociales, tal como lo proponen Cardozo et al. (2011) y Monge (2015).

Paralelamente, otros autores han abordado el concepto de sustentabilidad desde una perspectiva histórica, desarrollando líneas de tiempo que permiten analizar su evolución conceptual y normativa. Estos trabajos ofrecen un panorama amplio del tránsito del desarrollo sustentable a lo largo del tiempo y de los principales hitos que han influido en su configuración actual (Contreras Soto & Aguilar Rascón, 2012; Escobar, 2007; Gómez Contreras, 2014). Dichos análisis resultan fundamentales para comprender los cambios en el enfoque y alcance del concepto, así como su incorporación progresiva en distintos ámbitos productivos y organizacionales.

Finalmente, la literatura reciente ha explorado diversas propuestas metodológicas orientadas a la integración de nuevos grupos de indicadores de sustentabilidad, con el objetivo de fortalecer la evaluación del desempeño sustentable en contextos industriales. Estos estudios destacan la necesidad de ampliar y refinar los sistemas de medición tradicionales, incorporando indicadores que permitan capturar de manera más precisa la complejidad de las dimensiones social, ambiental y económica, como lo plantean Carro Suárez et al. (2017), Contreras Soto y Aguilar Rascón (2012), así como Helleno, de Morales y Simon (2016).

2.9 La productividad en las industrias

A tres décadas del inicio de un nuevo modelo de desarrollo, el crecimiento de la productividad sigue siendo el gran reto de la economía mexicana, principalmente en el sector de industrias manufactureras. En estimaciones recientes se muestra que entre 1987 y 2002 la productividad laboral o de los factores ha tenido un crecimiento muy bajo o negativo según lo expresa (Brown & Brown, 2004).

“La medición de la productividad a nivel de las empresas, así como de las cadenas productivas, resulta ser una condición necesaria para la evaluación de su desempeño, la innovación y la definición de sus estrategias empresariales. La productividad se ha vuelto un tema fundamental en las empresas, ya que una alta productividad y una adecuada estrategia permiten el aumento de la competitividad e innovación en las empresas, debido a que su incremento representa un elemento diferenciador para alcanzar el éxito a nivel nacional e internacional” según menciona (Morales Sandoval & Macias Arce, 2014) comentan también que al medir la riqueza generada por el desempeño de la actividad primaria de las empresas, que relacione la rentabilidad con la productividad y que complemente con los indicadores financieros regulatorios, esto permite obtener una medición integral de la productividad, que es un fin alcanzable con el Modelo de Medición de la Productividad del Valor Agregado (MPVA).

Existen estudios como (Creación de Indicadores de Productividad) que permiten conocer las particularidades de las diferentes ramas industriales, de manera que puedan plantearse alternativas de viabilidad como el rediseño de procesos (reingeniería), la eliminación de tiempos muertos y cuellos de botella, aplicación de metodologías Lean Manufacturing y balanceo de líneas de producción (Luis, et al., 2022).

De igual manera, contar con indicadores clave para estos sectores, permitirá analizar sus características actuales y establecer vías para incrementar sustancialmente la productividad de las industrias , además la industria nacional desconoce indicadores clave que inciden en su desarrollo, tales como, valor agregado y productividad del trabajo y del capital entre otros indicadores (Miranda & Toirac, 2010).

Navarro Chávez & Ayvar Campos, (2008) señalan que, a partir de la medición de la ventaja comparativa revelada, utilizando como referencia los flujos de bienes manufactureros expresados en términos de importaciones y exportaciones de cada país, es posible identificar diferencias significativas en el posicionamiento competitivo de los sectores manufactureros a nivel internacional. Sus resultados muestran que el sector manufacturero mexicano no presenta una ventaja comparativa revelada frente al sector manufacturero de Estados Unidos; no obstante, sí exhibe una posición relativamente más favorable en comparación con Canadá.

Asimismo, mediante la aplicación del método de la productividad total de los factores, los autores identifican la existencia de un cierto grado de competitividad en la industria manufacturera mexicana, la cual se sustenta fundamentalmente en un diferencial de productividad respecto a otros países. Este hallazgo sugiere que, aun cuando la estructura comercial no refleje una ventaja comparativa robusta frente a economías altamente industrializadas, la industria manufacturera nacional posee capacidades productivas que pueden constituir una base para fortalecer su competitividad en el contexto internacional.

CAPÍTULO III Marco Teórico

3.1 Introducción a la Sustentabilidad

Zarta Ávila (2018) menciona que el concepto de sustentabilidad involucra diversos aspectos muy importantes relacionándose con el medio ambiente, la parte social y económica, el termino nos facilita entender que estamos ante un mundo con recursos naturales escasos y necesidades ilimitadas, en una población siempre creciente, con un desarrollo económico que ha venido dándose con base en tecnologías ya obsoletas (con un consumo energético desorbitante que además genera una gran contaminación). Establece que todo este panorama que está ya generando efectos climáticos devastadores nos ha llevado a comprender que existe una capacidad límite de sustentación para el planeta, y que nos estamos acercando rápidamente al colapso del ecosistema y que las industrias no están alejadas de usar el término de sustentabilidad para lograr producciones limpias.

3.2 Desarrollo Sustentable

Solórzano Rodríguez (2002) establece que, en términos de desarrollo sustentable, se debe aclarar que las personas dependen de su medio ambiente y desarrollo económico para poder satisfacer sus necesidades y lograr mejorar su calidad de vida.

Cortés Mura, H.G., & Peña Reyes (2015) mencionan que el desarrollo sustentable es un concepto que ha cobrado fuerza en los últimos años. Sin embargo, esto debido a sus características y a sus múltiples aplicaciones, esto ha dado como resultado que se ha prestado para ser interpretado y aplicado de maneras diversas. Estos autores exponen que el Desarrollo Sustentable (DS) se ha convertido en un concepto aceptado a nivel mundial, para guiar la vinculación y relaciones entre la naturaleza y la sociedad, con el fin de dominar los posibles cambios locales y globales, así como también el cambio climático, inequidad social, la pobreza, la pérdida de biodiversidad, sobrepoblación y falta de recursos, por tal motivo se hace un llamado a un cambio de paradigma en todos los niveles, incluida la educación.

Por sus vagas características, el concepto de DS permite que coexistan varias definiciones e interpretaciones y a pesar de varios esfuerzos, todavía existen empresas que no han logrado

permea en su totalidad el concepto de DS al interior de sus organizaciones, siendo una de las principales causas el desconocimiento del tema (Cardozo et al., 2011; Carro Suárez et al., 2017; Cortés Mura, H.G., & Peña Reyes, 2015; Mercado & Córdova, 2005b).

3.2.1 Sustentabilidad Organizacional

La sustentabilidad organizacional es el vínculo que une el entorno físico a las actividades y a políticas económicas, lo que se podría dar por medio del desempeño adecuado de las empresas, de acuerdo a lo que se ha considerado como las principales dimensiones de la sustentabilidad organizacional, es decir, la Triple Línea Base, que son los factores sociales, ambientales y económicos. La sustentabilidad organizacional ha sido objeto de estudio desde la década de los setentas comenzándose a concebir la idea que situaba a las empresas dentro de un modelo en donde el total del entorno es codependiente entre sus varias fuerzas interactuantes, formando un sistema completo que genera una diversidad de recursos (González et al., 2015).

3.2.2 Viabilidad y sustentabilidad organizacional

Ante la coexistencia de distintos conceptos y enfoques de gestión, resulta fundamental definir con claridad una posición analítica inicial que permita establecer el marco desde el cual la organización orientará sus decisiones y acciones estratégicas. Este punto de partida conceptual es determinante para identificar los objetivos que guiarán la gestión empresarial y para asegurar la coherencia entre el discurso organizacional y la práctica operativa.

Desde una perspectiva semántica, es posible identificar diferencias sustantivas en el significado y uso de estos conceptos, las cuales, al ser incorporadas en el contexto organizacional, adquieren una relevancia particular. Dichas diferencias no solo influyen en la forma en que las organizaciones interpretan y adoptan determinados enfoques de gestión, sino que también condicionan la manera en que estos se traducen en políticas, procesos y resultados concretos.

Haciendo referencia a la Real Academia Española, viable significa “que puede vivir: en el caso de las criaturas que, nacidas o no a tiempo, salen a luz con robustez o fuerza bastante para seguir viviendo”; o expuesto desde otras palabras que, por sus circunstancias, tiene probabilidades de

ser llevado a cabo. Por otra parte, el mismo diccionario dice que sustentable significa “que se puede sustentar o defender con razones”, mientras que sus-tentar tiene diferentes significados como: “proveer a alguien del alimento necesario”, “conservar algo en su ser o estado”, “sostener algo para que no se caiga o se tuerza”, “defender o sostener determinada opinión, apoyar”, por mencionar solo algunos (Blázquez & Peretti, 2012).

El concepto de sustentabilidad aplicado a las organizaciones adquiere un significado relacionado con la productividad que las obliga a ser gestadoras permanentes de este propósito. En cambio, el concepto de viabilidad se encuentra más asociado a una actitud defensiva o reactiva de la posibilidad de lograr permanecer en el mercado como una consecuencia de acciones que se toman a posteriori (Miranda & Toirac, 2010; Monge, Cruz, & López, 2014; Rincón de Parra, 2001).

Ser sustentable es también de cierta forma poner a la organización en el mismo nivel de propósitos por ejemplo en culturas, dialectos o especies animales o vegetales que se encuentran en vías de extinción. El mundo por naturaleza es una rica diversidad que se debe proteger y fomentar razón por la cual las organizaciones también deberían estar asociadas a estos fenómenos (Blázquez & Peretti, 2012).

3.3 Sustentabilidad o Sostenibilidad

En la literatura se encontró que los autores Cortés Mura, H.G., & Peña Reyes, (2015) encontraron la utilización de los términos sostenible y sustentable donde exponen que el uso de los términos desarrollo sostenible y desarrollo sustentable. Sin embargo, se dieron cuenta que en artículos científicos utilizan el término *Sustainability*, el cual lo traducen como sostenibilidad y otros más como sustentabilidad, incluso cuando la referencia citada es la misma, por lo tanto sostenibilidad como sustentabilidad no presentan mayor diferenciación con respecto a su aplicación al desarrollo y su significado, ya que su diferencia corresponde dependiendo de su ubicación geográfica es decir al lugar donde sea utilizada la expresión o léxico, pero el uso de cualquier palabra no modifica su objetivo principal que es satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Una definición de desarrollo sustentable es la que a continuación se presenta por Solórzano Rodríguez (2002) que afirma:

El desarrollo sustentable es un proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida, fundado en la conservación y protección del medio ambiente, minimizando costos sociales y económicos, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras. No obstante, las definiciones, el desarrollo sustentable es un ámbito muy complejo, (noviembre 2002, p.5).

3.3.1 Dimensiones de la Sustentabilidad

En 1987, la Comisión Brundtland de Naciones Unidas, en su informe “Nuestro futuro común” definió el desarrollo sustentable como: “aquel desarrollo que permite cubrir las necesidades presentes sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras para cubrir sus necesidades” (Álvarez Etxeberria, I., Garayar Ainhoa., Calvo, 2007). Esta definición proporcionada por los autores establece vínculos entre las dimensiones sociales, económicas y ambientales.

Solórzano Rodríguez (2002) menciona que la sustentabilidad no es un problema ecológico, social, ni económico, sino una combinación de los tres y que los intentos para integrarlos generalmente restan importancia a alguno de estos aspectos, pero desafortunadamente, la ciencia hasta este tiempo aún no ha sido capaz de desarrollar teorías integrales que logren reconocer las sinergias y limitaciones entre la naturaleza, las actividades económicas y la sociedad.

El enfoque del desarrollo sustentable se fundamenta en la integración equilibrada de tres dimensiones interdependientes: ambiental, social y económica, las cuales deben ser consideradas de manera simultánea para garantizar un desarrollo viable en el largo plazo.

La dimensión ambiental del desarrollo sustentable se orienta a asegurar que el impacto derivado de las actividades humanas no exceda la capacidad de carga y regeneración de los ecosistemas. De acuerdo con Haeger (2015), esta dimensión busca preservar el equilibrio ecológico mediante el uso responsable de los recursos naturales, la prevención de la degradación ambiental y la reducción de emisiones y residuos. En este sentido, no se trata únicamente de minimizar los

daños ambientales, sino de promover prácticas productivas que respeten los límites biofísicos del entorno, asegurando la conservación de los ecosistemas y la disponibilidad de recursos para las generaciones futuras.

Por su parte, la dimensión social del desarrollo sustentable enfatiza la necesidad de que las actividades productivas se desarrollen en armonía tanto con el entorno natural como con el contexto sociocultural de las comunidades en las que se insertan. Según Haeger (2015), esta dimensión implica respetar las costumbres, tradiciones, valores y formas de organización social, al tiempo que se promueven condiciones de equidad, inclusión social, bienestar y calidad de vida. Desde esta perspectiva, el desarrollo sustentable requiere la participación activa de los actores sociales y la generación de beneficios sociales tangibles, tales como empleo digno, seguridad, salud y fortalecimiento del capital social.

Finalmente, la dimensión económica del desarrollo sustentable se centra en la viabilidad financiera y productiva de las actividades económicas en el largo plazo. Haeger (2015) señala que esta dimensión promueve la rentabilidad sostenida mediante el uso eficiente y racional de los recursos naturales, evitando modelos de crecimiento basados en la sobreexplotación. La dimensión económica no se limita a la generación de beneficios monetarios inmediatos, sino que incorpora criterios de eficiencia, innovación y resiliencia, permitiendo que las organizaciones y los sistemas productivos mantengan su competitividad sin comprometer los recursos ambientales ni el bienestar social.

En conjunto, estas tres dimensiones conforman un marco integral que permite evaluar y orientar el desempeño de organizaciones, comunidades y sistemas productivos. Su articulación resulta indispensable para avanzar hacia modelos de desarrollo que sean ambientalmente responsables, socialmente justos y económicamente viables.

3.3.2 Ecología Industrial

La Ecología Industrial (EI) según Torre-marín et al. (2009) es un área interdisciplinaria que intenta asimilar el funcionamiento de los ecosistemas industriales al de los naturales, esto llevado a cabo con una interrelación entre industrias, el medio social y natural que tiende a cerrar el ciclo

de materia y que tiende al desarrollo sostenible. Menciona que la EI aporta beneficios económicos, medioambientales y sociales tales como el ahorro de recursos, la minimización de residuos, la disminución de emisiones y cargas contaminantes, la disminución de costos ambientales, la mejora en puestos de trabajo, la creación de redes, la mejora de la imagen ambiental de las empresas, entidades y municipios y la mayor relación y colaboración dentro del sector industrial y del sector industrial con el medio social y natural, creando impactos positivos en las organizaciones que lo implementan.

3.4 Manufactura Sustentable

La manufactura sustentable puede definirse como la transformación de materia prima para la creación de productos estandarizados que usan procesos que minimicen los impactos negativos al medio ambiente, conservan energía y recursos naturales, son seguros para los empleados, comunidades, consumidores y son viables económicamente. Así pues, las prácticas de manufactura sustentable asistirán a las compañías de manufactura en la reducción de entradas, desechos y costos, apoyarán para mejorar la eficiencia, incrementar el rendimiento productivo, alcanzar mayor competitividad y mejorar la triple línea base: gente, planeta y ganancias o economía, ecología y sociedad (Domínguez Aguirre, 2011).

La manufactura sustentable apoya el logro de un mejor desempeño operacional y mejora en el desempeño ambiental, apoyando los esfuerzos de sustentabilidad de las plantas e impactando directa y positivamente (Monge et al. 2014).

Aguirre (2011) resalta que la manufactura verde también es llamada manufactura sustentable y que promueve un balance entre Sociedad, Economía y Medio Ambiente, en la figura 2 puede observarse la relación existente entre estas características y que el sistema de manufactura sustentable dentro de una empresa debería de ser implementados con prácticas de sustentabilidad como parte de una solución holística en manufactura.

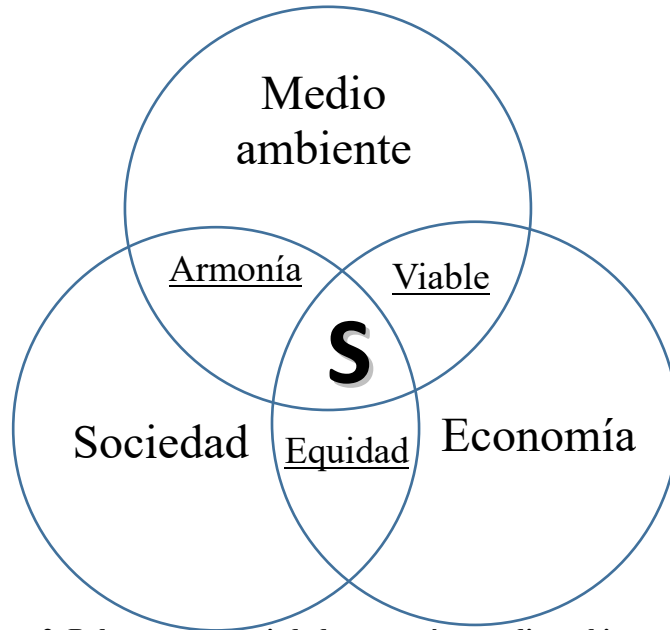


Figura 2. Balance entre sociedad, economía y medio ambiente, (Aguirre, 2011)

Monge (2015) señala que la manufactura sustentable se fundamenta en los principios de la sustentabilidad y el desarrollo sustentable, aunque puede distinguirse de la manufactura esbelta, la cual se centra en la mejora continua mediante la reducción o eliminación de desperdicios (mudas); sin embargo, ambas convergen en la eliminación de desperdicios ambientales en los procesos productivos, como el consumo de energía y agua, las emisiones al aire y al agua, el uso irracional de materiales, la generación de residuos sólidos y peligrosos, la transportación innecesaria y el daño a la biodiversidad, lo que permite mejorar el desempeño operacional y generar ventajas competitivas. En este sentido, las plantas exitosas en la aplicación de la manufactura esbelta tienen mayores posibilidades de implementar con éxito la manufactura sustentable, logrando de manera simultánea una mejor eficiencia operativa y un mejor desempeño ambiental, lo que impacta positivamente en los resultados financieros, la reducción de la huella de carbono, el fortalecimiento de la cultura de sustentabilidad organizacional y la satisfacción de los empleados.

Monge et al. (2014) mencionan y evidencian que las plantas de México poseen un escaso conocimiento de la manufactura sustentable por lo tanto la adopción e implantación de esta iniciativa es escasa, esto puede deberse a la poca cultura de sustentabilidad en la industria de la manufactura, que no les permite ver que el compromiso medio ambiental apoya al logro de

beneficios económicos y simultáneamente mejora la huella ecológica y no son capaces de identificar la combinación de la manufactura esbelta, sustentable y mejora continua la oportunidad de conseguir ventajas competitivas y estratégicas, crear cultura de sustentabilidad y mejorar la calidad, costos, tiempos de entrega, imagen en la comunidad, generar mayor valor para los accionistas y satisfacción de los empleados.

Los recursos humanos constituyen un pilar estructural e insustituible para la existencia, sostenibilidad y competitividad de la empresa, ya que la forma en que la organización gestiona valora y trata a sus empleados se refleja directamente en la calidad de las interacciones que estos mantienen con los clientes y, por ende, en los niveles de satisfacción del consumidor, componente central de los enfoques de calidad total. En este sentido, la gestión del capital humano trasciende una función operativa para convertirse en un elemento estratégico que incide de manera directa en el desempeño organizacional y en la percepción del valor por parte del mercado. Asimismo, la implementación de cualquier proceso de cambio organizacional o mejora operativa exige necesariamente la superación de la resistencia al cambio por parte de los empleados, fenómeno ampliamente documentado en la literatura. Al respecto, Sánchez Corona et al. (2015) sostienen que dicha resistencia solo puede ser mitigada de manera efectiva cuando los trabajadores son incorporados como actores reales y corresponsables del cambio, mediante esquemas de participación activa que incluyan la escucha auténtica y sistemática de sus sugerencias, advertencias y reclamaciones. Este enfoque no solo favorece la aceptación y sostenibilidad de los cambios, sino que fortalece el compromiso organizacional, el aprendizaje colectivo y la construcción de una cultura orientada a la mejora continua y la excelencia empresarial.

3.4.1 Impacto de la Manufactura Sustentable

La manufactura sustentable según menciona Monge et al. (2013) puede ayudar a las organizaciones a lograr mejor desempeño operacional y mejora en el desempeño ambiental, apoyando los esfuerzos de sustentabilidad de las plantas e impactando directa y positivamente en los Resultados Financieros (RF), Impacto de la Huella de Carbono (IHC), Cultura de Sustentabilidad de la Organización (CSO) y Satisfacción de los Empleados (SE), además

comenta que el tema es muy importante si se considera que la manufactura a nivel global consume grandes cantidades de recursos y genera enormes cantidades de desperdicios, basta decir que la manufactura a nivel mundial consume un tercio de la energía mundial y genera el 36% del total del CO₂.

Por otro lado, Perry (2014) menciona que la eficiencia económica es totalmente compatible con la eficiencia ecológica, de modo que una manufactura sustentable produce beneficios económicos y de imagen para una planta de manufactura, pero este autor compara la manufactura esbelta con la manufactura sustentable es aquí donde autores como (Monge, 2015; Perry, 2014) coinciden en que les brindan a las organizaciones una ventaja competitiva, la siguiente comparación puede aclarar el punto. La manufactura esbelta elimina los desperdicios (muda) y con ello genera reducción de costos, la manufactura sustentable reduce o elimina la utilización de recursos naturales y también con ello logra una reducción de costos y en consecuencia se obtiene ventaja competitiva.

3.5 Lean

Lean se basa en una premisa que dice que en cualquier trabajo se generan desperdicios pero que estos deben ser minimizados o eliminados para aumentar la eficiencia y efectividad. Lean se enfoca en hacer más, hacerlo más rápido y más barato. Se considera como un modelo de gestión centrado en el cliente concentrándose en proporcionar valor eliminando el desperdicio. Lean es un método de gestión que identifica y promueve mejoras en los flujos de valor con la participación de personas calificadas, motivadas y con iniciativa, en la figura 3 se puede observar cómo es que funciona este método de gestión, iniciando con planear (*plan*), después hacerlo planeado (*do*), verificar (*check*) y como paso final actuar (*act*). (T., 2000).

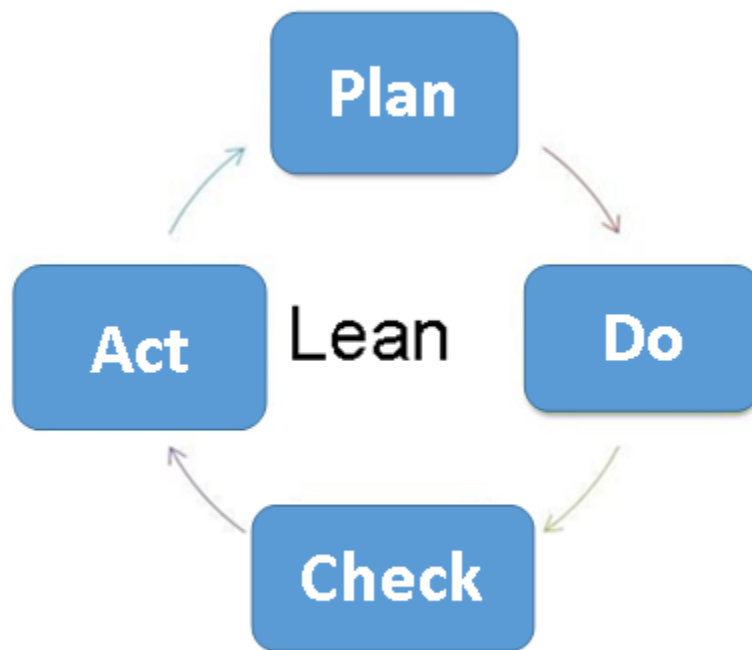


Figura 3. Lean (Womack James P. and Jones Daniel, 2000)

3.5.1 Pensamiento Esbelto

Lean Thinking pensamiento esbelto o pensamiento Lean es una metodología que permite a las personas y empresas mejorar cada día. Las organizaciones que utilizan el pensamiento esbelto están constantemente buscando maneras de mejorar su forma de trabajar.

Para el logro de la implementación del pensamiento esbelto en la organizaciones en México se han presentado algunos obstáculos, entre ellos la posible ausencia de cultura de mejora continua, la resistencia al cambio, una baja capacitación y la falta de colaboración de los trabajadores para trabajar en equipo por lo que Mexicali, B.C. no ha sido excepción de presentar estos obstáculos (Sanchez Corona et al., 2015).

El pensamiento esbelto trata de buscar la manera de lograr la mejora continua en las organizaciones ,además se puede tomar como un enfoque que permite mejorar la forma en como la empresa se organiza, permite crear una cultura de excelencia operacional centrada en la eficiencia y satisfacción del cliente, a la vez muchas organizaciones no toman en cuenta el liderazgo y cambio cultural como factores clave en la implementación del pensamiento esbelto (Sanchez Corona et al., 2015).

3.5.2 Los cinco principios Lean

Lean supone un cambio cultural en la organización empresarial donde se pretende aplicar este término considerando necesario el alto compromiso de la dirección de la compañía que decida implementarlo. Entonces podría decirse que es complicado hacer un esquema simple que refleje los diversos pilares, fundamentos, principios, técnicas y métodos que contempla y que no siempre son homogéneos teniendo en cuenta que se manejan términos y conceptos que varían según la fuente consultada (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013).

Según Womack James P. and Jones Daniel T (2000) los cinco principios del pensamiento esbelto son (ver figura 5):

1. **Definición de valor.** Es especificar que crea y no crea valor desde la perspectiva del cliente y no desde la perspectiva de firmas, funciones y departamentos individuales. Definir las necesidades del cliente y usarlas como métricos. Entender a los clientes y que es lo que valoran.
2. **Análisis de flujo de valor.** Identificar todos los pasos necesarios para diseñar, ordenar y producir los productos a lo largo del flujo de valor para resaltar desperdicio que no agrega valor. Mapear el flujo de valor, valorar críticamente “el valor agregado” en cada paso, eliminar, minimizar las actividades que no agregan valor.
3. **Flujo.** Hacer que las acciones que crean valor fluyan sin interrupciones, desvíos, retornos, espera o *scrap*. Flujo continuo a través del flujo de valor, hacer cada producto, cada día, en proporción directa a la demanda.

4. **JIT/PULL.** Únicamente hacer lo que es jalado por el cliente. Jalar el producto a través del flujo de valor.
5. **Perfección.** Buscar la perfección al continuar removiendo capas sucesivas de desperdicio al irse descubriendo.

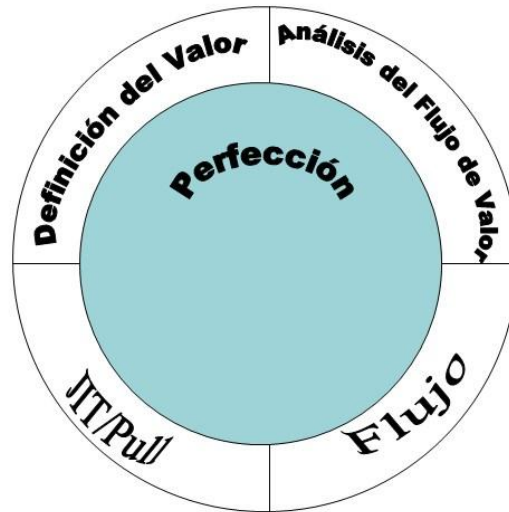


Figura 5. Los 5 principios del enfoque Lean (Womack James P. and Jones Daniel T, 2000).

3.6 Manufactura Esbelta

Manufactura esbelta es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de los siete tipos de desperdicios en los procesos, en esta filosofía se promueve mejoras en la calidad y reducción en costos y tiempos de producción. El objetivo del libro escrito por Womack et al. (1996), consiste en reunir información importante sobre el modelo de gestión Manufactura Esbelta, e introducirnos en su historia, características, herramientas, conceptos principales, errores cometidos de manera frecuente en el proceso de implantación, nuevas relaciones entre proveedor-cliente y, finalmente, algunas estrategias para su implementación. La Manufactura Esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyota por mencionar algunos. (Womack et al, 1996).

Entonces autores como Carbajal & Gary (2019) menciona en su trabajo que la manufactura esbelta no es más que fabricación, la definen como el valor entre la industria y el cliente y tienen como objetivo evolucionar las prácticas Lean con especial énfasis en la fabricación de artículos de la industria. La ventaja operacional que se va a obtener, en el proceso de manufactura, al aplicar Lean es tener mayor volumen de producción con el mínimo uso de recursos competitivos.

González Correa (2007) hace notar que para poder implantar la metodología y herramientas es necesario conocer qué es Manufactura Esbelta así que será necesario definirlo como una filosofía enfocada a la reducción de desperdicios; el concepto surge principalmente del sistema de producción Toyota, donde básicamente Lean es un conjunto de herramientas que ayudan a la identificación y eliminación de desperdicios, a la mejora en la calidad y de esta manera a la reducción de tiempos y costos de producción.

A pesar de las miles de implementaciones llevadas a cabo en la última década, muchas empresas siguen cometiendo errores desde el inicio o durante el proyecto de manufactura esbelta y como resultado no consiguen altos rendimientos; ni mejoras rápidas, apreciables y sostenibles, por lo que se hace latente que es necesario evaluar las razones de las fallas o éxitos en las implementaciones. La forma tradicional de mejoramiento de procesos se centra en identificar eficiencias locales y buscar ciclos de producción más rápidos, reemplazando las personas por la automatización; el resultado podría presentar un significativo porcentaje de mejora para los procesos individuales pero tendrían un pequeño impacto global y sobre la cadena de valor, esto pudiera ser por la falta de alineación del proyecto hacia los fines y objetivos de la organización (Mendez Neiza & Palacio Jaramillo, 2009).

El objetivo de la manufactura esbelta es desarrollar una filosofía de mejora continua que le permita a las compañías eliminar los desperdicios en todas las áreas, reducir los costos, mejorar los procesos y aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad. Manufactura esbelta proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige alta calidad, entrega rápida a menor precio y de cantidad requerida (Niño Navarrete & Olave Triana, 2004).

Las construcciones Lean es en gran medida una adaptación e implantación de los principios de fabricación japonesa ,son una especie de producción especial, Lean está basado en el desarrollo de las teorías de manufactura que datan a más de cien años atrás, con la adopción de este marco teórico por parte de la industria se requiere un cambio de paradigma actual de gestión de la construcción, así como su forma de pensar, es decir llegar al pensamiento Lean (Womack James P. and Jones Daniel T, 2000).

Hitomi, E. & Lantelme (2005) proponen el uso de la acción para el aprendizaje, de esta forma promover el desarrollo de las competencias de los gerentes es relativa a la introducción de los conceptos y principios de la construcción de Lean.

3.6.1 Objetivos de la Manufactura Esbelta

Dentro de los objetivos estratégicos de la manufactura esbelta, Wilches et al. (2013) destacan el desarrollo e institucionalización de una filosofía de mejora continua como eje rector de la gestión organizacional, orientada a la identificación y eliminación sistemática de los desperdicios o mudas presentes a lo largo de toda la cadena de valor. Dicha filosofía trasciende la aplicación aislada de herramientas operativas y se configura como un enfoque integral que impulsa la reducción sostenida de costos, la optimización de los procesos productivos, la mejora de la calidad de los productos y servicios, el incremento de la productividad y la disminución de tiempos muertos e ineficiencias operativas. En conjunto, estos resultados fortalecen el desempeño global de la organización y contribuyen de manera directa al cumplimiento de los requerimientos y expectativas del cliente, posicionando a la manufactura esbelta como un modelo clave para la generación de valor y la competitividad en entornos empresariales altamente dinámicos y exigentes.

La manufactura esbelta se configura como un sistema integral de gestión que proporciona a las organizaciones un conjunto coherente de principios y herramientas orientados a la supervivencia y competitividad sostenida en entornos productivos altamente dinámicos, tal como señalan Niño Navarrete y Olave Triana (2004). De acuerdo con estos autores, dicho sistema se distingue por la definición precisa del valor desde la perspectiva del cliente y la identificación exhaustiva de la

cadena de valor del producto, lo que permite reconocer y eliminar de manera sistemática todas aquellas actividades que no agregan valor a lo largo del proceso productivo. Asimismo, la manufactura esbelta promueve la creación de un flujo de valor continuo, en el cual los procesos se articulan de forma armónica y eficiente, asegurando que cada etapa agregue valor de manera directa, desde la transformación de la materia prima hasta la entrega final al consumidor. Finalmente, este enfoque adopta un sistema de producción jalado por la demanda del cliente, sustituyendo los esquemas tradicionales basados en pronósticos de largo plazo por modelos de producción bajo pedido, lo que contribuye a reducir inventarios, aumentar la flexibilidad operativa y responder con mayor precisión a las necesidades reales del mercado.

Manufactura esbelta es considerada como una filosofía y no debe de ser tratada como solo una herramienta o un set de herramientas, siempre hay que tener muy claro que el principal activo de cualquier organización son las personas que pertenece a dicha organización, y la filosofía debe de verse como una cultura que vive en cada uno de los miembros de la organización no olvidando el involucramiento de todos los niveles jerárquicos de la organización sin olvidar también el de los directivos y su congruencia con los aspectos de la filosofía. La mejora continua de una organización está en las personas que la componen y no en las estrategias que se implementen, es de ellos, de donde nacen las grandes ideas que nos ayudaran a mejorar todos nuestros procesos y caminar por el camino hacia la eliminación de las actividades que no agregan valor (González Correa, 2007).

3.6.2 Orígenes y revisión histórica

La historia inicia con Sakichi Toyoda, visionario e inventor, parecido a Henry Ford. En 1894, Toyoda inició la fabricación de telares manuales, los cuales eran baratos pero requerían de mucho trabajo, Su deseo era crear una máquina que pudiera tejer la tela, y esto lo llevó a hacer muchos experimentos con los que, intentando una y otra vez, logró conseguir lo que quería, realizando este trabajo, de prueba y error, generó la base de la filosofía *Toyota Way* (El Estilo Toyota) así como la introducción del *Genchi Genbutsu*, palabra japonesa que significa Ir/Observar/Entender (Womack James P. and Jones Daniel T, 2000).

Más tarde, se fundó la compañía Toyoda Automatic Loom Works, empresa que aún forma parte del corporativo Toyota hoy en día. Uno de sus inventos fue un mecanismo especial que detenía de manera automática el telar cuando un hilo se trazaba, invento que se convertiría en uno de los pilares del Sistema de Producción Toyota, llamado *Jidoka* (automatización con toque humano). Después de vender la patente de la máquina a una compañía inglesa, en 1930 Sakichi y su hijo iniciaron la construcción de Toyota Motor Company (Womack James P. and Jones Daniel T, 2000).

Sakichi, más que hacer dinero con la compañía, deseaba que su hijo, Kiichiro, dejara una huella en la industria mundial, así como él lo había hecho con sus máquinas de hilar. Kiichiro, después de estudiar en la prestigiosa Universidad Imperial de Tokio la carrera de ingeniería mecánica, siguió los pasos de su padre: aprender haciéndolo por sí mismo en el piso de producción. Kiichiro construyó Toyota con la filosofía de su padre, pero agregó sus propias innovaciones. Por ejemplo, la técnica justo a tiempo (*Just in time, JIT*), que fue su contribución principal. Sus ideas fueron influidas por sus visitas a la planta Ford en Michigan, así como el sistema de supermercados americanos para surtir los productos en los estantes justo a tiempo, conforme los utilizaban los operadores en la línea de producción. Como se sabe, éstas fueron las bases del *Kanban* (Womack James P. and Jones Daniel T, 2000).

Después de la Segunda Guerra Mundial, en la que Japón perdió y Estados Unidos ocupó ese país, Kiichiro pensó que cerrarían su planta, pero los americanos necesitaban camiones para reconstruir el país. La economía se mejoró durante la ocupación, pero la inflación impedía que los clientes compraran un carro. Esto provocó que se les recortara el sueldo a los empleados en un 10 por ciento, lo cual fue parte de la negociación con el sindicato, con el fin de mantener la política de Kiichiro en contra del despido de empleados (Womack James P. and Jones Daniel T, 2000).

Debido a la bancarrota y a las peticiones de retiros voluntarios hechas a los empleados, Kiichiro aceptó su responsabilidad por haber fallado en la compañía automotriz y se reasignó como presidente, aunque los problemas estuvieran fuera de su alcance. Su sacrificio personal ayudó a calmar el descontento de los trabajadores, además de que tuvo un profundo impacto en la historia

de Toyota: todos en la compañía saben lo que hizo y por qué. La filosofía de Toyota hasta estos días es pensar más allá de los beneficios individuales; es pensar a largo plazo por el bien de la compañía, así como tomar la responsabilidad de los problemas. Kiichiro predicó con el ejemplo. Pero fue Eiji Toyoda, sobrino de Sakichi y primo de Kiichiro, quien terminó de construir la compañía. También estudió ingeniería mecánica en la Universidad Imperial de Tokio. Eiji creció creyendo que la única manera de hacer las cosas es haciéndolas por sí mismo. Con el tiempo, se volvió el presidente de la compañía. Eiji jugó un papel clave en la selección y el empoderamiento de los líderes que conformarían el sector de ventas, manufactura, desarrollo de productos y, lo más importante, del Sistema de producción Toyota. En Toyota siempre se ha pensado en cómo enseñar y reforzar el sistema que llevó a los fundadores de la compañía a trabajar, para verdaderamente innovar y pensar profundamente acerca de los factores actuales que constituyen los problemas. Este es el legado de la familia Toyota (Womack James P. and Jones Daniel T, 2000).

El desarrollo del sistema de producción Toyota cambió al mundo, Eiji Toyoda regresó de un viaje por los Estados Unidos, en donde, en lugar de regresar impresionado con los sistemas de producción, veía áreas de oportunidad dentro de los procesos, y, entonces, llamó a su oficina a Taiichi Ohno. Calmadamente, le asignó a Taiichi una nueva actividad: mejorar el proceso de manufactura de Toyota hasta igualarlo con la productividad de Ford. Según los paradigmas de la producción en masa de esos días, eso era casi imposible para la pequeña Toyota (Perez Gaona, 2009).

En la tabla 1, se puede ver las diferencias que tenían los dos sistemas Ford y Toyota en 1950. Toyota requería adaptar el proceso de manufactura de Ford a sus propios procesos para llegar a obtener una alta calidad, bajos costos, tiempos de entrega cortos y flexibilidad. Afortunadamente para Ohno, la tarea que Eiji le había asignado no significaba competir con Ford sólo se le pidió que se enfocará en el mejoramiento de los procesos de Toyota dentro del mercado japonés (Perez Gaona, 2009).

Tabla 1. Ford vs Toyota en 1950, (Pérez Gaona, 2009)

<i>Ford</i>	<i>Toyota</i>
Estaba diseñado para producir grandes cantidades de un número limitado de modelos.	Necesitaba producir volúmenes bajos de diferentes modelos usando la misma línea de ensamble, porque era lo que demandaba el consumidor en su mercado de autos. Los niveles de demanda eran muy bajos como para tener una línea exclusiva para cada modelo.
Tenía mucho capital y muchos recursos económicos, así como un mercado internacional y nacional que cubrir.	No tenía dinero y tenía que operar en un país pequeño, con pocos recursos y capital. Necesitaba hacer girar el dinero rápidamente (desde recibir la orden hasta el cobro).
Tenía una cadena de suministros completa.	No contaba con una cadena de suministros.

Entonces, Ohno hizo *benchmarking* de las plantas de Estados Unidos y también estudió el libro *Today and Tomorrow* (Hoy y Mañana) de Henry Ford. Después de todo, uno de los puntos que Ohno creía que Toyota necesitaba era un flujo continuo, y el mejor ejemplo que había en ese entonces era la línea de ensamble de Ford (Perez Gaona, 2009).

Toyota no contaba con la capacidad para ensamblar esa cantidad de autos ni un mercado igual al de Estados Unidos como para tener una línea de ensamble como la de Ford en Highland Park, pero sin lugar a dudas, estaban decididos a usar la idea original de Ford sobre el flujo continuo de los materiales entre los procesos y desarrollar un sistema con el flujo de una pieza entre estaciones, que les permitiera ser lo suficientemente flexibles como para cambiar conforme a la demanda del consumidor y, además, ser eficientes. Junto con las lecciones de Henry Ford, el Sistema de producción Toyota tomó prestadas muchas ideas de Estados Unidos (Womack James P. and Jones Daniel T, 2000).

Una idea muy importante fue el concepto del "sistema jalar", el cual fue retomado de los supermercados en Norteamérica. En cualquier supermercado, los artículos individuales se surten conforme estos disminuyen su número dentro del estante, según como la gente los va consumiendo. Aplicar esto en el piso de producción significa que, dentro del proceso no se debe hacer nada (abastecerlo) hasta que el próximo proceso use lo que originalmente había surtido hasta bajar a una pequeña cantidad de inventario de seguridad. En el Sistema de Producción

Toyota, cuando el inventario de seguridad está en su nivel mínimo, entonces se manda una señal para resurtir las partes (esto es mejor conocido como kanban). Lo anterior crea un "jalón", el cual continúa en cascada hacia atrás para iniciar con el ciclo de manufactura. Sin el sistema jalar, el JIT, uno de los dos pilares del Sistema de Producción Toyota, no sería posible, el otro pilar es el jidoka, hacerlo con calidad (Alvarez, 2015).

Toyota también tomó las enseñanzas del pionero americano de la calidad, W. Edwards Deming, quien consideraba que sólo había dos tipos de clientes: los externos y los internos. Cada persona dentro de la línea de producción, o en los negocios, debería ser tratada como "cliente" y eso implicaba darle lo que exactamente necesitaba, en el tiempo que lo requería. Esto fue el origen del principio de Deming, "el siguiente proceso es el cliente", lo cual se volvió una expresión importante en el JIT. Deming alentó a los japoneses a que adoptaran el sistema para la resolución de problemas, que más tarde se convertiría en el Ciclo de Deming o el Ciclo de Planear-Hacer-Revisar-Actuar (PDCA, por sus siglas en inglés), como piedra angular del mejoramiento continuo. (T., 2000)

El término japonés para el mejoramiento continuo con base en la generación e implementación de ideas es *kaizen*, el cual ayuda alcanzar la meta de "Lean", que es eliminar todos los desperdicios en el proceso y *kaizen* es una filosofía completa que lucha por la perfección y mantener el Sistema de Producción Toyota, el cual para los años sesenta, era una filosofía muy poderosa que todo negocio debería aprender.

Toyota dio los primeros pasos para esparcir sus principios a sus proveedores clave. Cuando, en 1973, se tuvo la primera crisis petrolera, Toyota sobresalía de las demás compañías, y viendo esto, el gobierno japonés trató de copiar el sistema de Toyota para pasarlo a las demás empresas. Con este fin, inició la impartición de seminarios a todas las empresas, aunque éstas sólo entendían una fracción de lo que Toyota estaba haciendo. Lo anterior es sólo una parte de lo que ha hecho Toyota para ser lo que hoy en día es. No fue sino hasta 1990 cuando el término de "producción esbelta" fue inventado, dentro del libro *The Machine That Changed The World* (La máquina que cambio al mundo) escrito por Womack James P. and Jones Daniel T.

Para llegar a lo que la Manufactura esbelta es hoy en día, han sucedido una gran cantidad de eventos. Toyota no descubrió el hilo negro; simplemente supo coordinar, unir y trabajar ciertas metodologías y técnicas de una forma disciplinada, con el fin de disminuir los desperdicios dentro de su proceso productivo. Además, basándose en el trabajo duro y el esfuerzo de la mejora continua día con día, logró crear el Sistema de Producción Toyota, que es lo que realmente hace grande a la empresa (Gascón, 2006).

3.6.3 Beneficios y logros de aplicar Manufactura Esbelta

Hernández Matías & Vizán Idoipe (2013) presentan que la industria pionera en la aplicación de manufactura esbelta ha sido la industria automotriz, nació debido a la preocupación constante por mejorar la competitividad. La gran repercusión de cualquier iniciativa en esta industria tuvo un efecto muy positivo en la difusión de estas técnicas, aunque también se extendió la idea falsa de que solo se podía aplicar manufactura esbelta a este sector. En la última década, las industrias de los sectores como el de la alimentación, farmacéutica o bienes de equipo han adoptado con éxito el modelo Lean. Actualmente las experiencias indican que el Lean es aplicable a cualquier tipo de industria, incluso a los servicios.

Con respecto a la mejora continua, Monge et al. (2013) aseguran que la mejora continua es un ingrediente fundamental para la ventaja competitiva, sobrevivencia y crecimiento de las organizaciones, aunque la literatura revela que la manufactura esbelta y la mejora continua no han sido bien comprendidas en occidente, y como consecuencia su implantación no ha sido correctamente adaptada e implementada y que consiste únicamente en aplicar herramientas o técnicas esbeltas de manera aislada, y no como un proceso de mejora continua, debido a esto se generan “silos” esbeltos y no una implantación integral de la filosofía que traería grandes beneficios y ventajas competitivas, esto se debe fundamentalmente a la carencia de compromiso y liderazgo de la alta administración en las plantas occidentales.

3.6.4 Los desperdicios en Manufactura Esbelta

La eliminación total del desperdicio es la clave de la manufactura esbelta. El primer paso para aplicar este sistema de producción consiste en reconocer los tipos de desperdicio, establecer métodos para identificarlos y, posteriormente, enfocarse en su reducción o eliminación (Sanchez Corona, 2016).

Para identificar un desperdicio el método puede ser simple, sin embargo, requiere de mucha disciplina. En la cultura occidental, tendemos a ser inquietos y queremos resultados inmediatos en todas las actividades que realizamos, en las culturas orientales se tiende a ser más contemplativo y esto los lleva a observar una situación de manera exhaustiva hasta lograr

desmenuzar hasta la más pequeña de las actividades que están siendo observadas. Si queremos resolver un problema la mejor manera es ir al piso de la fábrica y observar; esto es lo que los japoneses llaman ir al “*Gemba*”. En occidente normalmente se hace una reunión entre la gerencia y la supervisión para entender el problema. En Japón, la gerencia va al piso de la fábrica a buscar e identificar qué es lo que está sucediendo, conversan con los operarios y en conjunto buscan entender que es lo que está ocurriendo (Magalhaes, 2010).

Una vez identificados los desperdicios es necesario analizar el problema con todos los datos posibles. Por eso es crítico que los operarios estén involucrados en el análisis, pues ellos normalmente son los que mejor conocen el proceso y pueden suministrar mucha información. Una vez tengamos una propuesta de solución, es crítico que dicha solución sea estandarizada, con el fin de garantizar que cada operario que efectúe esa operación disponga del mismo nivel de información y pueda efectuar la operación de la misma manera que todos los demás operarios. Posteriormente, debemos confirmar que efectivamente la solución propuesta está reportando las mejoras esperadas y nuevamente observar la operación en busca de nuevas oportunidades de mejora. Este ciclo es conocido como “*Kaizen*” y es la base de la mejora continua (Magalhaes, 2010).

Para facilitar la investigación de los desperdicios existe una clasificación reconocida mundialmente que nos permite clasificarlos de manera rápida y eficiente ayudándonos a su vez a encontrar soluciones a los problemas sé que generan (Magalhaes, 2010).

Existe un desperdicio muy alto de energía en las industrias, esto debido al mal uso del recurso, ligado a la pésima o algunas ocasiones a la ausencia de planificación en el uso y control de la energía, esto lleva a un sobreconsumo de electricidad, gas u otros tipos de combustibles que la empresa utilice. Las pérdidas, la no utilización de los medios más económicos, el no uso de los sistemas más eficientes tanto para la generación como para el consumo de energía lleva a altos costos que degradan la capacidad generativa de recursos por parte de la organización.

3.6.5 Herramientas y filosofías de la Manufactura Esbelta

Las técnicas que componen manufactura esbelta según Dinas Garay et al. (2009) incluyen kaizen, kanban así como Jidoka, entre otros.

3.6.5.1 Metodología 5'S

La metodología de 5'S fue desarrollada por Hiroyuki Hirano y es considerada como uno de los principios básicos de la manufactura esbelta para maximizar la eficiencia en los lugares de trabajo y dar la posibilidad de contar con diversificación de productos, calidad más elevada, menores costos, entregas fiables, etc. La metodología de implementación tiene como primera parte la recolección de información sobre el nivel de 5'S en el área designada y sobre la cultura organizacional de la empresa objeto del estudio. Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Las 5'S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las 5'S, aunque no nos demos cuenta (Niño Navarrete & Olave Triana, 2004).

Las 5'S son:

- Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente: Seiri
- Ordenar: Seiton
- Limpieza: Seiso
- Estandarizar: Seiketsu
- Disciplina: Shitsuke

El objetivo central de las 5'S es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo, la implantación de una estrategia de 5'S es importante en diferentes áreas, por ejemplo, permite eliminar despilfarros y por otro lado permite mejorar las condiciones de seguridad industrial, beneficiando así a la empresa y sus empleados.

Algunos de los beneficios que genera las estrategias de las 5'S son:

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados
- Mayor calidad
- Tiempos de respuesta más cortos
- Aumenta la vida útil de los equipos
- Genera cultura organizacional
- Reducción en las pérdidas y mermas por producciones con defectos.

Clasificar (seiri)

Clasificar consiste en retirar del área o estación de trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor, ya sea en áreas de producción o en áreas administrativas. Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es llamada "etiquetado en rojo". En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación. Enseguida, estos artículos son llevados a un área de almacenamiento transitorio. Más tarde, si se confirmó que eran innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los que son utilizables para otra operación y los inútiles que serán descartados. Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad de "por si acaso" (Dinas Garay et al., 2009).

Clasificar consiste en:

- Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.
- Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo.
- Separa los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.
- Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden producir averías.

- Eliminar información innecesaria y que nos pueden conducir a errores de interpretación o de actuación.

Los beneficios de clasificar

Al clasificar se preparan los lugares de trabajo para que estos sean más seguros y productivos. El primer y más directo impacto está relacionado con la seguridad. Ante la presencia de elementos innecesarios, el ambiente de trabajo es tenso, impide la visión completa de las áreas de trabajo, dificulta observar el funcionamiento de los equipos y máquinas, las salidas de emergencia quedan obstaculizadas haciendo todo esto que el área de trabajo sea más insegura.

Clasificar permite:

- Liberar espacio útil en planta y oficinas.
- Reducir los tiempos de acceso al material, documentos, herramientas y otros elementos.
- Mejorar el control visual de *stocks* (inventarios) de repuesto y elementos de producción, carpetas con información, planos, etc.
- Eliminar las pérdidas de productos o elementos que se deterioran por permanecer un largo tiempo expuestos en un ambiente no adecuado para ellos; por ejemplo, material de empaque, etiquetas, envases plásticos, cajas de cartón y otros.
- Facilitar control visual de las materias primas que se van agotando y que requieren para un proceso en un turno, etc.
- Preparar las áreas de trabajo para el desarrollo de acciones de mantenimiento autónomo, ya que se puede apreciar con facilidad los escapes, fugas y contaminaciones existentes en los equipos y que frecuentemente quedan ocultas por los elementos innecesarios que se encuentran cerca de los equipos.

Ordenar (seiton)

Consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Ordenar en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales. Algunas estrategias para este proceso de "todo en su lugar" son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular y/o gabinetes para tener en

su lugar cosas como un bote de basura, una escoba, trapeador, cubeta, etc., es decir, "un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar". (Dinas et al, 2009)

El ordenar permite:

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro.
- En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, etc.
- Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza.
- Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.
- Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción.

Los beneficios para el trabajador.

- Facilita el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo.
- Se mejora la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- El aseo y limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad.
- La presentación y estética de la planta se mejora, comunica orden, responsabilidad y compromiso con el trabajo.
- Se libera espacio.
- El ambiente de trabajo es más agradable.
- La seguridad se incrementa debido a la demarcación de todos los sitios de la planta y a la utilización de protecciones transparentes especialmente los de alto riesgo.

- Los beneficios organizativos: La empresa puede contar con sistemas simples de control visual de materiales y materias primas en stock de proceso.
- Eliminación de pérdidas por errores.

- Mayor cumplimiento de las órdenes de trabajo.
- El estado de los equipos se mejora y se evitan averías.
- Se conserva y utiliza el conocimiento que posee la empresa.
- Mejora de la productividad global de la planta.

Limpieza (seiso)

Limpieza significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Desde el punto de vista del Mantenimiento Productivo Total (TPM, por sus siglas en inglés *Total Productive Maintenance*) implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de *Fuguai* (término japonés que significa defecto). Limpieza incluye, además de la actividad de limpiar las áreas de trabajo y los equipos, el diseño de aplicaciones que permitan evitar o al menos disminuir la suciedad y hacer más seguros los ambientes de trabajo.

Para aplicar la limpieza se debe:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo: "la limpieza es inspección".
- Se debe abolir la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.
- El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo. No se trata de una actividad simple que se pueda delegar en personas de menor calificación.
- No se trata únicamente de eliminar la suciedad. Se debe elevar la acción de limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar sus causas primarias.

Los beneficios de la limpieza:

- Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- Mejora el bienestar físico y mental del trabajador.
- Se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.
- Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza.

- La limpieza conduce a un aumento significativo de la Efectividad Global del Equipo (OEE, por sus siglas en inglés *Overall Equipment Effectiveness*).
- Se reducen los despilfarros de materiales y energía debido a la eliminación de fugas y escapes.
- La calidad del producto se mejora y se evitan las pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque. (Miranda & Vázquez Rojas, 2015)

Estandarizar (seiketsu)

El estandarizar pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3'S. El estandarizar sólo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores. En esta etapa o fase de aplicación que debe ser permanente, son los trabajadores quienes adelantan programas y diseñan mecanismos que les permitan beneficiarse a sí mismos.

Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer, otra es el desarrollo de unas normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo. (Dinas at al, 2009)

La estandarización pretende:

- Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras S.
- Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.
- Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal.
- En lo posible se deben emplear fotografías de cómo se debe mantener el equipo y las zonas de cuidado.
- El empleo de los estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento.
- Las normas de limpieza, lubricación y aprietes son la base del Mantenimiento Autónomo.

Beneficios de estandarizar

- Se guarda el conocimiento producido durante años de trabajo.
- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Los operarios aprenden a conocer con detenimiento el equipo.
- Se evitan errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares.
- Se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo.
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta.

Disciplina (shitsuke)

Significa evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan. (Dinas at al, 2009)

La disciplina es el canal entre las 5'S y el mejoramiento continuo. Implica control periódico, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo, por las demás y mejores calidades de vida laboral, además:

- El respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable.
- Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- Promover el hábito de auto-controlar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.
- Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración.

- Mejorar el respeto de su propio ser y de los demás beneficios de estandarizar.
- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- La disciplina es una forma de cambiar hábitos.
- Se siguen los estándares establecidos y existe una mayor sensibilización y respeto entre personas.
- La moral en el trabajo se incrementa.
- El cliente se sentirá más satisfecho ya que los niveles de calidad serán superiores debido a que se han respetado íntegramente los procedimientos y normas establecidas.
- El sitio de trabajo será un lugar donde realmente sea atractivo llegará cada día.

3.6.5.2 Justo a tiempo

Justo a Tiempo es una filosofía industrial que consiste en la reducción de desperdicio (actividades que no agregan valor) es decir todo lo que implique sub-utilización en un sistema desde compras hasta producción. Existen muchas formas de reducir el desperdicio, pero el Justo a Tiempo se apoya en el control físico del material para ubicar el desperdicio y finalmente, forzar su eliminación.

La idea básica del Justo a Tiempo es producir un artículo en el momento que es requerido para que este sea vendido o utilizado por la siguiente estación de trabajo en un proceso de manufactura. Dentro de la línea de producción se controlan en forma estricta no sólo los niveles totales de inventario, sino también el nivel de inventario entre las células de trabajo. La producción dentro de la célula, así como la entrega de material a la misma, se ven impulsadas sólo cuando un stock (inventario) se encuentra debajo de cierto límite como resultado de su consumo en la operación subsecuente. Además, el material no se puede entregar a la línea de producción o la célula de trabajo a menos que se deje en la línea una cantidad igual. Esta señal que impulsa la acción puede ser un contenedor vacío o una tarjeta Kanban, o cualquier otra señal visible de reabastecimiento, todas las cuales indican que se han consumido un artículo y se necesita reabastecerlo. La figura 5 nos indica cómo funciona el Sistema Justo a Tiempo. (Alvarez, 2015)

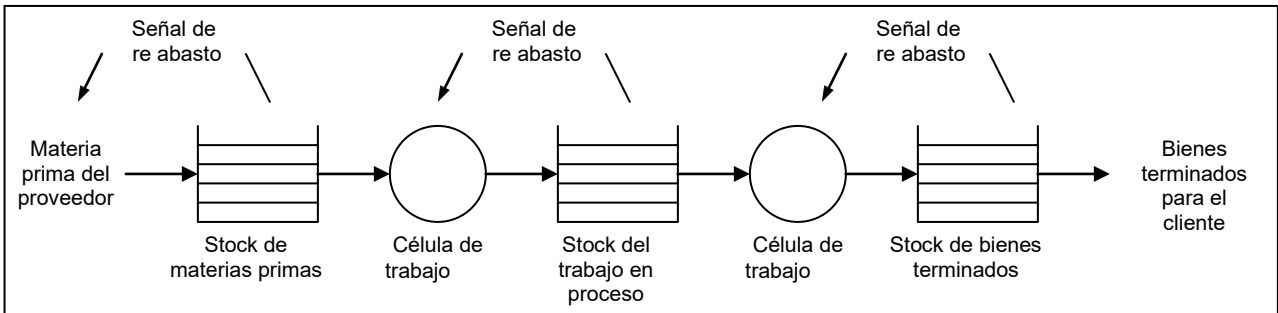


Figura 4. Funcionamiento del JIT

$$\text{TEC} = \text{TET}$$

Dónde:

TEC: Tiempo de Entrega Cliente

TET: Tiempo de Entrega Total = TEM + TEA

TEM: Tiempo de Entrega Manufactura

TEA: Tiempo de Entrega Agregado

Si el TET es mayor al TEC, será necesario empujar las materias primas o componentes, reduciendo el TEM y el TEA.

1. Igualar la oferta y la demanda
2. El peor enemigo: el desperdicio

Eliminar los desperdicios desde la causa raíz realizando un análisis de la célula de trabajo.

Algunas de las causas de desperdicios son:

- Desbalanceo entre trabajadores-proceso
- Problemas de calidad
- Mantenimiento preventivo insuficiente
- Re trabajos, reprocesos
- Sobreproducción, sobrecompras
- Gente de más, gente de menos

Los tipos de desperdicios son presentados en la tabla 2 donde se puede observar la forma de eliminar dichos desperdicios (Sánchez Corona, 2016b).

Tabla 2. Tipos de desperdicios

<i>Desperdicio</i>	<i>Forma de eliminarlos</i>
Sobreproducción	Reducir los tiempos de preparación, sincronizando cantidades y tiempos entre procesos, haciendo sólo lo necesario.
Espera	Sincronizar flujos, balancear cargas de trabajo y trabajador flexible.
Transporte	Distribuir las localizaciones para hacer innecesario el manejo / transporte. Racionalizar aquellos que no se pueden eliminar.
Proceso	Analizar si todas las operaciones deben de realizarse o pueden eliminarse algunas sin afectar la calidad el producto / servicio.
Inventarios	Acortar los tiempos de preparación, de respuesta y sincronizarlos.
Movimiento	Estudiar los movimientos para buscar economía y conciencia. Primero mejorar y luego automatizar.
Productos defectuosos	Desarrollar el proyecto para prevenir defectos, en cada proceso ni hace ni aceptar defectos. Hacer los procesos a prueba de tontos.

Por lo tanto, se debe producir solo las unidades necesarias en las cantidades necesarias en el tiempo necesario según se observan los desperdicios en la tabla antes mencionada.

Para lograrlo se tiene dos tácticas:

- Tener los tiempos de entrega muy cortos.

Es decir, que la velocidad de producción sea igual a la velocidad de consumo y que se tenga flexibilidad en la línea de producción para cambiar de un modelo a otro rápidamente.

- Eliminar los inventarios innecesarios.

Para eliminar los inventarios se requiere reducirlos poco a poco.

En la tabla 3, es posible apreciar los tipos de inventarios y la forma de reducirlos estos son propuestos en un trabajo anterior de investigación propuesto por Sánchez Corona, 2016b.

Tabla 3. Tipos de inventarios (Sánchez Corona, 2016b)

<i>Tipo de inventario</i>	<i>Forma de reducción</i>
Trabajo en proceso	Reducir el tamaño del lote. Eliminar las colas.
Materias primas	Recibos directos, pequeños y frecuentes al lugar de trabajo.
Producto terminado	Producir lo que vende. Embarcar frecuentemente y en cantidades menores.
A la función	De ciclo. Disminuir el tiempo de preparación. De seguridad. Reducir la incertidumbre sobre la calidad y cantidad de material. Buffer. Eliminar colas, dar fluidez. En tránsito. Programar, coordinar y anticipar. Programación nivelada.

La búsqueda de la mejora en la minimización de inventarios debe ser constante, tenaz y perseverante paso a paso para así lograr las metas propuestas de acuerdo a lo descrito en la tabla anterior.

La Mejora Continua hace énfasis en que es primero el ser humano, por lo cual la gente es el activo más importante. Justo a Tiempo considera que el hombre es la persona que está con los equipos, por lo que son claves sus decisiones y logran llevar a cabo los objetivos de la empresa.

Algunas de las actividades a realizar para cumplir con este punto son:

- Reducir el miedo a la productividad, practicando la apertura y confianza.
- Tener gente multifuncional.
- Tener empleos estables.
- Tener mayor soporte del personal al piso.

La sobreproducción = ineficiencia

Eliminar el "por si acaso" utilizando otros principios como son la Calidad Total, involucramiento de la gente, organización del lugar de trabajo, Mantenimiento Productivo Total (TPM), Cambio rápido de modelo (SMED, por sus siglas en inglés *Single-Minute Exchange of Die*), simplificar comunicaciones, etc.

Las metas actuales tienden a ser a corto plazo, hay que reevaluar los sistemas de medición, de desempeño, etc. Para realizar estas evaluaciones se tiene que tomar en cuenta el Sistema de Planeación Justo a Tiempo, el cual consiste en un modelo pentagonal, en el cual cada una de las aristas representa un elemento del sistema:

Distribución Física:

Formado por celdas y tecnología de grupos, nos dice cómo manejar y distribuir los recursos físicos con que contamos. En vez de contar con departamentos especializados en una operación, se busca trabajar con todas las operaciones en un solo lugar, formando mini-fabriquetas completas y controlables.

Ventaja de la Gente:

El trabajo en equipo para solucionar problemas, así como la cercanía de las diversas máquinas en una celda propiciando la multifuncionalidad de la gente.

Flujo Continuo:

Se requiere de alta calidad para evitar los paros por defectos, y mantenimiento preventivo para evitar paros no programados de equipo.

Operación Lineal:

La forma de desplazar el producto será de uno en uno, ya que de otra manera los tiempos de entrega son altos (hay que esperar en cada paso a que se termine con todo un lote para pasarlo adelante) y los desperdicios se ocultarían en el inventario del bulto.

Demanda y Suministro de Confiables:

Una de las causas de los problemas con los suministros, es la inestabilidad: nadie sabe cuándo le van a comprar ni cuánto porque todo el mundo cambia a cada rato de proveedor buscando mejores precios. Justo a Tiempo visualiza la cooperación y confianza mutua.

3.6.6 Mejora Continua

La mejora continua consiste en la aplicación de herramientas que permitan optimizar los resultados de los procesos, incrementando sus niveles de eficiencia y eficacia en toda la cadena de valor (Sotil Ureta et al., 2014).

Román Sánchez et al. (2005) comentan que la mejora continua se convierte en un objetivo que, por definición, nunca llega a su fin.

Luchar contra los desperdicios en las industrias implica que a través de la mejora continua de todos y cada uno de los procesos y actividades implicadas en la gestión de la organización deben lograrse superar de manera constante los niveles de performance antes obtenidos. Entre los cuales se encuentran menos defectos, mayores niveles de productividad, menores costos, mejores niveles de satisfacción, menores tiempos de entrega y ciclos de diseño y puesta en el mercado más cortos, todos estos son fundamentales hoy día para que las empresas puedan ser consideradas de Clase Mundial, y por tanto poder competir dentro de la economía globalizada.

La mejora continua inicia en el exterior con un enfoque en el cliente, es decir entendiendo lo que el cliente quiere garantizando que reciba su producto o servicio y asegurando su retroalimentación. La búsqueda con la implantación de una filosofía de mejora continua es perseguir mayor eficiencia y productividad de sus procesos, es así como llegan los principios y la metodología de manufactura esbelta (Gibaja & Zárata, 2014).

Chipana Alarcón & Gallardo Torres (2011) definen la mejora continua como la actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos considerándola como una estrategia de acción y utilización de recursos productividad de un proceso.

La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo que debe ser permanente de ésta según mencionan García P. et al. (2003), así también definen la mejora continua como la actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos siendo los requisitos la necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria en alguna norma y que las mejoras continuas de los procesos deben ser con base en mediciones objetivas.

3.7 Productividad

Molano (2012) define la productividad como “hacer más con menos” menciona que hay varias causas que afectan la productividad y que hay mucho que hacer en las empresas mexicanas para elevar la productividad.

La productividad es un indicador relativo que mide la capacidad de un factor productivo, o varios, para crear determinados bienes, por lo que al incrementarla se logran mejores resultados, considerando los recursos empleados para generarlos. La importancia de la productividad radica en el uso como indicador para medir la situación real de la economía de un país, de una industria o de la gestión empresarial. Miranda & Toirac (2010) también menciona que la productividad es clave para la creación de riqueza, ya que unos mayores beneficios permiten invertir en la mejora de los recursos productivos, como nuevas tecnologías (autofinanciamiento), que le dará ventaja competitiva en el mercado e incrementar los sueldos, lo que acrecentará el volumen de la demanda agregada, que se traduce en dinamización de la economía.

La discusión sobre sustentabilidad, manufactura esbelta y productividad constituye un eje estratégico para el éxito y la competitividad de cualquier sistema, empresa u organización. Según Calvente (2007), el concepto de sustentabilidad emergió de hitos históricos que marcaron la agenda global en desarrollo ambiental y socioeconómico. El primero de estos eventos se remonta a 1983, cuando las Naciones Unidas crearon la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo (WCED, por sus siglas en inglés *World Commission on Environment and Development*), presidida por Gro Harlem Brundtland, entonces Primer Ministro de Noruega. Los informes de esta comisión introdujeron por primera vez la necesidad de evaluar cualquier acción organizacional desde tres perspectivas interdependientes: económica, ambiental y social. Este

enfoque tridimensional no solo redefine el concepto de desarrollo sostenible, sino que también establece un marco que permite incrementar la productividad, al enfatizar la eficiencia en la utilización de recursos, la reducción de desperdicios y la optimización de procesos productivos (Calvente, 2007).

Posteriormente, en 1992, la Cumbre de la Tierra (*Earth Summit*) en Río de Janeiro consolidó la acción de las Naciones Unidas en torno al medio ambiente y el desarrollo sostenible. En este evento se adoptaron 27 principios de sustentabilidad, formalizados en la Agenda 21, que promovieron la creación de organismos, asociaciones y programas de investigación dedicados a la integración de la sustentabilidad en la gestión organizacional (Calvente, 2007). Von Geibler et al. (2010) destacan que la diferenciación entre un desarrollo sostenible y uno no sostenible requiere analizar la interacción entre los sistemas sociales y los ecosistemas a través de indicadores específicos. Desde esta perspectiva, la incorporación de principios sostenibles en los procesos productivos no solo asegura la conservación ambiental y la equidad social, sino que también impacta directamente en los niveles de productividad, al permitir la identificación de áreas de mejora, la reducción de desperdicios materiales y energéticos, y la optimización de los procesos operativos.

La productividad es un concepto que por necesidad asocia el producto obtenido con los medios o recursos utilizados para lograrlo, aunque se pueden presentar problemas referidos a su medición. En términos generales según menciona (Hernández Laos, 2002), es posible cuantificar el desempeño de productividad a muy diferentes niveles de agregación sectorial y factorial. En la escala más sencilla, la productividad se mide a nivel de producto específico es decir en términos físicos que pueden ser por unidad de insumo. A medida que se trasciende la unidad física del producto y se considera, por ejemplo, la producción de toda una rama productiva o de la economía nacional, por ejemplo, se debe recurrir a la valuación de productos heterogéneos a través de sus respectivos precios, los cuales deben permanecer constantes a lo largo del período de análisis.

De manera similar, cuando se incluye en las mediciones de productividad no sólo un insumo homogéneo como el caso de las horas-hombre sino varios insumos simultáneamente, se busca

cuantificar la llamada productividad multifactorial, la cual reclama de la agregación de diferentes insumos productivos. Es el caso de la medición del producto por unidad de insumos primarios, es decir, capital y trabajo, medición a la que suele llamársele Productividad Total de los Factores (PTF). (Prokopenko, 1989)

Los procedimientos metodológicos para lograrlo de manera satisfactoria requieren, en la mayoría de los casos, de numerosos supuestos sobre el comportamiento de los agentes productivos, tanto en los mercados de productos como de factores, aunque aquí entraremos a esa discusión. Formulada de esta manera, es posible entonces “descomponer” la tasa de crecimiento medio anual de la productividad del trabajo en sus dos elementos principales: (Prokopenko, 1989)

- a) La parte que obedece a la acumulación de capital físico por hombre ocupado.

- b) La parte que deriva de una utilización más eficiente de los recursos y que se cuantifica por la evolución de la PTF. A esta descomposición se le denomina fuentes del crecimiento de la productividad y su interés radica en que los factores que determinan cada uno de esos componentes provienen de muy diferentes fuerzas causales en la economía. (Hernández Laos, 2002).

3.7.1 Evolución de la productividad en México

La productividad como cualquier fenómeno económico en México, su medición es muy sensible a la información utilizada en su cuantificación. Con fines de análisis de largo plazo y su desagregación sectorial, Hernández Laos (2002) hace referencia a dos estimaciones alternativas de productividad que se basan en información estadística.

Cancino et al. (2011) mencionan que mientras no seamos capaces de ser más productivos estaremos condenados a una economía que no crece; y esto hace imposible que resolvamos nuestros problemas más apremiantes como la pobreza o la inseguridad, en la cual las empresas manufactureras no están exentas. Si el desarrollo es el fin último en la búsqueda del bienestar social, la productividad es una condición necesaria y, en algunos casos, suficiente para lograrlo.

En México, la mayor parte de los estudios sobre productividad se centran en estimaciones a nivel nacional, mientras que los análisis que abordan la medición estatal se limitan principalmente a las actividades industriales, especialmente las del sector manufacturero, lo que evidencia un vacío de información estadística útil y práctica sobre productividad en el país (Cancino et al., 2011). Esta carencia ha impulsado iniciativas como las del Centro de Investigación para el Desarrollo, A.C. (CIDAC), que buscan medir la productividad a nivel estatal considerando todos los sectores económicos, con el objetivo de ofrecer una visión más integral y representativa del desempeño económico regional. En este sentido, la productividad se reconoce como una variable estratégica para el crecimiento económico, ya que su medición sistemática permite generar diagnósticos precisos, desarrollar modelos adecuados y diseñar políticas efectivas que fortalezcan la competitividad y el desarrollo sostenible del país. Como señalan Cancino et al. (2011), México requiere un cambio de paradigma en su modelo de crecimiento, donde reconocer que la productividad importa constituye el primer paso indispensable para establecer las condiciones necesarias que impulsen la eficiencia económica, la optimización de recursos y el rendimiento de todos los sectores productivos, contribuyendo así a un desarrollo económico más sólido y sostenible.

3.7.2 Importancia de una empresa productiva

El incremento de la productividad constituye un factor determinante para el desempeño organizacional, dado que sus efectos se reflejan de manera directa en los bienes y servicios producidos. Según Miranda & Toirac, L. (2010), un mayor nivel de productividad se traduce, en el mediano plazo, en mejor calidad y precios más competitivos, lo que a su vez incrementa la rentabilidad de la empresa. Este vínculo evidencia que la productividad no solo optimiza los procesos internos, sino que también impacta estratégicamente en la posición competitiva y sostenibilidad económica de la organización.

De acuerdo con Vera Ferrer (1989) los sectores productivos han establecido un acuerdo nacional orientado a mejorar la productividad y la calidad en diversas ramas económicas. Para ello, se han diseñado e implementado programas específicos como la introducción de nuevas tecnologías, modernización de maquinaria, mejora de métodos de producción y reorganización del trabajo cuyos resultados buscan incrementar los salarios del personal, y a largo plazo, elevar la rentabilidad de las empresas.

Cancino et al. (2011) comentan que el crecimiento de la productividad es el indicador individual más importante sobre la salud de las economías ya que impacta los ingresos reales, la competitividad, la inflación, las tasas de interés, las ganancias de las empresas y los precios de las acciones en la bolsa motivo por el cual las organizaciones necesitan ser productivas.

3.7.3 Medición de la productividad en las industrias

La competitividad se puede traducir como “posibilidad que tienen las organizaciones o ciudadanos para alcanzar un nivel de vida elevado y creciente; dicho nivel está determinado por la productividad con la que se utilizan los recursos, el producto por unidad de trabajo o el capital utilizado. Además, la competitividad se logra alcanzando una mayor productividad en los negocios existentes o incursionando exitosamente en negocios de mayor productividad, donde las variables productividad y calidad de vida son fundamentales como parte de la ecuación (Ibarra Cisneros et al., 2017).

La competitividad se medirá según mencionan Ibarra Cisneros et al. (2017) por el nivel de vida alcanzado y su crecimiento, el nivel y el crecimiento de la productividad agregada y la capacidad de las empresas nacionales para aumentar su penetración en los mercados mundiales a través de exportaciones o inversiones extranjeras directas.

La medición de la productividad está conformada por muchos aspectos y áreas en las cuales repercute y tiene influencia la productividad. La productividad está en toda la organización y ésta se puede ver en cualquier área de la empresa. Es importante considerar y tener presente una serie de indicadores, los cuales harán que la empresa se enfoque en ellos para poder ver los avances o retrocesos que surjan en los distintos procesos de la organización y así lograr los impactos. (Morales Sandoval, 2014)

3.7.4 Delimitaciones al medir productividad

Ibarra Cisneros et al. (2017) comentan que se requiere que las empresas alcancen un alto nivel de productividad, calidad, flexibilidad y agilidad, que les permita sostener una ventaja competitiva estratégica y generar redes empresariales para acelerar los procesos de aprendizaje colectivo.

Al medir la productividad es necesario transformar el tiempo no productivo en tiempo productivo, que repercute en un incremento de la capacidad de producción y de la productividad de la planta (Espin Carbonell, 2013).

Benites Gutierrez et al. (2016) comentan que el uso intensivo y eficiente de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) constituye un factor crítico clave para el desarrollo sostenible y lograr los objetivos de productividad y competitividad de las empresas, y que para medir la productividad de las PyMES es posible usar indicadores construidos a partir de la percepción del gerente de la empresa sobre su posición competitiva, frente a la opción de usar indicadores procedentes de la información contable y así evitar omitir indicadores blandos (de activos intangibles, fundamentales para la competitividad). Para medir esta variable utilizaron la metodología de Quinn y Rohrbaugh (1983), siendo una de las más aceptadas a escala internacional, que correlaciona el rendimiento con variables como innovación, este modelo

establece un marco para el análisis organizacional y tiene tres ejes o dimensiones de eficiencia. El primero se relaciona con el enfoque de la organización, que va desde un punto de vista interno (basado en los procesos internos) a uno externo (relación de la empresa con el entorno); el segundo se centra en la estructura organizacional desde la estabilidad hasta la flexibilidad y el tercero se relaciona con los medios y fines organizacionales.

3.8 Industrias manufactureras

En los últimos años se ha presenciado una pérdida de participación de la industria manufacturera las actividades económicas de México; a causa de sus niveles bajos en productividad y competitividad. Por lo anterior y dada la importancia de la manufactura como una actividad generadora de empleos, así como del valor agregado, se hace necesario establecer la importancia en la dinámica económica del país (Martínez Miranda & Vazquez Rojas, 2015).

Se conoce que la manufactura comenzó a desarrollarse dentro de una economía bajo la estructura productiva nacional, esto incide en que los productos de consumo procedentes de la manufactura eran destinados para comercializarlos dentro del territorio mexicano y desalentar el consumo de productos importados. (Guzmán, Juárez del Toro, & Molina Morejón, 2024)

La industria manufacturera es aquella que se dedica exclusivamente a la transformación de la materia prima en bienes finales de consumo, listos para su comercialización directa o a través de distribuidores que los aproximan a sus diversos públicos de destino. Es por tal razón que se le considera parte del sector secundario de la economía de un país, ya que el sector primario es justamente el encargado de la obtención y procesamiento de la materia prima en estado bruto. La industria fabril o manufacturera, en cambio, se enfoca a la obtención de productos elaborados mediante procesos complejos de industrialización y producción en masa. (Alvarez, 2015)

Autores como Martínez Miranda & Vazquez Rojas (2015) mencionan que independientemente de la apertura comercial, los estados de la frontera norte comenzaban a construir una importante base industrial desde los años setentas, ya que iniciaban en los estados del norte como Baja California que fueron inicialmente los que desarrollan una manufactura incipiente por la cercanía

con los Estados Unidos pese a que el modelo de sustitución de importaciones aglomeraba la actividad manufacturera en el centro del país.

Es importante hacer evidente que la industria manufacturera requiere adaptar mejores técnicas, filosofías o procesos de producción con el fin de elevar su eficiencia. Las empresas manufactureras del país necesitan la aplicación de actividades de investigación y desarrollo, ya que estas tienden a tener efectos positivos y significativos en los niveles de eficiencia en las industrias, debido a que para reflejar mayores niveles de crecimiento de productividad se requiere de un mejor uso eficiente de todos los recursos por parte de la organización o industria. (Morales Sandoval, 2014)

Díaz Bautista & Sáenz Castro (2002) analizan la productividad total factorial (PTF) y el crecimiento económico de México, enfocándose en la importancia al crecimiento endógeno en las economías como factor decisivo del incremento de la PTF. La productividad de las regiones de México se incrementa, sumando a ello que la tasa de crecimiento de la PTF de las regiones norte y central oeste es más de dos veces la tasa de crecimiento del resto del país debido al incremento de tecnología en los procesos productivos.

Díaz Gonzalez (2006) comenta que la liberalización comercial y la creciente participación de México en las exportaciones mundiales y el establecimiento de empresas extranjeras, se han identificado como la fuente del crecimiento de la productividad, aunque no se tienen mediciones concluyentes acerca de que dicho aumento en la productividad ocurra efectivamente de manera positiva.

Las industrias en su búsqueda por incrementar la productividad, las industrias han adoptado estrategias y prácticas como las metodologías Lean y sustentables. Estas se centran en implementar procesos de manufactura sustentable que integran, por un lado, las prácticas Lean, orientadas a responder eficazmente a la demanda de los clientes, y por otro, las prácticas sustentables, enfocadas en reducir el impacto ambiental, generar beneficios sociales y mantener un equilibrio en el uso de los recursos económicos. En los últimos años, la combinación de prácticas Lean y sustentables ha ganado gran popularidad. (Leong et al., 2019)

Verrier et al. (2016) proponen un modelo de madurez para combinar herramientas de manufactura esbelta con prácticas ambientales y de sostenibilidad, basado en observaciones industriales reales y en investigación científica evidenciando que hay diversos casos de éxito implementadas

3.8.1 Clasificación de las industrias manufactureras

Para poder establecer la clasificación de las industrias manufactureras es necesario mencionar que la manufactura es una actividad económica secundaria la cual se dedica a transformar la materia prima en materiales o sustancias con el fin de obtener nuevos productos terminados. Las manufacturas se pueden realizar en hogares, pequeños establecimientos y talleres, así como también en grandes maquiladoras o plantas industriales. (Benites Gutierrez et al. 2016)

La industria manufacturera concentra 10% de las unidades económicas a nivel nacional en nuestro país y es posible clasificarlas de acuerdo al número de trabajadores que en la industria laboren, según el número de trabajadores que ocupa la industria manufacturera, se divide en micro, pequeñas, medianas y grandes unidades económicas como se muestra en la figura 7.



Figura 5. División de las industrias por número de trabajadores (Instituto Nacional de Estadística y Geografía., 2015).

En la figura 8, se observa que el mayor porcentaje de unidades económicas corresponde a los micros empresas, pero el mayor porcentaje de trabajadores, remuneraciones y producción se registra en las grandes industrias manufactureras.



Figura 6. Características de la industria manufacturera según tamaño de unidad económica (Instituto nacional de estadística y Geografía., 2015)

Mendez Lugo (1995) comenta que, aunque existen diferencias en la definición de la microempresa, generalmente se acepta que son unidades productivas de hasta 15 empleados, considerando que una parte de los que laboran no tienen un salario y no siempre se presenta la relación patrón-asalariado. En un buen número de casos la microempresa puede estar asociada al trabajo familiar o de miembros de la familia extensa. La pequeña empresa abarca las unidades productivas entre 16 y 100 trabajadores y a partir de los 101 hasta los 250 empleados se considera ya como mediana empresa.

Las PyMES manufactureras en el país y particularmente en la región de Baja California, México, la cual está conformada por cinco municipios: Ensenada, Mexicali, Playas de Rosarito, Tecate y Tijuana, son la base del tejido industrial del estado, ya que son generadoras de una parte significativa del empleo formal, así como de su contribución al crecimiento económico. Baja California, al ser un estado fronterizo se caracteriza por su vocación industrial destacando las industrias aeroespaciales, electrónica, metalmecánica, de insumos médico y automotriz. Por esta razón, la industria manufacturera contribuye con 54% del producto interno bruto (PIB) del sector industrial, destacando el de maquinaria y equipo. (Ibarra Cisneros et al., 2017).

En la clasificación de las grandes industrias se encuentran todas aquellas industrias manufactureras que cuenten con 251 empleados o más, no teniendo un límite máximo de cantidad de personal activo.

3.8.2. Importancia de las industrias en la comunidad

La actividad industrial manufacturera ha tenido mucho éxito en Baja California por las ventajas que ofrece. Es la región que cuenta con más establecimientos, la segunda con más personal ocupado y con mayor monto de valor agregado en el país (INEGI, 2015). En este estado, la actividad maquiladora se inició al amparo del régimen de zona libre que regía en los años 60's y que permitía la libre importación de maquinaria y equipo, materias primas e insumos; de aquí se extendió al resto de la frontera norte, posteriormente a las costas y otras fronteras y finalmente a todo el país.

Históricamente la inversión predominante en esta zona ha sido norteamericana esto debido a la proximidad de México con Estados Unidos, pero en los últimos años las inversiones asiáticas y europeas han cobrado especial impulso para dinamizar en mayor medida la actividad comercial y el desarrollo económico.

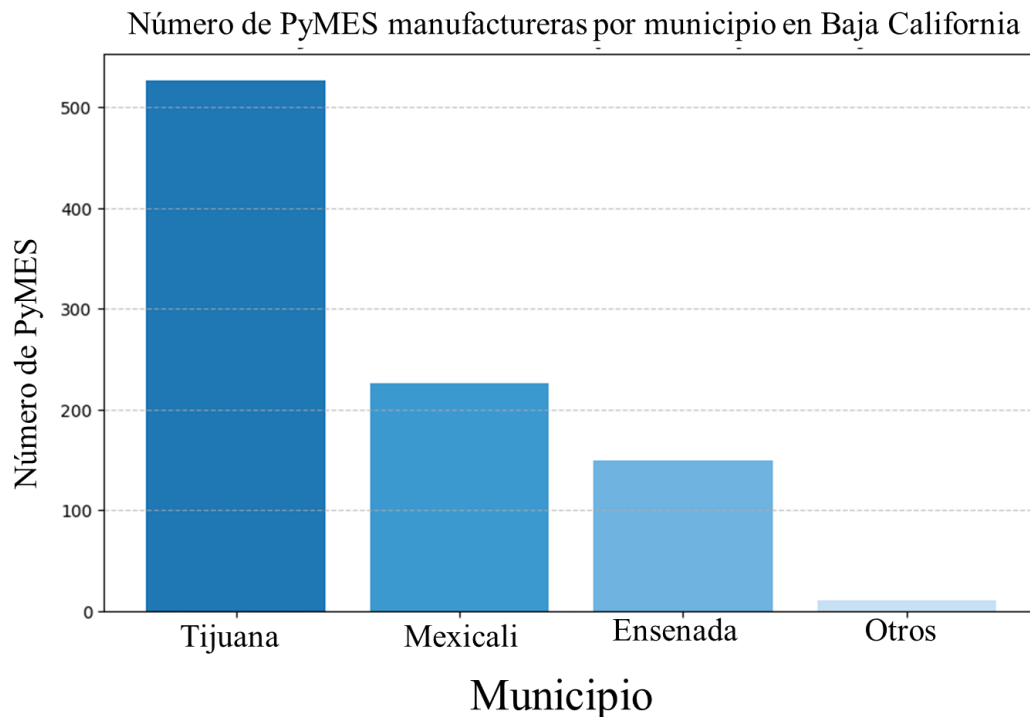
Los insumos que se importan en Baja California para consumo de las maquiladoras registran un incremento importante, llegando en el 2013 a los 15,481 millones de dólares según lo mostrado en INEGI (2015).

El valor agregado que genera la industria maquiladora en términos monetarios es el gasto que realiza en sueldos y salarios, materias primas y auxiliares nacionales, envases y empaques nacionales, gastos diversos, utilidades y otros conceptos. El valor exportado es la suma del valor agregado y los insumos importados y esto hace que sea el agregado monetario más amplio de la actividad. Tan solo en el 2013, en Baja California se generaron 25,353 millones de dólares de valor exportado, destacando la importancia que tiene esta actividad en la economía regional (INEGI, 2015).

3.8.3. Industrias en Mexicali, Baja California

Mexicali, Baja California está representada por importantes firmas de clase mundial que tienen operaciones de manufactura, dentro de las cuales se destacan: Toyota, LG Electronics, Honeywell, Hyundai, Samsung, Thomson, Sharp, Greatbatch, Carefusion, Rockwell Collins, Emerson, Kenworth, Gulfstream, UTC Aerospace Systems, Lockheed Martin, Panasonic, Skyworks, Smiths, Tyco y Furukawua de México.

Ibarra Cisneros et al., (2017) realizó un análisis considerando el número de PyMES manufactureras por municipio en Baja California, la información se presenta en la gráfica 1.



Gráfica 1. Número de PyMES manufactureras por municipio en Baja California, (Ibarra Cisneros et al., 2017)

La tabla 4 presenta un análisis de los niveles de competitividad de las empresas en Mexicali, desagregado por tipo de empresa, subsector y dimensiones funcionales. En el caso de las medianas empresas, se observa que la mayoría (54%) se ubica en un nivel bajo de competitividad, mientras que un grupo menor (30%) alcanza un nivel muy alto, evidenciando una concentración en los rangos extremos. Por su parte, las pequeñas empresas presentan una distribución más equilibrada entre bajo (41%) y medio nivel (46%), con solo una minoría alcanzando niveles muy altos de competitividad (Ibarra Cisneros et al., 2017).

Al analizar los subsectores manufactureros, destaca la industria de maquinaria y equipo, donde un elevado 66% de las empresas se sitúa en nivel bajo, mientras que el resto se clasifica en nivel

muy alto, sin presencia en el nivel medio. Esta concentración indica que, en determinados sectores, la brecha de competitividad es más pronunciada.

En cuanto a las dimensiones funcionales, en seis de las ocho consideradas se mantiene un equilibrio entre las empresas con nivel bajo y medio de competitividad, aunque se observa una tendencia general a la disminución. Sin embargo, en las dimensiones de contabilidad y finanzas y gestión, el 50% de las empresas se encuentra en nivel bajo, lo que sugiere áreas críticas que podrían requerir intervención estratégica para mejorar la competitividad general.

En conjunto, la tabla 4 evidencia que la competitividad en Mexicali oscila principalmente entre los niveles bajo y medio, con algunos sectores y dimensiones mostrando una concentración en extremos, lo que subraya la importancia de políticas orientadas a fortalecer la productividad y el desempeño organizacional en las empresas locales información que mencionan Ibarra Cisneros et al. (2017).

Tabla 4. Análisis de los niveles de competitividad de las empresas en Mexicali

<i>Categoría</i>	<i>Subcategoría / Subsector / Dimensión</i>	<i>Bajo Nivel de Competitividad (%)</i>	<i>Medio Nivel de Competitividad (%)</i>	<i>Muy Alto Nivel de Competitividad (%)</i>
Medianas empresas	General	54	16	30
Pequeñas empresas	General	41	46	13
Subsector	Maquinaria y equipo	66	0	34
Dimensiones	Contabilidad y finanzas	50	50	0
Dimensiones	Gestión	50	50	0
Dimensiones	Otras 6 dimensiones	Variable (oscila entre bajo y medio, tendencia a la baja)	Variable	0

En Mexicali existe una industria muy diversificada, ocupando el primer lugar se encuentra la industria de productos alimenticios donde se cuentan con pasteurizadoras de lácteos, embotelladoras, molinos de trigo, tortillerías y empacadoras de carne, entre las más importantes y principales. La industria maquiladora está altamente desarrollada en el estado de Baja California, siendo Mexicali el pionero en México en esta rama industrial, inicialmente con la

costura; actualmente operan aproximadamente 190 plantas maquiladoras con 55,857 personas empleadas en un ambiente de trabajo no sindicalizado y de baja rotación (Gobierno del Estado de Baja California, 2018).

El desarrollo de la industria de transformación y la maquiladora ha sido principalmente en el ramo de alimentos, automotriz, metal, mecánica, envases de vidrio, electrónica, plástico y textil de acuerdo a INEG (2015). Otras industrias no menos importantes son la fabricación y ensamblaje de artículos eléctricos y electrónicos, tracto camiones, remolques de carga, maquiladoras de juguetes. La industria eléctrica se ha desarrollado gracias a las características geológicas; Mexicali cuenta con una planta geo termoeléctrica que es suficiente para abastecer a todo el estado y además exportar este energético.

La industria es uno de los renglones más dinámicos de la economía de la región, Mexicali es reconocida como un importante centro de producción compartida. Existen importantes empresas como: Bimbo, Maseca, Vitro, Sidek, Televisa, Nestlé, Kenworth, Sabritas, Sanyo, Allied Signal Aerospace Corp. Wslock Co. Goldstar of America, Itt, Hikam of America, Kurón y Cooper Industries, quienes han comprobado las ventajas de operar en la frontera ante los dinámicos mercados de Estados Unidos y de la cuenca del pacífico (Gobierno del Estado de Baja California, 2018).

Actualmente la planta industrial de Mexicali genera más de 40 exportaciones que rebasan los 2,400 millones de dólares anuales. La ciudad goza de un régimen fiscal preferencial para la importación de materias primas y determinados productos, lo que representa mayor ventaja sobre otras ciudades del país, además cuenta con una comunidad empresarial, con gran experiencia en negocios internacionales y dispuestos a coinvertir.

3.9 Indicadores

Los indicadores son medios, instrumentos o mecanismos para evaluar hasta qué punto o en qué medida se están logrando los objetivos estratégicos según la norma UNE 66175: 2003 “Guía para la implementación de sistemas de indicadores”, además que también apoyan en lo siguiente:

- Representan una unidad de medida gerencial que permite evaluar el desempeño de una organización frente a sus metas, objetivos y responsabilidades con los grupos de referencia.
- Producen información para analizar el desempeño de cualquier área de la organización y verificar el cumplimiento de los objetivos en términos de resultados.
- Detectan y prevén desviaciones en el logro de los objetivos.

Un indicador de acuerdo a información recolectadas de autores como Chipana Alarcón & Gallardo Torres (2011) se considera que es una magnitud que expresa el comportamiento o desempeño de un proceso, sistema o variable, que al compararse con algún nivel de referencia permite detectar desviaciones positivas o negativas. También es la conexión de dos medidas relacionadas entre sí, que muestran la proporción de la una con la otra.

Sánchez Díaz (2013) comenta que los indicadores deben ser aplicados desde una perspectiva positiva, deben ser eficaces y las personas deben de entender que medir y como medirlo, la medición debe ser dirigida siempre al proceso y a sus resultados con el objetivo de mejorarlos, pueden servir para diferentes fines y en consecuencia, habría que elegir el indicador adecuado dependiendo del objetivo a cumplir, este autor presenta una clasificación general de indicadores como se puede observar en la figura 9.



Figura 7. Clasificación general de los indicadores (Sánchez Díaz, 2013)

Los indicadores deben presentar ciertas características para que sean factibles, funcionales y que realmente representen valores y resultados confiables, dichas características son presentadas por Sánchez Díaz (2013) en la figura 10 donde se especifican las mínimas características necesarias a cumplir por los indicadores.

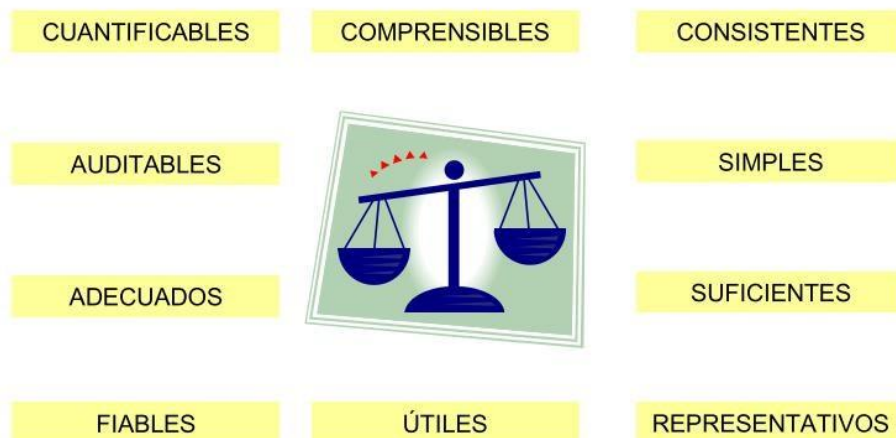


Figura 8. Características de los indicadores (Sánchez Díaz, 2013)

3.9.1. Tipos de indicadores

Indicadores de cumplimiento: con base en que el cumplimiento tiene que ver con la conclusión de una tarea, están relacionados con las razones que indican el grado de consecución de tareas y/o trabajos. Ejemplo: cumplimiento del programa de pedidos.

Indicadores de evaluación: la evaluación tiene que ver con el rendimiento que se obtiene de una tarea, trabajo o proceso. Están relacionados con las razones y/o los métodos que ayudan a identificar nuestras fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora. Ejemplo: evaluación del proceso de gestión de pedidos.

Indicadores de eficiencia: teniendo en cuenta que eficiencia tiene que ver con la actitud y la capacidad para llevar a cabo un trabajo o una tarea con el mínimo de recursos. Los indicadores de eficiencia están relacionados con las razones que indican los recursos invertidos en la consecución de tareas y/o trabajos. Ejemplo: Tiempo fabricación de un producto, razón de piezas / hora, rotación de inventarios.

Indicadores de eficacia: eficaz tiene que ver con hacer efectivo un intento o propósito. Los indicadores de eficacia están relacionados con las razones que indican capacidad o acierto en la consecución de tareas y/o trabajos. Ejemplo: grado de satisfacción de los clientes con relación a los pedidos.

Indicadores de gestión: teniendo en cuenta que gestión tiene que ver con administrar y/o establecer acciones concretas para hacer realidad las tareas y/o trabajos programados y planificados. Los indicadores de gestión están relacionados con las razones que permiten administrar realmente un proceso (Sánchez Díaz, 2013).

En la figura 11 se muestra cómo es que los indicadores representan un gran apoyo para las industrias manufactureras en la evaluación de resultados, así como su progreso en el tiempo ya que proporcionan la identificación de áreas de oportunidad de mejora adaptándose a metas más realistas de acuerdo a su enfoque y que vaya acorde con los objetivos establecidos.



Figura 9. Los indicadores y su apoyo a las empresas (Sánchez Díaz, 2013)

Existen dos maneras de evaluar los indicadores, de manera externa la implantación de sistemas de indicadores en la empresa va a permitir medir en todo momento las desviaciones tanto en la satisfacción de sus clientes como en su relación con los indicadores internos de gestión o la consecución de los objetivos estratégicos de forma interna el factor sobre el que la implantación de un sistema de indicadores incide favorablemente en la empresa al permitir obtener resultados es su contribución a la sensibilización y motivación hacia estos temas en toda la organización (Sánchez Díaz, 2013).

3.9.2. Indicadores KPI's

El término KPI son las siglas en inglés, de *Key Performance Indicator*, cuyo significado es indicador clave de desempeño o medidor de desempeño, hace referencia a una serie de métricas que se utilizan para sintetizar la información sobre la eficacia y productividad de las acciones que se lleven a cabo en una organización con el fin de poder tomar decisiones y determinar aquellas que han sido más efectivas a la hora de cumplir con los objetivos marcados en un proceso o proyecto concreto (Porrás Blanco, 2017).

El objetivo final de un KPI es apoyar a tomar mejores decisiones con respecto al estado actual de un proceso, proyecto, estrategia o campaña y de esta forma, poder definir una línea de acción futura para lograr la optimización de los recursos.

Los KPI son utilizados por diversas ventajas:

1. Permiten obtener información valiosa y útil.
2. Medir determinadas variables y resultados a partir de dicha información.
3. Analizar la información y efectos de unas determinadas estrategias (así como las tareas que se utilizaron para llevar a cabo las mismas).
4. Comparar la información y determinar las estrategias y tareas efectivas.
5. Tomar las decisiones oportunas.

Los KPI no sólo te permiten determinar los resultados para una acción o estrategia concreta, sino que además ofrecen una visión global de la situación, ya que facilitan la determinación de puntos fuertes y débiles (aspectos de mejora) para los proyectos (Porrás Blanco, 2017).

3.9.3. Indicadores de productividad

Los indicadores de eficiencia como se mencionaron anteriormente miden el nivel de ejecución del proceso, los cuales están enfocados hacia la productividad de acuerdo a lo comentado por Sánchez Díaz (2013) esto se puede observar en la figura 12 donde se presenta un proceso enfocado hacia la productividad a través de indicadores.

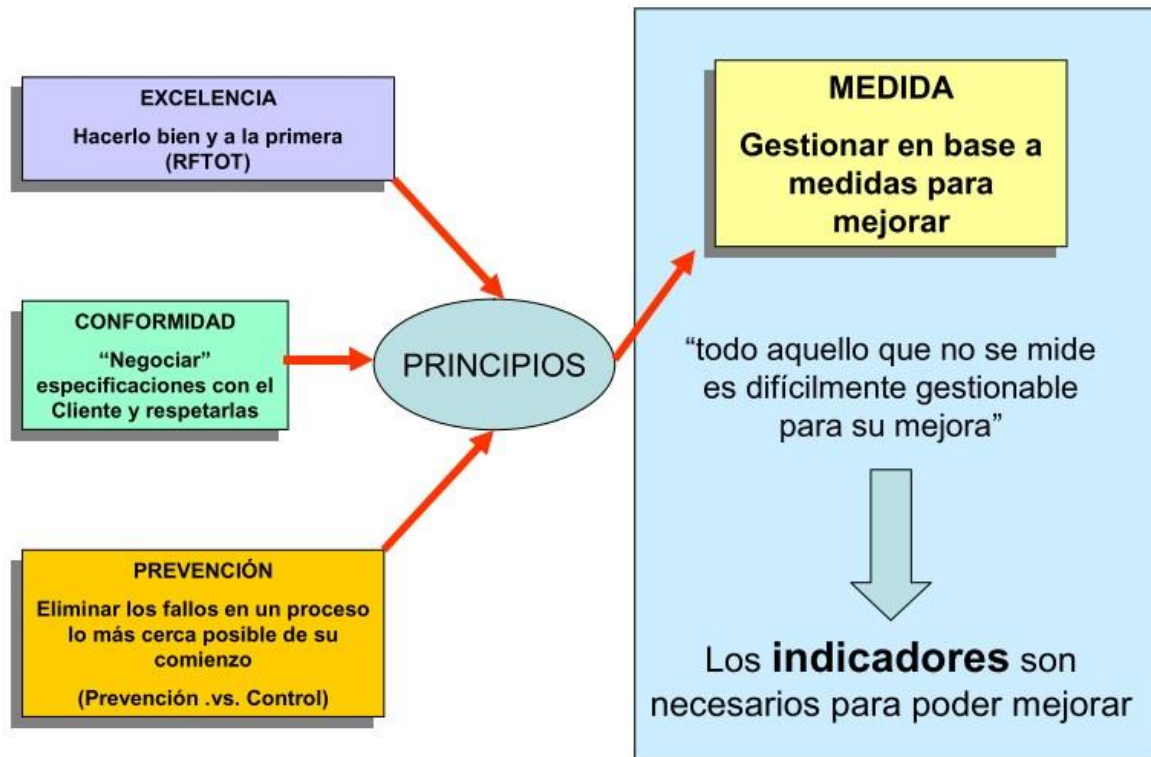


Figura 10. Enfoque hacia la productividad a través de indicadores (Sánchez Díaz, 2013).

Para llevar a cabo la medición de los indicadores es necesario contar con métricas que apoyen en dichas mediciones, en la figura anterior se pueden observar la excelencia, la conformidad y la prevención, todo aquello que no se mide es difícilmente gestionable para su mejora (Sánchez Díaz, 2013).

En la figura 13 se presentan las métricas principales para un indicador como eficacia, eficiencia y adaptabilidad en donde cada una tiene sus propios criterios a evaluar.

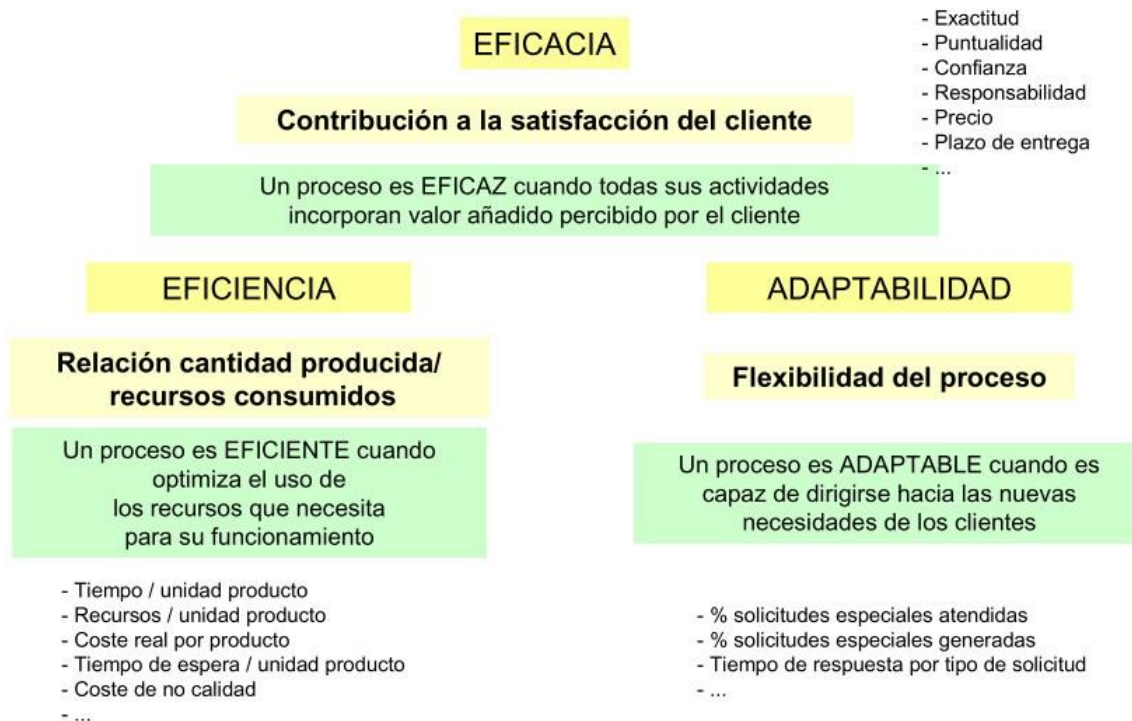


Figura 11. Métricas para medir los indicadores (Sánchez Díaz, 2013).

Además, la figura 13 ilustra tres dimensiones clave para evaluar el desempeño de los procesos organizacionales: eficacia, eficiencia y adaptabilidad. La eficacia se refiere a la capacidad del proceso para generar valor añadido percibido por el cliente, considerando aspectos como la calidad del producto o servicio, la puntualidad, la confiabilidad y el cumplimiento de los requisitos establecidos.

Por su parte, la eficiencia evalúa la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados, destacando la optimización de tiempo, costos y materiales. Finalmente, la adaptabilidad representa la flexibilidad del proceso para responder a cambios en la demanda o a necesidades específicas de los clientes, permitiendo a la organización mantener su competitividad en entornos dinámicos.

3.9.3. Indicadores de sustentabilidad

Para entender los indicadores de sustentabilidad es necesario comenzar por entender qué es un indicador, el autor lo define como “Una variable, seleccionada y cuantificada que nos permite ver una tendencia que de otra forma no es fácilmente detectable” (Sarandón, 2002, p.8).

Badii (2004) establece que los indicadores son una serie de elementos que debe de reunir un sistema para darnos una visión sobre su operacionalidad, comenta que los indicadores óptimos deberán ser designados de acuerdo a la categoría de análisis a que será sometido el sistema y su relación con las funciones y variables involucradas. Menciona también que los índices de sustentabilidad se miden de acuerdo a los niveles señalados por los indicadores; los indicadores presentan algunas variables importantes de medición.

Los indicadores apoyan a realizar la comunicación de una forma más sencilla, al simplificar fenómenos complejos y traducirlos en términos numéricos y que el diseño de un buen indicador de sustentabilidad puede ser una tarea difícil ya que implica el reto de combinar los aspectos sociales, económicos y ecológicos, así como el de explicar las relaciones entre estos tres factores (Solórzano Rodríguez, 2002).

Sarandón (2002) indica que de los problemas que surgen cuando se intenta evaluar o medir la sustentabilidad el más complejo es la confusión respecto a qué es exactamente lo que se quiere evaluar. Uno de los aspectos más difíciles de manejar es según este autor el componente temporal y este es intrínseco a la definición de sustentabilidad y no puede separarse de ella, ya que, por definición, involucra a las futuras generaciones. Comenta también que no existe una sola manera de encarar la evaluación de la sustentabilidad ya que esta depende en gran medida del objetivo o el tipo de pregunta que se busca responder, esto es fundamental y es necesario tenerlo en muy claro para elegir la metodología más apropiada y que mejor se adapte a las necesidades y no cometer errores que dificultan enormemente la obtención de resultados concretos.

Según Sarandón (2002) algunas características deseables que deben reunir los indicadores de sustentabilidad son las siguientes:

- Estar estrechamente relacionados con (o derivado de) algunos de los requisitos de la sustentabilidad.
- Ser adecuados al objetivo perseguido y ser sensibles a un amplio rango de condiciones.
- Tener sensibilidad a los cambios en el tiempo y presentar poca variabilidad natural durante el período de muestreo.
- Tener habilidad predictiva y ser directos: a mayor valor más sustentables.
- Ser expresados en unidades equivalentes, mediante transformaciones apropiadas o escalas cualitativas.
- Ser de fácil recolección y uso confiables.
- No ser sesgados (ser independientes del observador o recolector).
- Ser sencillos de interpretar y no ambiguos.
- Presentar la posibilidad de determinar valores umbrales.
- Ser robustos e integradores (brindar y sintetizar buena información).
- De características universales pero adaptados a cada condición en particular.

La figura 14 representa los diferentes valores de dificultad y confiabilidad de los indicadores derivados de las características deseables que deben reunir los indicadores (Sarandón, 2002).

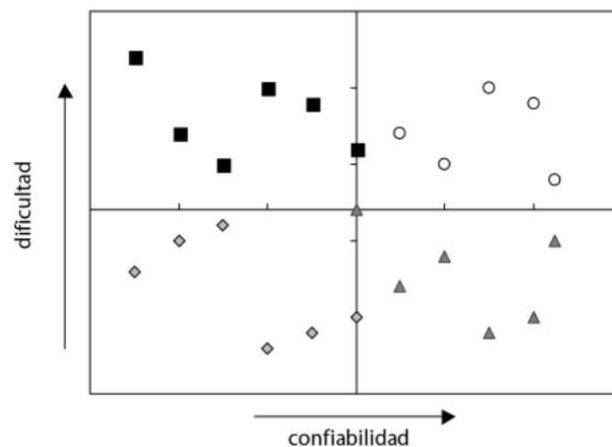


Figura 12. Diagrama que representa diferentes valores de dificultad y confiabilidad de los indicadores (Sarandón, 2002).

3.9.4. Indicadores de manufactura esbelta

Los elementos clave para el éxito en la implementación de Lean reside en que Manufactura Esbelta es un proyecto estratégico, la estructura organizacional debe de estar preparada para

trabajar con las herramientas Lean, todos los empleados deben de estar comprometidos con dicha implementación.

Los indicadores y métricas para la medición de la implementación de manufactura esbelta se muestran a continuación en la tabla 5 donde se pueden observar los indicadores que apoyan a la medición de madurez Lean de las organizaciones manufactureras de la zona.

Tabla 5. Indicadores para evaluar la madurez Lean (Sánchez Corona, 2016b)

	Indicador	Métrica	Nivel de aplicación
1	Organización de puestos de trabajo y 5's	Escala Likert	Operativo, intermedio y gerencial
2	Flexibilidad operacional y desperdicios		
3	Mejora Continua		
4	SMED		
5	Estandarización en el trabajo		
6	Comunicación y cultura		
7	TPM		
8	Enfoque de desempeño por equipo		
9	Obstáculos en la implementación Lean		

3.10 Modelos de medición

En México existen empresas que han tomado la iniciativa de adoptar una cultura de sustentabilidad, pero aún visualizan a la sustentabilidad como un cambio exclusivo en la industria y producción. Lo ideal es que sea parte de la estrategia de toda la organización, para que puedan involucrar al resto de su empresa en la búsqueda de mejorar sus niveles de productividad y por consecuencia, de esta forma también su rentabilidad (Carro-Suárez et al., 2017).

Algunos modelos que se encuentran en la literatura son los modelos Brundtland, modelo del servicio estadístico GSS, el modelo tetraedro de Achkar, modelo Barbar-zapata, modelo Alves

vinculación de manufactura esbelta y sustentabilidad y el modelo Gligo presentados en un diagrama conceptual posible observar en la figura 15.

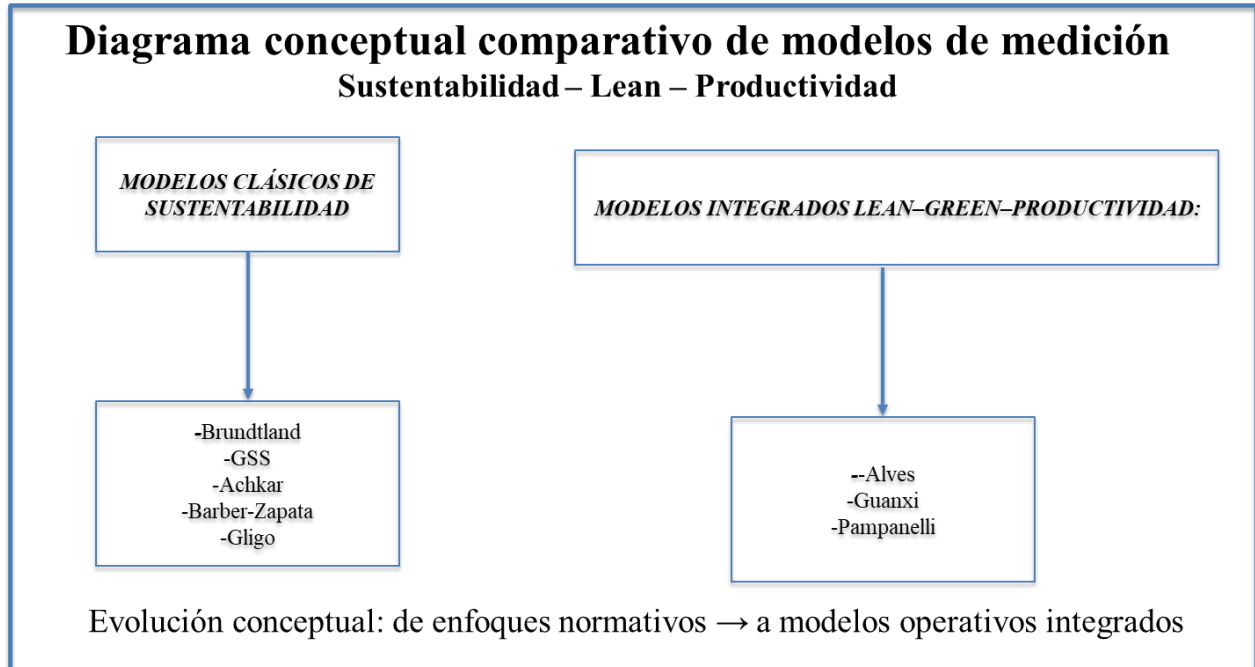


Figura 13. Diagrama conceptual comparativo de modelos de medición

En la pasada figura 15 el análisis comparativo de los modelos evidencia una evolución conceptual desde enfoques normativos de sustentabilidad hacia modelos integrados de gestión productiva sustentable. Mientras que los modelos clásicos como Brundtland, GSS, Achkar, Barber-Zapata y Gligo priorizan el equilibrio sistémico entre dimensiones sociales, económicas y ambientales, los modelos contemporáneos Alves, Guanxi y Pampanelli incorporan explícitamente la manufactura esbelta como catalizador estratégico para elevar la productividad bajo criterios de sostenibilidad.

En particular, los modelos Lean-Green representan un salto epistemológico y metodológico, al trascender la medición descriptiva para proponer esquemas operativos de transformación organizacional, donde la productividad, la eficiencia energética, la reducción de desperdicios y la competitividad se integran en un solo marco analítico. Esta convergencia responde a las exigencias del entorno industrial globalizado, en el cual la sustentabilidad deja de ser un objetivo periférico para convertirse en un determinante central del desempeño productivo y financiero.

3.10.1 Modelo Brundtland vinculación de dimensiones social económica

En su dimensión social se destaca la salud, educación, equidad, vivienda y seguridad. En la dimensión económica considera al desarrollo económico como principal factor y en la dimensión ambiental el cuidado del aire, suelos y agua (Carro-Suárez et al., 2017).

3.10.2 Modelo del servicio estadístico GSS dimensión económica

Modelo del servicio estadístico Gubernamental del Reino Unido (GSS, por sus siglas en inglés): en la dimensión social considera prioritario la salud, el fomento de las destrezas, la motivación, el conocimiento y el espíritu. En la parte económica destaca la atención hacia los edificios y maquinaria, y en la dimensión ambiental prioriza el cuidado y buen manejo de los minerales, bosques, flora, fauna, agua, aire y suelos (Carro-Suárez et al., 2017).

3.10.3 Modelo de tetraedro de Achkar dimensión social

Establece que las buenas relaciones entre clases sociales es el principal factor de la dimensión social. También considera a las relaciones de propiedad y circuito de finanzas en la dimensión económica y por último, las relaciones del uso y manejo de los bienes de la naturaleza en beneficio de la humanidad (Carro-Suárez et al., 2017).

3.10.4 Modelo de Barber-Zapata dimensiones de la sustentabilidad

Entrelaza las dimensiones ecológica, económica y social en una zona común que es donde se logra el DS, como un indicador de que las tres dimensiones se están realizando. Esto quiere decir, que si alguna área llega a omitirse, se tendría otro tipo de desarrollo (Salcedo Guzman et al., 2010).

Con estos principios, las empresas en México han diseñado sus propios modelos. Sin embargo, las nuevas tendencias en el siglo XXI exigen el fortalecer e impulsar a la sustentabilidad no sólo en la parte ambiental y social, que es donde se concentran la mayoría de los esfuerzos (Carro-Suárez et al., 2017).

3.10.5 Modelo Alves vinculación de manufactura esbelta y sustentabilidad

Alves&Alves (2015) Presentan una investigación sobre como vincular los principios de manufactura esbelta y sustentabilidad, mencionan que las empresas se encuentran en la búsqueda de aumentar el rendimiento de producción para superar la competencia en el escenario económico global actual. Estos autores obtuvieron como resultado que la fabricación eficiente está conectada a las iniciativas medioambientales y que proporcionan a la empresa condiciones favorables para mantener una mejora uniforme y continua en su rendimiento competitivo, de esta manera proporciona versatilidad operacional para responder rápidamente a mercados, como la producción es una de las áreas más críticas y caras para un compañía, muchas organizaciones han buscado un nuevo modelo de gestión para su sistema de producción que proporcione aumentos de productividad sustanciales, oportunidades de ahorro de costos y también una mayor satisfacción del cliente.

Alves&Alves (2015) Proponen un modelo de gestión de producción y un método de implementación que logra integrar los principios de manufactura esbelta y sustentabilidad apoyado por la transformación cultural en la empresa. El objetivo de esta investigación fue lograr mejoras de productividad y un aumento en la satisfacción del cliente, así como desarrollar la capacidad de proporcionar respuestas rápidas a los cambios del mercado en un entorno globalizado economía.

3.10.6 Modelo Gligo políticas ambientales

Se basa en políticas ambientales y considera que el hombre como parte del ecosistema lo ha ido deteriorando y ha ido agotando los recursos de la tierra, pero en términos generales se podría afirmar que las relaciones entre hombre-naturaleza pueden ser más armónicas y que debe de existir un equilibrio para lograr una mayor productividad y conservación (Gligo, 2001).

3.10.7 Modelo Guanxi prácticas Lean-Green

Es un elemento clave para hacer negocios en China y se considera como una base de ventaja competitiva sostenible. Por un lado, el modelo puede utilizarse para obtener información sobre oportunidades comerciales, políticas gubernamentales y tendencias del mercado y por otro lado puede aumentar significativamente la efectividad del negocio al disminuir el costo de las transacciones, sin embargo, algunos estudios señalan que la creación y preservación de Guanxi es una empresa costosa y que consume mucho tiempo y la identifican como el principal obstáculo para las empresas. En consecuencia, dentro del entorno moderno del mercado chino, Guanxi podría ser una elección eficiente o el único medio para hacer que las cosas funcionen (Zhan et al., 2018).

El desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente son los temas del día según comentan Zhan et al. (2018) y que hoy en día Manufactura Esbelta se considera el nuevo paradigma más influyente en la fabricación, de forma general es en esencia, reducir los inventarios, los plazos de entrega, y mejorar la productividad y la calidad. Mencionan también que las organizaciones han adoptado prácticas verdes y Lean para lograr operaciones más ecológicas y gestionar sus relaciones con los proveedores en el contexto de la gestión de la cadena de suministro.

Sin embargo, comentan que para responder al crecimiento de los requisitos de los clientes para los bienes y servicios que cumplan con las reglamentaciones ambientales del gobierno, las organizaciones se han visto obligadas a reconsiderar cómo administran sus operaciones y procesos, motivo por el cual en este contexto, el paradigma Lean no solo está alineado con los objetivos de la organización, como la rentabilidad y la satisfacción del cliente, sino que también se está utilizando para superar los desafíos ecológicos y mejorar el rendimiento medioambiental (Zhan et al., 2018).

Zhan et al. (2018) hicieron un estudio que contribuye a la práctica ecológica y presentaron un modelo de medición transversal y de muestras grandes para probar la efectividad de las prácticas verdes y Lean desarrolladas para mejorar el desempeño ambiental y empresarial de las organizaciones chinas, muestran que el diferente nivel de mejora del rendimiento depende en

gran medida de la utilización de Guanxi, las prácticas Green y Lean utilizadas en este modelo se enlistan en la tabla 6 donde es presentada la referencia científica de cada una de las prácticas.

Tabla 6. Prácticas Green y Lean (Zhan et al., 2018)

Green and lean practice	Literature support
Mindset and attitude	(Jeyaraman and Teo, 2010; Dues et al., 2013; Wiengarten et al., 2013; Azevedo et al., 2012)
Leadership and management	(Bergmiller and McCright, 2009; Rothenberg et al., 2001; Sobral et al., 2013; Larson and Greenwood, 2004)
Employee involvement	(Florida, 1996; Zhu et al., 2005; Pampanelli et al., 2014; Diaz-Elsayed et al., 2013; Mason et al., 2008)
Integrated approach	(Drew et al., 2004; Garza-Reyes, 2015; Carvalho et al., 2011; Zhu and Sarkis, 2004)
Tools and techniques	(Hines et al., 2004; Srivastava, 2007; Sertyesilisik, 2014; Salleh et al., 2012; Banawi and Bilec, 2014)

Zhan et al. (2018) señalan que una de las principales preocupaciones de los gerentes en las organizaciones chinas es el desempeño ambiental debido a razones que van desde el cumplimiento contractual y normativo, hasta la ventaja competitiva y la percepción pública. Sin embargo, muchos organismos gubernamentales y organizaciones responsables de los programas de protección ambiental generalmente carecen de experiencia en el nuevo campo de la gestión ambiental y se ven obstaculizados por la debilidad de las capacidades organizativas, lo que les dificulta, y en algunos casos les imposibilita, mejorar su medio ambiente general.

3.10.8 Modelo de Pampanelli modelo Lean-Green

El trabajo de Pampanelli, Found, & Bernardes (2014) fue enfocado explícitamente hacia un modelo de Lean y Green que fue aplicado a una célula de producción. Este documento adopta un enfoque Kaizen enfocado específicamente en mejorar los flujos de masa y energía en los entornos de fabricación. Así mismo, estos ya poseen el nivel de implementación necesario para aplicar Lean Thinking; esto quiere decir que las operaciones de fabricación tienen que ser estables y Lean tiene que estar bien establecido

dentro de la planta. El documento presenta un enfoque Lean-Green que promueve el medio ambiente y la reducción de los desechos en la planta.

3.11 Enfoques de sustentabilidad y Lean desde el punto de vista de diversos autores

La sustentabilidad se entiende como la gestión responsable y racional de los recursos a lo largo del tiempo, de manera que su utilización no exceda su capacidad de regeneración ni genere impactos que puedan afectar el bienestar de las generaciones futuras. Este enfoque integra de forma equilibrada tres dimensiones fundamentales: la ambiental, la social y la económica.

Es importante utilizar los tres factores de manera simultánea ya que diversos autores consideran solo algún factor o dos como se mostró en la tabla 6, la cual presenta una revisión comparativa de la literatura que aborda la integración de la sustentabilidad y la manufactura esbelta en los sistemas productivos.

Los estudios analizados evidencian que ambos enfoques convergen en principios como la eliminación de desperdicios, la eficiencia en el uso de recursos y la reducción de impactos ambientales, al tiempo que favorecen mejoras en el desempeño operativo, la productividad, la calidad y la competitividad de las organizaciones.

La Tabla 7 sintetiza las principales aportaciones teóricas sobre la relación entre sustentabilidad y manufactura esbelta, evidenciando su convergencia como enfoques estratégicos para la optimización de los procesos productivos y el fortalecimiento de la competitividad organizacional. Los distintos autores coinciden en que la integración de principios ambientales, sociales y económicos con herramientas Lean permite reducir impactos ambientales, eliminar desperdicios, mejorar la calidad y aumentar la productividad.

Yuanhu Zhan et al. (2018) destacan la eficiencia ecológica y la reducción de riesgos ambientales como factores directamente asociados con la mejora de la calidad y la productividad. Carro Suárez et al. (2017) subrayan la necesidad de considerar los tres pilares de la sustentabilidad en la formulación de estrategias empresariales, enfatizando que su omisión limita el desempeño productivo. Por su parte, Hellene et al. (2017) proponen modelos conceptuales integradores que permiten evaluar de manera holística el impacto de la manufactura esbelta en las dimensiones ambiental, social y económica.

Asimismo, Kováčová (2013) y Miller et al. (2010) resaltan el papel de la fabricación verde y las tecnologías limpias como mecanismos para minimizar emisiones, optimizar recursos y reducir residuos, mientras que Lewis (2000) enfatiza que la implementación efectiva del enfoque Lean favorece la flexibilidad organizacional y la mejora continua. En conjunto, estas contribuciones confirman que la articulación entre sustentabilidad y manufactura esbelta constituye un marco estratégico fundamental para el incremento sostenido de la productividad y el desarrollo industrial sostenible.

Tabla 7. Sustentabilidad y Lean, punto de vista de diversos autores (Elaboración propia)

<i>Autor</i>	<i>Espacio de la sustentabilidad</i>	<i>Espacio de Lean</i>
Yuanzhu Zhan et al. 2018	Green: *Reducir impactos y riesgos al ambiente *Eliminar desperdicios y mejora la eficiencia ecológica.	*Reducir desperdicios *Reduce costos *Mejora la calidad *Aumenta la productividad
Carro Suarez et al. 2017	*Se requiere considerar los 3 factores. *Las compañías no desarrollan una estrategia de sustentabilidad porque no es su prioridad, no tienen dominio del tema y se presenta un dilema entre ser sustentables o rentables (Aumento de la productividad).	
Helleno et al. 2017	*Propone un método conceptual para integrar un nuevo grupo de indicadores.	*El uso de herramientas de ME maximiza las ganancias en áreas ambientales y sociales del proceso de fabricación.
Lubica Kovacova, 2013	*Define la fabricación verde o sostenible como un método para desarrollar tecnologías para transformar materiales sin emisión de gases de efecto invernadero, uso de materiales no renovables o tóxicos "seguro para el medio ambiente".	*Minimizar los desperdicios. *Maximizar el uso de todos los recursos. Nota: Una empresa familiarizada con Lean comprenderá fácilmente la sustentabilidad.
Michael Lewis, 2000	*Mientras más exitosa sea la implementación de Lean en una organización se les dificulta menos comprometerse con los cambios hacia la sustentabilidad.	*Los principios básicos de ME se han convertido en el paradigma de muchas operaciones de fabricación. *Ser Lean puede reducir la capacidad de la empresa para lograr flexibilidad a largo plazo.
Geoff Miller et al. 2010	*Método para "desarrollar tecnologías para transformar materiales sin emisión de gases de efecto invernadero, el uso de materiales no renovables o tóxicos o la generación de residuos". *El término "verde", a menudo es utilizado indistintamente con "ambientalmente seguro".	*La conexión entre Lean y verde ha sido bien documentada en literatura reciente.

Por otra parte, Lean se describe a menudo como un sistema centrado en la creación de valor para el cliente que apoyado en la sustentabilidad contribuye a la creación de una nueva filosofía llamada manufactura sustentable que a diferencia de la manufactura esbelta esta busca en un proceso de mejora continua reducir o eliminar desperdicios o “mudas”, persigue eliminar los desperdicios ambientales en los procesos productivos.

Existen diversos estudios que exploran la sinergia existente entre la manufactura esbelta y la sustentabilidad, de esta forma se establece la relación entre ambas (Monge et al., 2013).

Miller et al. (2010) concluyen que existe impacto positivo de Lean y sostenible en la manufactura y que se puede tener un impacto más significativo y positivo en múltiples medidas de rendimiento operativo cuando se implementan simultáneamente en lugar de por separado.

3.11.1 Indicadores de sustentabilidad y Lean de acuerdo a diversos autores

En la tabla 8 se puede observar cómo varios autores relacionan indicadores del área de sustentabilidad y de Lean. Bertagnolli et al. (2021), Lizarelli et al. (2024) y Gandhi & Thanki (2024) destacan por su desarrollo de *frameworks* cuantificables (índices y metodologías) que permiten medir el impacto real de Lean en la sustentabilidad organizacional.

La información sintetizada en la tabla 8 muestra cómo distintos autores han propuesto indicadores de sustentabilidad y de Lean Manufacturing para evaluar el desempeño de los sistemas productivos. En el ámbito de la sustentabilidad, los indicadores se centran principalmente en la reducción del impacto ambiental, la prevención y minimización de residuos, la protección de los recursos naturales y la aceptación social. Autores como Torres Lima et al. (2004) y Lubica Kováčová (2013) destacan la importancia de prevenir la contaminación desde la fuente, fomentar la reutilización interna de residuos y asegurar el uso responsable del suelo, el agua y otros recursos, mientras que Sri Hartini et al. (2015) incorporan variables relacionadas con el ambiente organizacional y la gestión ambiental.

Tabla 8. Indicadores de sustentabilidad y Lean, punto de vista de diversos autores (Elaboración propia)

<i>Autor</i>	<i>Sustentabilidad Indicadores</i>	<i>Lean Indicadores</i>
Torres Lima et al. 2004	Productividad, seguridad, protección de los recursos naturales y prevención de la degradación del suelo y agua, así como la aceptabilidad social.	
Eubica Kováčová 2013	Minimización y evitación de residuos, la contaminación debe prevenirse o reducirse en la fuente siempre que sea posible y reutilización interna de productos de desecho.	Reducción de desperdicios, aprovechamiento de los recursos.
Sri Hartini et al. 2015	Reducción impacto ambiental, total de reducción de residuos verdes, ambiente organizacional.	Minimizar inventario y adoptar estándares de calidad, relación entre ME y rendimiento ambiental, pro actividad ambiental y rendimiento empresarial, exploración de la integración de Lean y mejora ambiental.
Yuanzhu Zhan et al. 2018	Mentalidad y actitud, liderazgo y administración, participación de los trabajadores, enfoque integrado, herramientas y técnicas.	

Por otro lado, los indicadores Lean se orientan a la eliminación de desperdicios, la reducción de inventarios, el aprovechamiento eficiente de los recursos y la adopción de estándares de calidad. Estudios como los de Sri Hartini et al. (2015) y Yuanzhu Zhan et al. (2018) subrayan que la integración de prácticas Lean no solo mejora el rendimiento operativo, sino que también fortalece el desempeño ambiental y organizacional, al promover una cultura basada en el liderazgo, la participación de los trabajadores y la mejora continua. La tabla 7 evidencia que los indicadores de sustentabilidad y Lean son complementarios y permiten evaluar de manera integral la eficiencia, el impacto ambiental y la competitividad de las organizaciones.

3.12 Escala Likert

Es un método de medición constantemente utilizado por los investigadores con el objetivo de evaluar la opinión y actitudes de las personas, es decir que es una escala de calificación que se

utiliza para cuestionar a una persona sobre su nivel de acuerdo o desacuerdo con una declaración y es ideal para medir reacciones, actitudes y comportamientos de una persona (Matas, 2018).

El principal objetivo de una escala es determinar el valor de una variable de forma tan precisa como sea posible. Con la determinación del valor de la variable se muestra su utilidad y, por lo tanto, su calidad. Para garantizar la precisión de la medida es necesaria la validación formal, por lo que dentro del proceso de validación tenemos dos componentes para que una escala cumpla su objetivo: el primero es la validez, esta indica si la cuantificación es exacta y, el segundo es la confiabilidad, va referenciado a si el instrumento mide lo que dice medir y si esta medición es estable en el tiempo. Es necesario aclarar que tanto la validez y la confiabilidad son conceptos interdependientes, pero no son equivalentes. Es decir, un instrumento puede tener una gran confiabilidad, pero puede no ser válido; por eso las dos propiedades deben ser evaluadas simultáneamente siempre que sea posible (Celina Oviedo & Campos Arias, 2016).

3.12.1 Encuestas tipo Likert

Dentro de las escalas para usar en los instrumentos de medición se encuentra la escala Likert' en esta escala el encuestado debe indicar su acuerdo o desacuerdo sobre una afirmación, ítem o reactivo, lo que se realiza a través de una escala ordenada y unidimensional (Matas, 2018).

En los instrumentos de medición están compuestos por una colección de ítems, la mitad expresando una posición acorde con la actitud a medir y la otra mitad en contra. Cada ítem va acompañado de una escala de valoración ordinal. Esta escala incluye un punto medio neutral, así como puntos a izquierda y derecha, originalmente de desacuerdo y de acuerdo, con opciones de respuesta numéricas de 1 a 5. Las escalas de alternativas aparecen en horizontal, uniformemente espaciadas, al lado del ítem e incluyendo las etiquetas numéricas.

3.12.2 Análisis estadístico encuestas Likert

Las encuestas tipo Likert son ampliamente utilizadas para evaluar opiniones, actitudes y reacciones de personas; se cuestiona a una persona sobre su nivel de acuerdo o desacuerdo con

una declaración (Gamboa-graus, 2017; Mircioiu & Atkinson, 2017; Murray, 2016; Sanz et al., 2013).

Los resultados de encuestas tipo Likert se consideran con tratamiento estadístico limitado pues producen datos ordinales, y que no deben ser abordados por la tradicional estadística paramétrica si no por la estadística no paramétrica. Este dilema del tratamiento estadístico de datos ordinales con la estadística paramétrica ha durado décadas (Mircioiu & Atkinson, 2017; Murray, 2016). Donde algunos autores concluyen en una aceptación completa al análisis paramétricos de datos ordinales generados por encuestas de Likert (Sanz et al., 2013). Tanto Mircioiu & Atkinson (2017), como Norman (2010) documentan que el uso de métodos paramétricos representa una aproximación aceptable al análisis de datos ordinales obtenidos en encuestas con escalas tipo Likert.

Una alternativa soportada por algunos autores es la transformación de los datos ordinales a fin de usar aspectos paramétricos. Gamboa (2017) presenta la transformación de datos ordinales a de intervalo. Chen & Wang (2014) proponen la asignación de pesos según la escala Ridit. Mientras que otros autores proponen la transformación utilizando el “Índice de Importancia Relativa” (RII por sus siglas en inglés “*Relative Importance Index*”), para utilizar de manera paramétrica los datos ordinales obtenidos en una encuesta tipo Likert (Enshassi et al., 2014; Roshan, 2016; Zhang et al., 2019).

Para evitar el dilema del tratamiento estadístico de datos ordinales; se tomara la postura de la transformación de datos ordinales hacia paramétricos; usando esta la transformación hacia el “Índice de Importancia Relativa” (RII); tratamiento ampliamente documentando y usado por diversos autores (Davoodi, 2019; Jowwad & Kumar Gupta, 2019; Kassem et al., 2020; Muhwezi et al., 2014; Ogundipe et al., 2018).

3.12.3 Índice de Importancia Relativa (RII) y su cálculo.

El índice de importancia relativa según Jowwad & Kumar Gupta (2019), Kassem et al. (2020) y Roshan (2016) es un método para determinar la importancia relativa de las respuestas de algún instrumento, los rangos de valores van de 0 a 1. La percepción de los encuestados es posible

analizarla por medio del RII considerado como un método para priorizar las respuestas de los encuestados (Davoodi, 2019; Enshassi et al., 2014; Kassem et al., 2020; Muhwezi et al., 2014).

RII es una estadística de rango no probabilística derivada de datos ordinales según Gamboa-graus (2017) y Norman (2010) y que es posible hacer la conversión de escalas ordinales a otras escalas (Han-ching & Nae-sheng, 2014), por lo tanto, se puede establecer que su precisión no depende del tamaño de la muestra ni de la población. Además, en este estudio se aplicó el coeficiente de Alfa de Cronbach como un índice para evaluar el grado en que los ítems de un instrumento están correlacionados entre las tres categorías de participantes en este estudio. El Coeficiente RII establece que W da el grado de acuerdo en una escala de 0 a 1, donde:

$$\text{RII} = \text{Suma de pesos } (W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n) / A \times N$$

W=Ponderaciones dadas a cada factor por los encuestados y oscilara entre 1 y 5, donde 1 es menos significativo y 5 es extremadamente significativo.

A= Peso más alto (es decir 5 de acuerdo a la escala Likert)

N= Número total de encuestados (Kassem et al., 2020; Ogundipe et al., 2018)

3.13 Alfa de Cronbach

Han pasado ya más de 60 años desde que se publicó el trabajo en que se presentó por vez primera el denominado Alfa de Cronbach y a partir de ese momento este coeficiente se estableció como un índice para evaluar el grado en que los ítems de un instrumento están correlacionados (González Alonso & Pazmiño Santacruz, 2015).

Se puede decir que el alfa de Cronbach es el promedio de las correlaciones existente entre los ítems que componen el instrumento de medición. También se puede establecer este coeficiente como la medida en la cual algún constructo, concepto o factor medido está presente en cada ítem o pregunta. Por lo general, un grupo de ítems que explora un factor común muestra un elevado valor de alfa de Cronbach. Además se utiliza para determinar con precisión si los encuestados

tienen opiniones similares y la consistencia o confiabilidad interna de la escala, (Jowwad & Kumar Gupta, 2019).

3.13.1 Valores en Alfa de Cronbach

El valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es 0,70; si se obtiene un valor por debajo de la consistencia interna de la escala utilizada es baja. Por otra parte el valor máximo esperado es 0,90; ya que por encima de este valor se considera que hay redundancia o duplicación (Celina Oviedo & Campos Arias, 2016).

Varios ítems están midiendo exactamente el mismo elemento de un constructo; por lo tanto, los ítems redundantes deberían eliminarse, aunque no es obligado ya que en algunos casos es difícil o imposible identificar los ítems (Oosterhuis, 2017). Usualmente, es preferible que los valores de alfa estén entre 0,80 y 0,90. Sin embargo, cuando no se cuenta con un mejor instrumento se pueden aceptar valores inferiores o superiores de alfa de Cronbach (Mishra, 2018; Vacco, 2012).

El valor de Alfa puede asumir valores entre 0 y 1 (Mendoza, 2018). Valores cercanos a 1 son mejores, pues indican mayor consistencia interna. Por convención y para fines prácticos, valores de Alfa iguales o mayores a 0.7 se consideran aceptables, mayores a 0.8 son buenos, y mayores a 0.9 son excelentes (Nabi et al., 2020).

El alfa de Cronbach se calcula mediante la siguiente formula presentada en la figura 16:

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_{sum}^2} \right)$$

Figura 14. Formula de Alfa de Cronbach

Donde:

k es el número de ítems de la prueba

S_i^2 es la varianza de los ítems (desde 1...i)

S_{sum}^2 es la varianza de la prueba total. (Ledesma et al. 2002)

El coeficiente mide según Ledesma et al. (2002) la fiabilidad del test en función de dos términos: el primero es el número de ítems (o longitud de la prueba) y el segundo es la proporción de varianza total de la prueba debida a la covarianza entre sus partes también llamados ítems. Ello significa que la fiabilidad depende de la longitud de la prueba y de la covarianza entre sus ítems (Ledesma et al., 2002).

3.14 Calculo estadístico del tamaño de la muestra

Un aspecto importante en el proceso de esta investigación es el cálculo de la cantidad de participantes que deben incluirse en un estudio. El tamaño de muestra permite saber cuántos individuos son necesarios estudiar, para poder estimar un parámetro determinado con el grado de confianza deseado.

El cálculo del tamaño de la muestra es una función matemática que expresa la relación entre las variables, cantidad de participantes y poder estadístico. (Ledesma et al. 2002)

El cálculo del tamaño de la muestra no es una simple operación aritmética que nos proporcione un valor. Es una función matemática, por lo tanto, el cambio de una variable, necesariamente se acompaña del cambio de la otra considerada en la ecuación. Permite una mejor aproximación al número que se requiere, ajustando a su vez el poder estadístico con otros parámetros.

Se denota por: $y = f(x)$

Donde:

y = variable dependiente (atributo o característica cuyo cambio es el que interesa medir, también se le denomina resultante o desenlace. En el cálculo del tamaño de la muestra, es el número de participantes que se necesitan).

x = variable independiente (atributo o característica que explica o predice el cambio en la variable dependiente).

f = función (es una colección de pares de valores ordenados, que pertenecen a diferentes conjuntos. En el cálculo del tamaño de la muestra, los conjuntos se pueden ejemplificar con el poder estadístico y el número muestral resultante).

$f(x)$ = regla de correspondencia (expresa que para cada elemento de un conjunto se relaciona solamente con un elemento de otro conjunto) En el cálculo del tamaño de la muestra, para un elemento del poder estadístico se relaciona solamente con un número muestral (García-García et al., 2013).

En la Figura 17 se ilustran dos ejemplos hipotéticos para la representación gráfica del concepto de función para la estimación del tamaño de muestra. Se utilizaron datos para modelos con diferencia de medias (gráfica izquierda) y para diferencia de promedios (gráfica derecha). La gráfica de la función es una línea, y sobre ella, los seguidores del método tradicional solicitan el resultado de las fórmulas aritméticas empleadas para el cálculo, que representa solamente un punto sobre la línea (García-García et al., 2013).

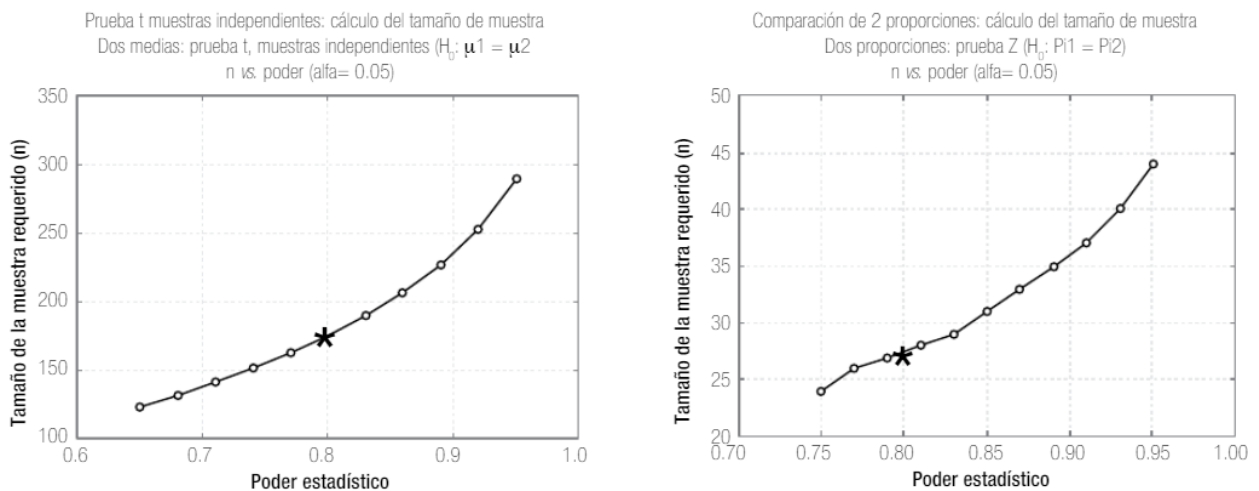


Figura 15. Gráficas de la función para el tamaño de la muestra (García-García, Reding-Bernal, & López-Alvarenga, 2013)

Representación gráfica de la función para el cálculo del tamaño de la muestra, tanto para comparar dos medias como dos proporciones puede observarse en la figura 16. En el eje de las ordenadas se muestra el número de integrantes de la muestra y en el eje de las abscisas el poder estadístico. La función está representada por la línea, y el asterisco sobre ella representa el valor resultante de la fórmula

matemática correspondiente, obteniendo así el tamaño de la muestra para un poder estadístico del 80% que es utilizado habitualmente (García-García et al., 2013).

Una de las más utilizadas es la técnica de muestreo no probabilístico también llamada muestras dirigidas o por conveniencia que se presenta en la figura 17, en este tipo de muestreo se privilegia la disponibilidad de las personas y la facilidad para acceder a ellas, incluso suelen aceptarse a voluntarios que deseen colaborar con el estudio.

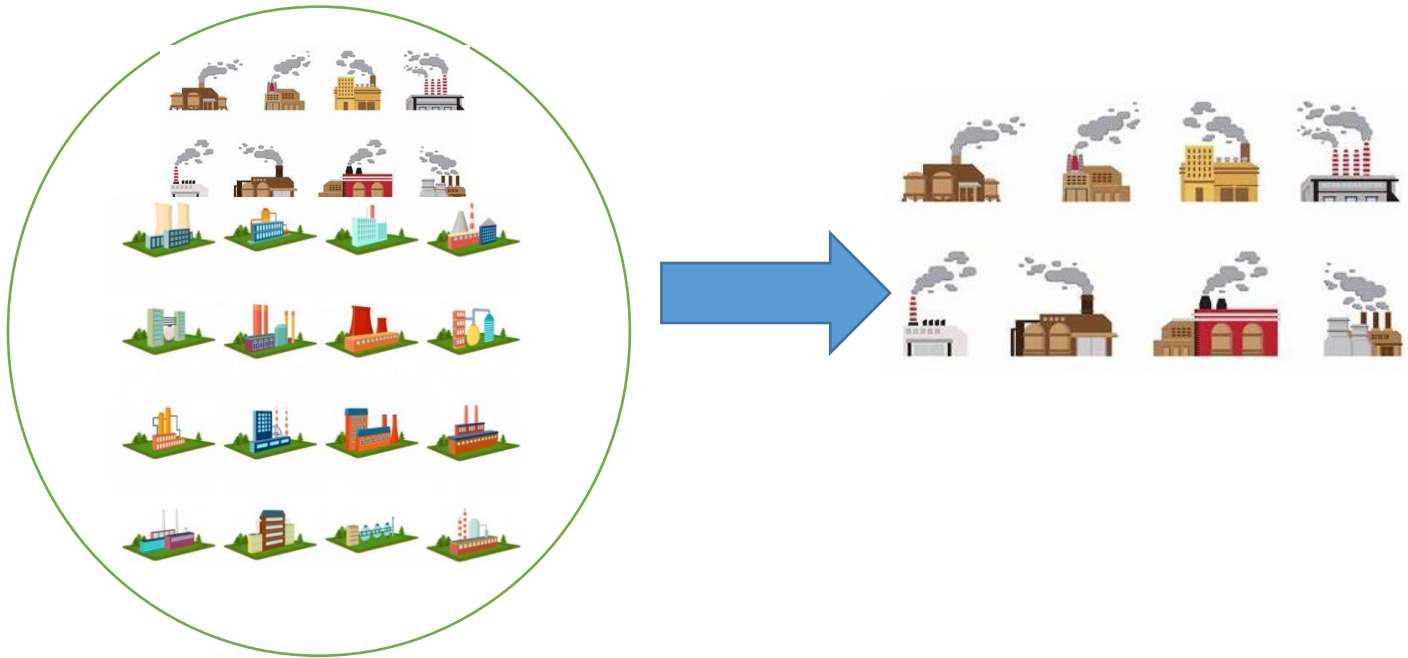


Figura 16. Segmentación de industrias por muestreo dirigido

De acuerdo a la figura 18 la segmentación de industrias por muestreo dirigido es una técnica utilizada principalmente en estudios de mercado, investigaciones industriales o aplicaciones estadísticas para seleccionar y clasificar industrias de forma estratégica, en lugar de hacerlo al azar. Es una técnica no probabilística en la cual los elementos (en este caso, industrias) se seleccionan deliberadamente con base en el conocimiento o juicio del investigador en lugar de usar una selección aleatoria. En Mexicali hay 164 industrias manufactureras según el “Directorio de la industria maquiladora de Baja California.

CAPÍTULO IV Materiales y métodos

4.1 Estructura general

La estructura general del proceso realizado a lo largo de esta investigación se inicia con un estudio sobre la clasificación de las industrias manufactureras para después analizar la situación de las empresas en la ciudad de Mexicali B.C., después de hacer una clasificación de las PyMES para poder realizar un bosquejo metodológico que incluye mapas de las empresas, diagrama de Venn para lograr establecer una vinculación entre ellas llegando a identificar los diferentes indicadores KPI'S que se implementan en el modelo, esto ayudo a generar una propuesta de un modelo preliminar.

Se logró la exploración de las industrias en prácticas sustentables, prácticas Lean y en las prácticas de productividad, lo que dio como resultado la propuesta de un modelo el cual incluye categorías y conexiones entre ellas según la literatura.

La formulación del modelo apporto información para el diseño de un instrumento de medición piloto el cual fue diseñado para medir la percepción de las organizaciones sobre manufactura esbelta, sustentabilidad y productividad.

Los resultados obtenidos se analizaron y fueron la base para el diseño de un instrumento final capaz de medir el grado de vinculación entre estos términos el cual fue logrado implementar recopilando la cantidad de 217 de respuestas entre todas las industrias participantes.

4.2 Metodología

La metodología de investigación se estructura como un proceso secuencial y sistemático, orientado a garantizar la coherencia epistemológica, la rigurosidad científica y la validez de los resultados obtenidos. Este enfoque metodológico integra de manera articulada las fases conceptuales, analíticas, empíricas y conclusivas del proceso investigativo, permitiendo el desarrollo progresivo del conocimiento científico desde la identificación del problema hasta la validación de las hipótesis planteadas.

El proceso inicia con la realización del estado del arte, etapa fundamental que permite identificar los principales avances teóricos, metodológicos y empíricos relacionados con el objeto de estudio. Esta revisión exhaustiva de la literatura especializada posibilita reconocer vacíos de conocimiento, tendencias emergentes, enfoques dominantes y controversias conceptuales, constituyendo la base para la delimitación precisa del problema de investigación. En este sentido, el análisis crítico de fuentes primarias y secundarias contribuye a la construcción de un marco conceptual sólido y actualizado.

Posteriormente, se procede al planteamiento del problema, fase en la que se define con precisión la situación problemática, estableciendo su contexto, alcance, delimitación espacial y temporal, así como sus principales implicaciones teóricas y prácticas. Esta etapa se articula directamente con la formulación de las preguntas de investigación y las hipótesis, las cuales orientan el diseño metodológico y estructuran el proceso de análisis. La formulación de hipótesis se sustenta en los fundamentos teóricos previamente revisados y busca establecer relaciones causales o asociativas entre las variables de estudio.

A continuación, se desarrolla la justificación de la propuesta, donde se argumenta la relevancia científica, social, económica y ambiental del estudio. En esta fase se expone el valor agregado de la investigación, su contribución al avance del conocimiento, su impacto potencial en la toma de decisiones y su pertinencia en el contexto académico y productivo. Esta justificación sustenta la viabilidad y la necesidad del trabajo investigativo.

La siguiente etapa corresponde a los planteamientos de los objetivos, tanto el general como los específicos, los cuales delimitan con claridad los alcances del estudio y orientan la selección de métodos, técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos. Los objetivos se formulan en coherencia con el problema, las preguntas y las hipótesis, garantizando la alineación lógica del proceso investigativo.

Posteriormente, se establece la metodología, que comprende el diseño de investigación, el enfoque epistemológico, el tipo y nivel de estudio, la definición de variables, la selección de la

población y muestra, así como los métodos y técnicas de recolección de datos. Esta fase también contempla los procedimientos de análisis cuantitativo, cualitativo o mixto, asegurando la confiabilidad, validez y replicabilidad de los resultados.

De manera complementaria, se define el alcance del trabajo propuesto, delimitando las fronteras del estudio, sus restricciones y supuestos, lo cual permite contextualizar adecuadamente los hallazgos y evitar interpretaciones extrapoladas. Posteriormente, se estructura un plan de trabajo, donde se establecen las actividades, los recursos, los tiempos y las responsabilidades, garantizando una ejecución ordenada, eficiente y controlada del proceso investigativo.

La fase central del proceso corresponde a la validación de hipótesis, que implica la aplicación de los métodos analíticos y estadísticos seleccionados para contrastar empíricamente los planteamientos teóricos. Esta etapa permite determinar la aceptación o el rechazo de las hipótesis, sustentando los resultados en evidencia empírica sólida y metodológicamente verificable.

Finalmente, el proceso culmina con la emisión de conclusiones, ya sea mediante la confirmación o el rechazo de las hipótesis planteadas. En caso de rechazo, se analizan las posibles causas y se formulan nuevas líneas de investigación. Esta fase se articula con la elaboración de conclusiones generales y discusiones, donde se interpretan los resultados, se contrastan con la literatura existente y se establecen aportaciones teóricas, metodológicas y prácticas. Todo el proceso conduce al cierre formal de la investigación, consolidando un marco analítico integral que garantiza la coherencia científica, la validez de los resultados y su contribución al conocimiento.

En el siguiente diagrama mostrado en la figura 19 se puede observar el procedimiento de la metodología detallada por capítulo llevada a cabo a lo largo del proceso de esta investigación.

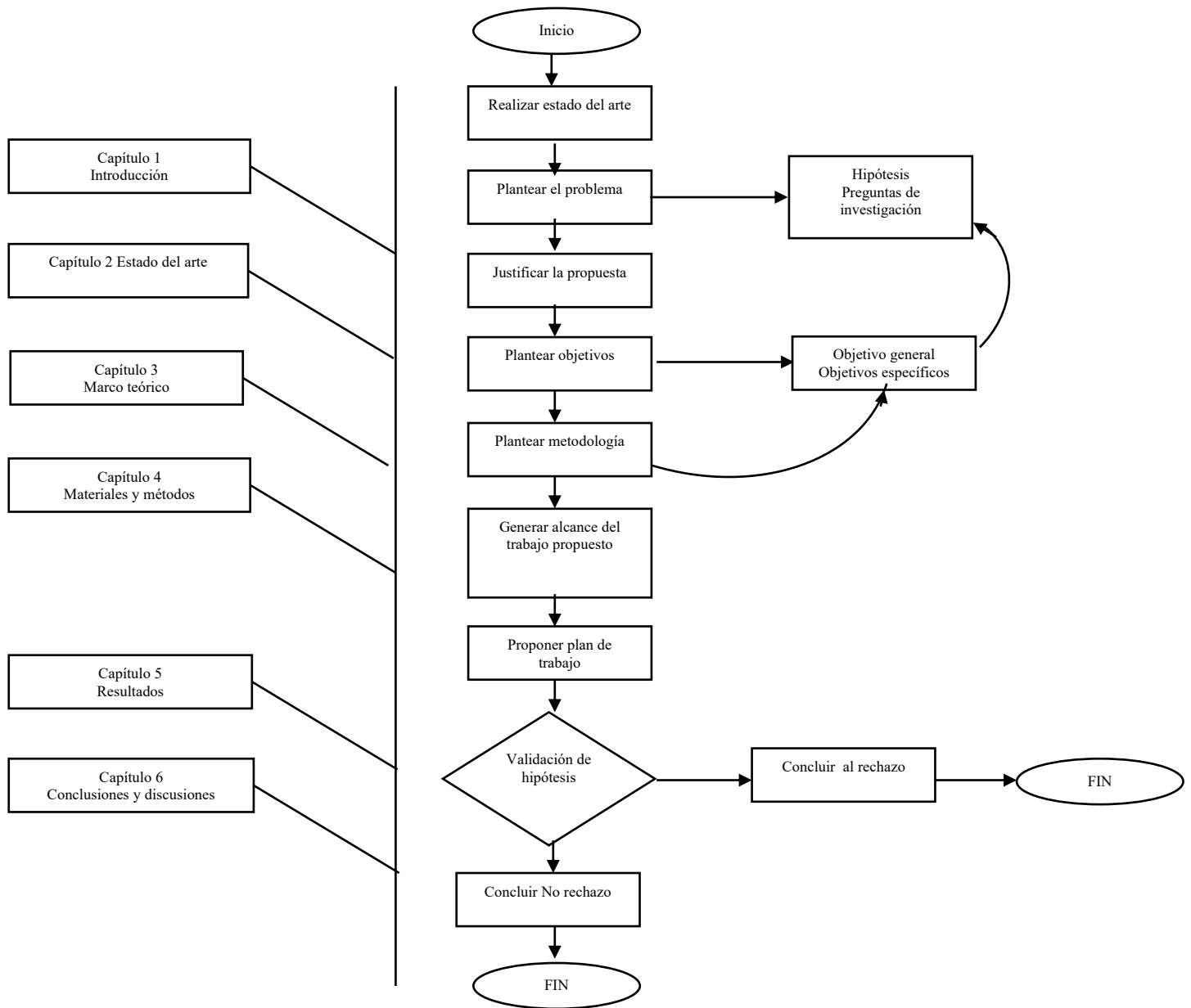


Figura 17. Metodología detallada por capítulo

El procedimiento para el análisis de la situación actual de las industrias se llevó a cabo por medio de encuestas a una muestra de la población de industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali, B.C. que cumplan con los requisitos que serán determinados posteriormente, dichas encuestas se aplicaron durante el segundo semestre donde se logró visualizar el campo de participación.

La primera propuesta del modelo presentada en la figura 20 donde es posible observar la conectividad entre los diferentes conceptos que dan pie a las categorías estudiadas en esta investigación y como se interrelacionan entre ellas, esta propuesta fue antecesora para seguir la investigación que dio como resultado la propuesta del instrumento de medición piloto que después avanzaría hacia un instrumento final, el cual tiene como objetivo conocer el estado actual de las industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali dentro de los temas de manufactura esbelta, sustentabilidad y productividad.

Se busca conocer el nivel de implementación de herramientas Lean, el manejo que tienen sobre inventarios y desperdicios, así como su relación con las prácticas sustentables tanto en sus cadenas de suministro desde la parte del diseño de sus productos hasta la disposición que se tiene de los productos en su fase final después de ser usados, es así que algunos autores como Diaz-Elsayed et al. (2013) establecen que existe una conexión entre Lean y Green que lleva con su implementación a una optimización de costos.

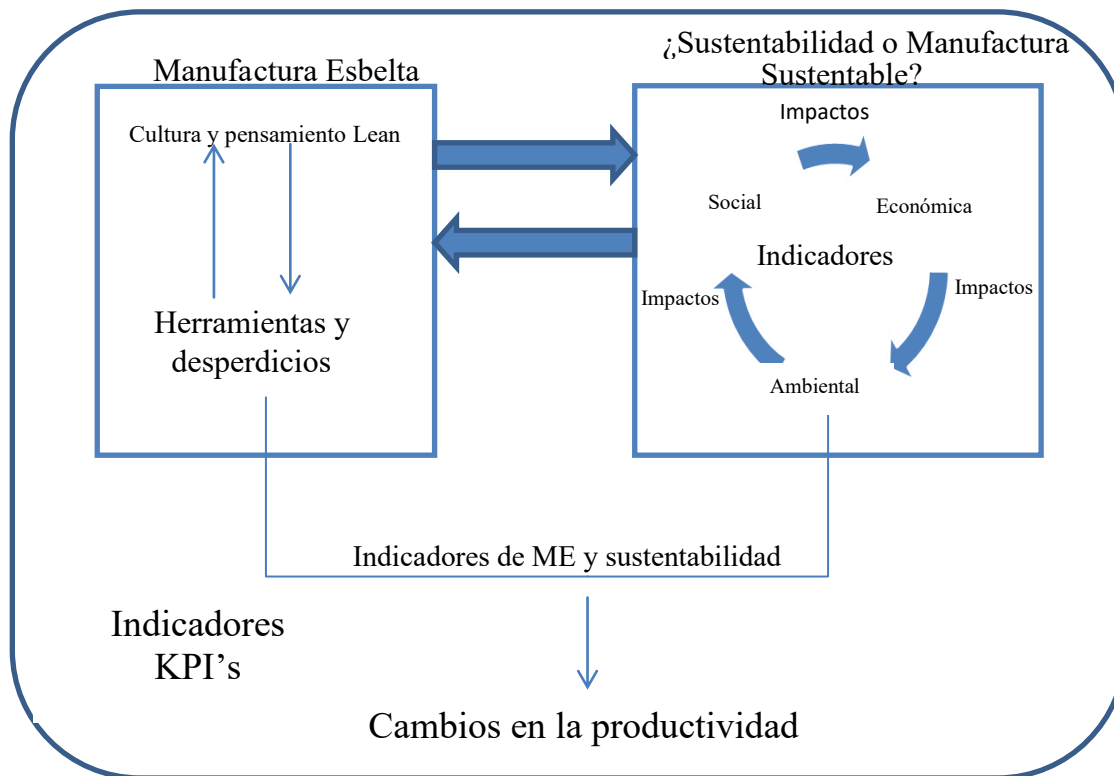


Figura 18. Propuesta de modelo de vinculación (Elaboración propia)

En el modelo propuesto mostrado anteriormente es posible observar que está compuesto por indicadores de manufactura esbelta (ME) y sustentabilidad que permiten lograr cambios en la productividad.

4.2.2 Procedimiento en la selección de material en el diseño de prueba piloto

El enfoque que se implementó para llevar a cabo el estudio y el diseño de la prueba piloto consiste en cuatro pasos genéricos presentados en la figura 21, con el objetivo de proporcionar una revisión exhaustiva de fuentes de información sobre los modelos y métodos disponibles relacionados a la manufactura esbelta, la sustentabilidad y la producción de los que algunos autores solo tienen bosquejos.

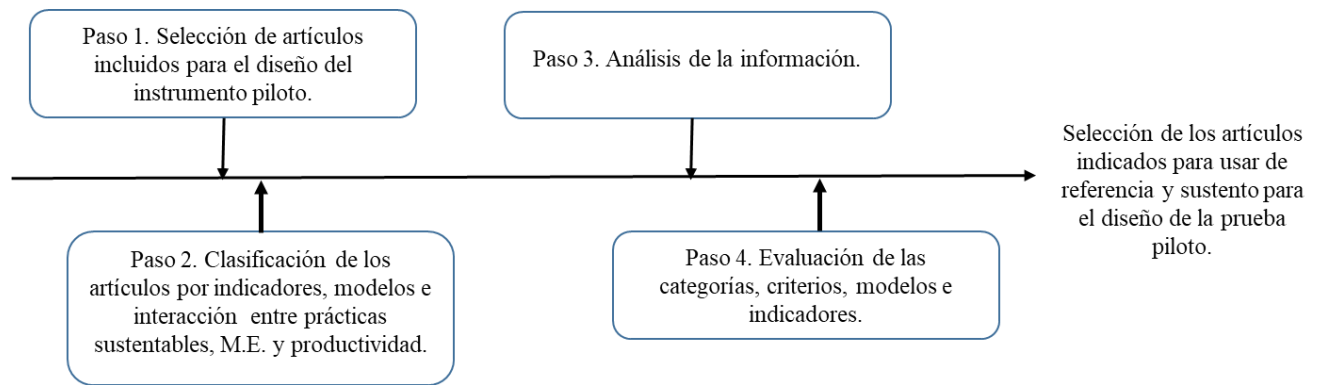


Figura 19. Procedimiento para la selección de autores y artículos del diseño de prueba piloto (Elaboración propia)

Es importante mencionar que algunos de los pasos presentados en la figura 20 se han implementado en empresas de otras partes de mundo y que fortalecen al sustento y diseño del instrumento piloto.

Las acciones tomadas para realizar cada paso se describen de una forma más detallada a lo largo de este capítulo.

En la selección de autores, artículos, modelos, métodos e información utilizada para esta investigación y para el diseño del instrumentos de medición piloto se siguió un estricto procedimiento de trabajo descrito en la figura 21 que a continuación se muestra, especificando el inicio del ciclo con una búsqueda genérica en las diferentes bases de datos de ELSEVIER, SCIELO, REDALYC, EBSCO, SPRINGER, entre otras y finalizando el ciclo de búsqueda con la selección de los diferentes artículos que aportaran sustento e información relevante para apoyo en la investigación.

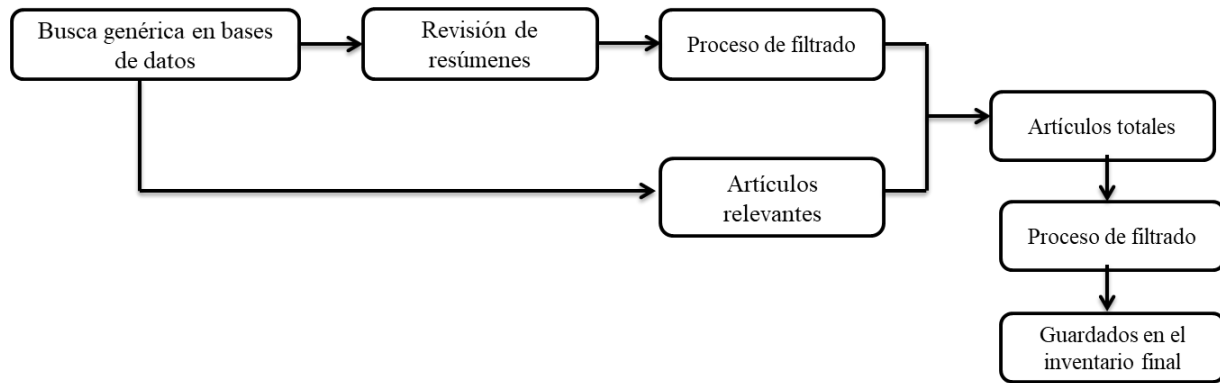


Figura 20. Procedimiento seguido para la selección de artículos, métodos y modelos incluidos en el diseño del instrumento piloto (Elaboración propia)

Una vez seleccionado los artículos se determinaron los indicadores a utilizar en el instrumento de medición piloto, dichos indicadores están divididos en 3 ejes, el primero enfocado en Manufactura esbelta, el segundo en sustentabilidad y el tercero en productividad.

Para el análisis de la información recabada se realizó un comparativo para poder observar y lograr hacer conclusiones de una manera más sencilla la información recolectada, dicha información se muestra en anexo 1, en ella se observa que cada eje es nombrado en esta investigación como categorías cada una de ellas está constituida por una serie de subcategorías.

En la figura 23 se observa que cada subcategoría seleccionada para la prueba piloto fue mencionada por al menos dos autores y un máximo de 23 autores coinciden en información, se trabajó para este instrumento con un total de 44 artículos.

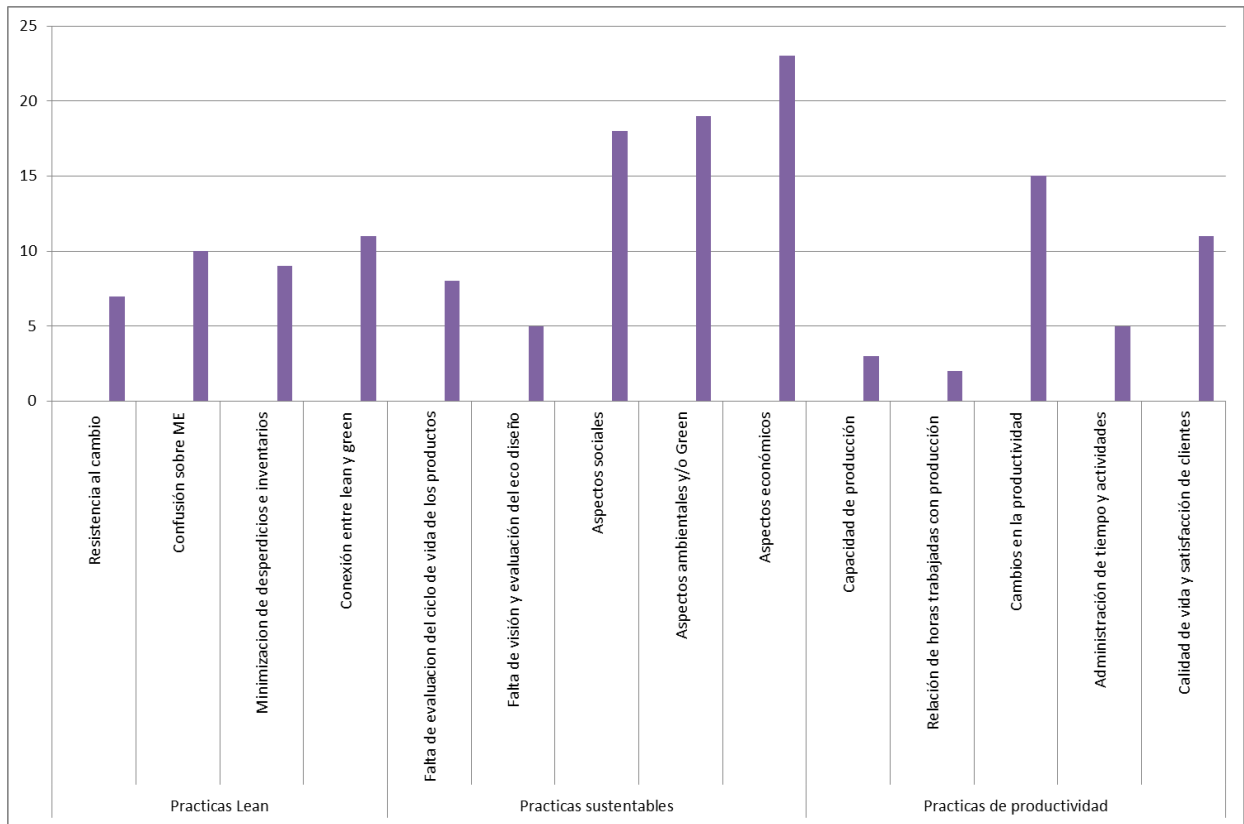


Figura 21. Categorías de prueba piloto (Elaboración propia)

Cada una de las subcategorías contenidas en cada una de las categorías presentadas en la figura 23 aportaron información relevante para la formulación del instrumento de medición final que llevó a la creación de un modelo único de relación entre la manufactura esbelta y las prácticas sustentables y demostrar cómo es que estos vínculos encaminados e implementados de manera simultánea muestra cambios en la productividad de las empresas manufactureras de la ciudad de Mexicali, Baja California.

4.3 Ejes y categorías para instrumento de medición piloto

La tabla 10, muestra las categorías y subcategorías para el instrumento de medición. En las prácticas Lean se cuenta con cuatro subcategorías, en las prácticas sustentables y las prácticas de productividad con cinco respectivamente.

Tabla 9. Categorías implementados en prueba piloto por eje o espacio (Elaboración propia)

Prácticas	Categorías	Indicador
Lean	Resistencia al cambio.	Evaluaciones de productividad (calificación anual).
	Confusión sobre ME.	Programas, cursos y capacitaciones sobre ME (número por año).
	Minimización de desperdicios e inventarios.	Conocimiento del % promedio al año de desperdicio. % promedio al año de reducción de desperdicios e inventarios.
	Conexión entre Lean y Green.	Factores económicos en la reducción y control de desperdicios. Administración eficiente de los materiales. Tiempo de trabajo utilizado en actividades que añaden valor.
Sustentables	Falta de evaluación del ciclo de vida de los productos.	Impactos ambientales de los productos en todo el ciclo de vida. Conocimiento del proceso de los recursos implicados en el ciclo de vida de los productos.
	Falta de visión y evaluación del ecodiseño.	Aplicación de ecodiseños en los productos.
	Aspectos sociales.	Utilización de insumos y ambiente laboral.
	Aspectos ambientales y/o Green.	Cumplimiento de criterios Lean en la selección de materia prima. Cumplimiento de criterios Lean en la selección de proveedores. Cumplimiento de criterios Green en la selección de materia prima. Cumplimiento de criterios Green en la selección de proveedores. Impacto medio ambiental en la producción.
	Aspectos económicos.	Aprovechamiento máximo de los recursos. Generar cantidades mínimas de residuos y emisiones, y crear un ambiente interior saludable.
Productividad	Capacidad de producción.	% de unidades producidas con planeadas.
	Relación de horas trabajadas con producción.	Rendimiento de mano de obra.
	Cambios en la productividad.	Reducción de costos. Aumento de ingreso económico. Aumento en la satisfacción del cliente. Mejoras en la eficiencia operacional de los equipos, máquinas y herramientas.
	Administración de tiempo y actividades.	Uso de herramientas Lean. Seguimiento a actividades (agregan o no valor), por medio de formatos, documentos, etc. Evaluar las actividades desempeñadas actualmente y eliminar las que no son necesarias o no agregan valor.
	Calidad de vida y satisfacción de clientes.	Sistema productivo sostenible (nivel de calidad de vida y satisfacción de clientes).

En la tabla 11 se observan las cuatro prácticas Lean, la cual presenta cuatro subcategorías las cuales son la resistencia al cambio, confusión sobre manufactura esbelta, minimización de desperdicios e inventarios y conexión Lean y Green.

Tabla 10. Categoría de prácticas Lean

Prácticas Lean			
Resistencia al cambio	Confusión sobre ME	Minimización de desperdicios e inventarios	Conexión entre Lean y Green

Los indicadores, las categorías y subcategorías son posible observarlas en la tabla 12 se muestran los indicadores y las categorías teniendo en cada una de ellas una serie de indicadores propuestos, así como con una cantidad de reactivos haciendo posible evaluar dichos indicadores, los cuales son mostrados en la tabla antes mencionada llamada “Indicadores y categorías de prácticas Lean”.

Tabla 11. Indicadores y categorías de prácticas Lean

Categorías		Indicador
Prácticas Lean	Resistencia al cambio	Evaluaciones de productividad (calificación anual).
	Confusión sobre ME	Programas, cursos y capacitaciones sobre ME (número por año).
	Minimización de desperdicios e inventarios	* Conocimiento del % promedio al año de desperdicio. * % promedio al año de reducción de desperdicios e inventarios.
	Conexión entre Lean y Green	*Factores económicos en la reducción y control de desperdicios. *Administración eficiente de los materiales. * Tiempo de trabajo utilizado en actividades que añaden valor.

En la tabla 13 se presentan las prácticas de sustentabilidad utilizadas en la prueba piloto, así como en el instrumento de medición, estas prácticas están compuestas por 5 categorías las cuales representan dichas prácticas y se pueden observar clasificadas en la siguiente tabla.

Tabla 12. Categorías de prácticas sustentables

<i>Prácticas sustentables</i>				
Evaluación del ciclo de vida de los productos	Visión y evaluación del ecodiseño	Aspectos sociales	Aspectos ambientales y/o Green	Aspectos económicos

En la tabla 14 es posible visualizar como las diferentes categorías de las prácticas sustentables se presentan una serie de indicadores para evaluar las diferentes categorías que se muestran en cada una de las categorías teniendo reactivos en cada indicador.

Tabla 13. Indicadores y características de prácticas sustentables

	Categorías	Indicador
Prácticas sustentables	Evaluación del ciclo de vida de los productos	* Impactos ambientales de los productos en todo el ciclo de vida. * Conocimiento del proceso de los recursos implicados en el ciclo de vida de los productos.
	Visión y evaluación del ecodiseño	*Aplicación de ecodiseños en los productos.
	Aspectos sociales	*Utilización de insumos y ambiente laboral.
	Aspectos ambientales y/o Green	* Cumplimiento de criterios Lean en la selección de materia prima. * Cumplimiento de criterios Lean en la selección de proveedores. * Cumplimiento de criterios Green en la selección de materia prima. * Cumplimiento de criterios Green en la selección de proveedores. * Impacto medio ambiental en la producción.
	Aspectos económicos (Ahorro y eficiencia de recursos)	*Aprovechamiento máximo de los recursos. *Generar cantidades mínimas de residuos y emisiones, y crear un ambiente interior saludable.

En la tabla 15 se presentan las cinco diferentes categorías para las prácticas de productividad, son resultado de la revisión de artículos científicos.

Tabla 14. Prácticas de productividad

<i>Prácticas de productividad</i>				
Capacidad de producción	Relación de horas trabajadas con producción	Cambios en la productividad	Administración de tiempo y actividades	Calidad de vida y satisfacción de clientes

En la tabla 16 llamada indicadores por categoría de prácticas de productividad se presentan las cinco categorías de las prácticas de productividad que son capacidad de producción, relación de horas trabajadas con producción, cambios en la productividad, administración de tiempo y actividades, y calidad de vida y satisfacción de los clientes, esta información puede ser apreciada de una mejor forma en dicha tabla, donde se identifican cuales contienen una serie de indicadores propuestos para cada categoría de igual forma que las dos categorías anteriores esta

tercer categoría o eje también cuenta con una serie de reactivos los cuales serán presentados posteriormente en este trabajo.

Tabla 15. Indicadores para categorías de prácticas de productividad

	<i>Categorías</i>	<i>Indicador</i>
<i>Prácticas de productividad</i>	Capacidad de producción	% de unidades producidas con planeadas.
	Relación de horas trabajadas con producción	Rendimiento de mano de obra.
	Cambios en la productividad	* Reducción de costos. * Aumento de ingreso económico. * Aumento en la satisfacción del cliente. * Mejoras en la eficiencia operacional de los equipos, máquinas y herramientas.
	Administración de tiempo y actividades	* Uso de herramientas Lean. * Seguimiento a actividades (agregan o no valor), por medio de formatos, documentos, etc. * Evaluar las actividades desempeñadas actualmente y eliminar las que no son necesarias o no agregan valor.
	Calidad de vida y satisfacción de clientes	* Sistema productivo sostenible (nivel de calidad de vida y satisfacción de clientes).

Lo mencionado por cada autor y en los diversos artículos con los que se trabajo es posible conocerlos a través de la tabla 15 donde presentan las aportaciones de cada autor, que fueron consideradas para este estudio, es sencillo apreciar la importancia de las aportaciones de cada uno y como es que vinculan cada uno de los ejes con los que se está trabajando.

En la tabla 17 se observa la comparativa entre autores de sustentabilidad, Lean y productividad.

Tabla 16. Comparación entre autores entre los tres espacios (Elaboración propia)

<i>Autor</i>	<i>Espacio de la sustentabilidad</i>	<i>Espacio de Lean</i>	<i>Espacio de la productividad</i>
Yuanzhu Zhan et al. 2018	Reducir impactos y riesgos al ambiente. Eliminar desperdicios y mejora la eficiencia ecológica, mentalidad y actitud, liderazgo y administración, participación de los trabajadores, enfoque integrado, herramientas y técnicas.	Reducir desperdicios.	Si se trabaja en mejores condiciones por ende la productividad se incrementará.
Carro Suarez et al. 2017	Se requiere considerar los 3 factores. Las compañías no desarrollan una estrategia de sustentabilidad porque no es su prioridad, no tienen dominio del tema y se presenta un dilema entre ser sustentables o rentables (Aumento de la productividad).		Mentalidad y actitud, liderazgo y administración, participación de los trabajadores, enfoque integrado, herramientas y técnicas.
Helleno et al. 2017	Propone un método conceptual para integrar un nuevo grupo de indicadores, utilizó un grupo de indicadores de sostenibilidad integrados en VSM para evaluar el nivel de sostenibilidad en empresas con diferentes características en relación con los volúmenes de producción y las variedades de productos. A pesar de la evolución de sistemas de fabricación hacia la sustentabilidad, no hay métodos estandarizados para evaluarla en la fabricación o procesos y no hay consenso sobre qué indicadores deben ser utilizados.	El uso de herramientas ME maximiza las ganancias en áreas ambientales y sociales del proceso de fabricación.	Al hacer cambios en los sistemas de producción se hacen también en los niveles de la productividad de las empresas.
Lubica Kovacova, 2013	Define la fabricación verde o sostenible como un método para desarrollar tecnologías para transformar materiales sin emisión de gases de efecto invernadero, uso de materiales no renovables o tóxicos. "seguro para el medio ambiente" Minimización y evitación de residuos, la contaminación debe prevenirse o reducirse en la fuente siempre que sea posible y reutilización interna de productos de desecho.	Minimizar los desperdicios. Maximizar el uso de todos los recursos. Reducción de desperdicios, aprovechamiento de los recursos.	
Michael Lewis, 2000	Mientras más exitosa sea la implementación en una organización se les dificulta menos comprometerse con los cambios hacia la sustentabilidad.	Los principios básicos de ME como la minimización. Eliminación de desperdicios se han convertido en el paradigma de muchas operaciones de fabricación. Ser Lean puede reducir la capacidad de la empresa para lograr flexibilidad a largo plazo.	La diferencia de rendimiento en las empresas se atribuyó a las prácticas de producción Lean que mejoraron la productividad a través de la reducción de los tiempos de entrega, los costos de material y personal, el aumento de la calidad.

4.4 Instrumento de medición piloto

A continuación, en la figura 24 se muestra el primer instrumento de medición piloto propuesto, contiene las categorías, los indicadores propuestos para cada una y dentro de ellos reactivos que tienen como objetivo establecer la relación entre las categorías y la importancia de que se apliquen de manera simultánea en las industrias. El instrumento cuenta con un total de 39 ítems y las respuestas se trabajan en la escala.

Esta encuesta está dirigida a las empresas de la ciudad de Mexicali, B.C., que tienen conocimiento y aplican los conceptos de manufactura esbelta, sustentabilidad y productividad en sus procesos.

GRACIAS POR SU VALIOSA COLABORACIÓN

Departamento:						
Giro empresarial:						
Antigüedad de la empresa:	0 – 6 Meses	6-12 Meses	12-24 Meses	2-5 años	5-8 años	8 o más años
Número de empleados:	1-50 empleados	50-200 empleados	200-500 empleados	500-1000 empleados	1000 o más empleados	
Nivel Organizacional:	Operativo		Intermedio		Gerencial	

Favor de llenar los datos con una X en la opción elegida.

<u>Preguntas</u>	Muy de acuerdo	Algo de acuerdo	Ni de acuerdo y ni desacuerdo	Algo en desacuerdo	Muy en desacuerdo
IME1 Resistencia al cambio					

¿Los trabajadores aceptan fácilmente los cambios (formas de trabajar, propuestas de mejora, etc.) propuestos por la administración?					
¿La organización apoya fácilmente cuando surge una idea de mejora?					
¿Han considerado el pensamiento esbelto como la llave para la implementación de cambios en los sistemas de producción? (procedimientos, hábitos, etc.)					
IME2 Confusión sobre ME					
¿La empresa conoce la filosofía de manufactura esbelta?					
¿Los trabajadores de la compañía están familiarizados e implementan manufactura esbelta?					
¿Aplican y llevan a cabo la implementación de la filosofía la mayoría del personal?					
IME3 Minimización de desperdicios o de inventarios					
¿Realizan constantemente juntas para ver temas referentes a manufactura esbelta y mermas?					
¿Se tiene conocimiento de la cantidad de desperdicios producidos en las diferentes áreas de la empresa?					
¿Actualmente tienen un plan de solución para problemas relacionados con los desperdicios en la organización?					
IME4 Conexión entre Lean y Green					
¿Cómo considera la relación existente entre Lean y sustentabilidad?					
¿Considera que al eliminar desperdicios en la empresa mejora la eficiencia ecológica?					
¿Qué tan de acuerdo esta con la posibilidad de que al eliminar desperdicios esto influye de manera positiva en la sociedad?					
IS1 Falta de evaluación del ciclo de vida de los productos					
¿Que tanto han considerado tener una cadena de suministro verde?					
Consideran relevante el análisis del ciclo de vida de los productos desde la fase del diseño?					
¿Han considerado la implementación de un ciclo de producción limpia?					
IS2 Falta de visión y evaluación del ecodiseño					
¿Considera que las variables medioambientales juegan un papel relevante a integrar en el ciclo de vida desde las etapas de diseño de los productos?					

¿Qué tan importante considera el eco-diseño en sus productos?					
¿Los diseños de sus productos están enfocados hacia la reducción de materiales y energía?					
IS3 Aspectos sociales					
¿Actualmente la empresa cuenta con índices de inversión socialmente responsables?					
¿Considera a la sociedad como factor importante para llevar a cabo las actividades de la empresa? (busco si ven a la importancia de la sociedad en sus procesos y actividades industriales)					
¿Al implementar nuevos proyectos se consideran el impacto económico que se tendrá en la comunidad?					
IS4 Aspectos Green/Lean					
¿Actualmente manejan producción Green en las líneas o celdas de producción?					
¿Ha considerado el generar ganancias de forma respetuosa con el medio ambiente sin grandes inversiones o grandes cambios en la cadena de suministro?					
¿La empresa implementa programas de auditorías referentes al parte medio ambiental?					
IS5 Aspectos económicos					
¿Tiene conocimiento si los índices de inversión económica de la empresa son socialmente responsables?					
¿Al tener una disminución en gastos estos ahorros se ven reflejados en la empresa?					
¿La empresa ofrece al menos 2 veces al año información concerniente al manejo económico de esta?					
IP1 Capacidad de producción					
¿Considera que la empresa cuenta con suficientes índices para medir la productividad?					
¿Considera que la empresa cuenta con suficiente equipo, así como proveedores para la demanda de producción?					
IP2 Relación de horas trabajadas con producción					
¿Considera equitativa la jornada laboral con los estándares de producción establecidos en la empresa?					
¿Considera equitativo las horas de jornada laboral en relación con los días hábiles laborables?					
IP3 Cambios en la productividad					
¿Se tiene evidencia que si se trabaja en mejores condiciones laborales la productividad se incrementara?					
¿La industria está comprometida con los cambios y evoluciones fácilmente con el fin de ser más competitivas y productivas?					

IP4 Administración de tiempo y actividades					
¿Los trabajadores con consientes de la importancia de hacer sus actividades en tiempo y forma?					
¿Considera que la mayoría de los compañeros hacen buen uso de los recursos que la empresa provee?					
IP5 Calidad de vida y satisfacción a los clientes					
¿Considera que el estilo de trabajo y las actividades mejoran el estilo y la calidad de vida de los colaboradores?					
¿La empresa conoce el término de madurez organizacional?					
¿Aceptaría la empresa un análisis relacionado con prácticas de manufactura esbelta, sustentabilidad y productividad?					
¿Aceptaría una propuesta de mejora en su organización o proceso?					

Figura 22. Primer propuesta de instrumento de medición piloto (Elaboración propia)

Este instrumento de medición se validó de varias formas, la primera fue por la información proporcionada de la revisión bibliográfica y lo propuesto por varios autores en estos temas de indicadores de productividad, sustentabilidad y manufactura esbelta, la segunda forma fue por medio de personas involucradas directamente en el campo laboral, se les aplico un instrumento el cual ayudo a complementar el instrumento de medición final que dará como resultado el nivel de vinculación existente en dichas áreas, se cuenta con un directorio empresarial donde se consultaron las empresas establecidas en la ciudad, algunas de ellas se encuentran colaborando de diversas maneras con este estudio.

4.5 Segunda propuesta de modelo

El instrumento piloto dio lugar a la segunda propuesta de modelo para evaluar la integración entre manufactura esbelta y sustentabilidad hacia la productividad en industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali, Baja California, esta segunda propuesta se puede observar en la figura 25 donde se plasman los diferentes indicadores para las diferentes categorías.

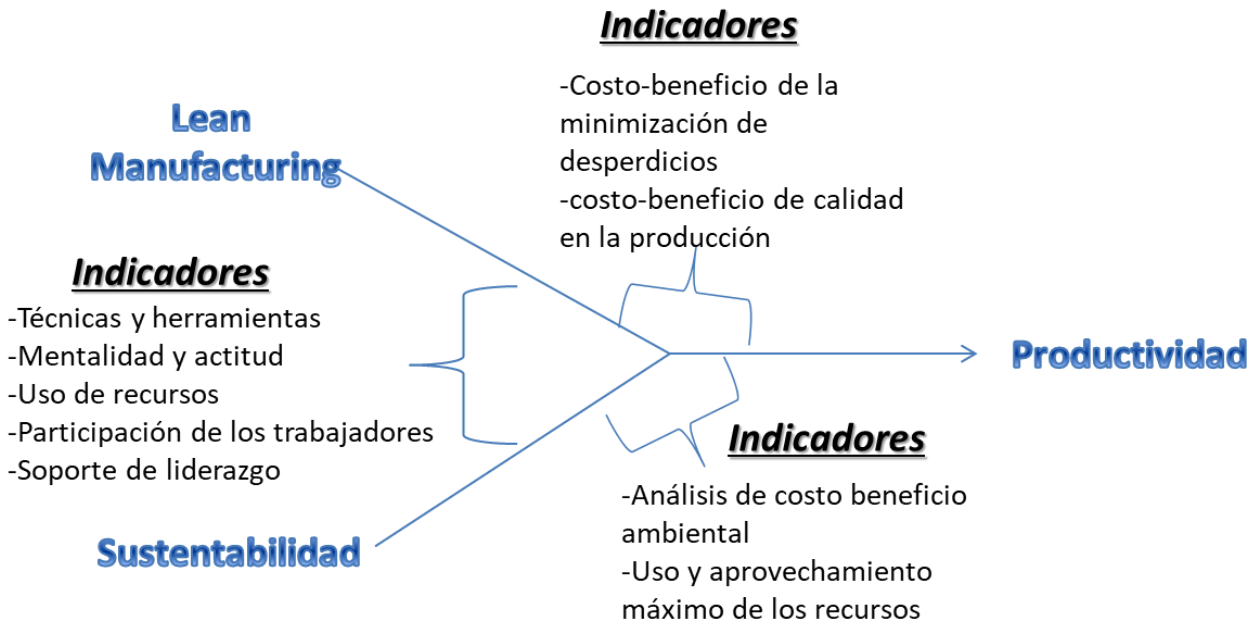


Figura 23. Segunda propuesta de modelo de integración (Elaboración propia)

4.6 Encuesta de aportación de las industrias

Se diseñó el siguiente instrumento, para conocer la perspectiva de las industrias sobre los ejes temáticos principales, sustentabilidad, manufactura esbelta y productividad, surge un instrumento diseñado para que el participante respondiera con información precisa y exacta sobre alguna categoría en particular lo cual se observa en la figura 26, la información proporcionada por los expertos en las industrias fue importante para tener sustento en el diseño de los indicadores y categorías.

P	P	E	0	0	0
---	---	---	---	---	---

Esta encuesta está dirigida a conocer sus puntos de vista, observaciones y recomendaciones en las áreas de manufactura esbelta, sustentabilidad y productividad en sus procesos; La información recabada es parte del contenido temático de una investigación para obtener el grado de Doctor en Ciencias por la Universidad Autónoma de Baja California.

GRACIAS POR SU VALIOSA COLABORACIÓN

1. ¿Qué reactivo o reactivos propondrías para evaluar “La resistencia al cambio”?
2. ¿Qué reactivo o reactivos propondrías para evaluar “Confusión sobre Manufactura Esbelta”?
3. ¿Qué reactivo o reactivos propondrías para evaluar “La minimización de desperdicios e inventarios”?
4. ¿Qué reactivo o reactivos propondrías para evaluar “La conexión entre Lean y Green”?
5. Priorice en orden del 1 al 4 las categorías según qué tan representativas son para usted:
 - ___ Resistencia al cambio
 - ___ Confusión sobre Manufactura Esbelta
 - ___ Minimización de desperdicios e inventarios
 - ___ Conexión entre Lean y Green

6. ¿Qué reactivo o reactivos propondrías para “La evaluación del ciclo de vida de los productos”?
7. ¿Qué reactivo o reactivos propondrías para evaluar “Visión y evaluación del ecodiseño”?
8. ¿Qué reactivo o reactivos propondrías para evaluar “Aspectos sociales”?
9. ¿Qué reactivo o reactivos propondrías para evaluar “Aspectos ambientales o Green”?
10. ¿Qué reactivo o reactivos propondrías para evaluar “Aspectos económicos (ahorro y eficiencia de recursos)”?
11. Priorice en orden del 1 al 5 las categorías según qué tan representativas son para usted:
 - ___ Ciclo de vida de los productos
 - ___ Visión y evaluación del ecodiseño
 - ___ Aspectos ambientales
 - ___ Aspectos sociales
 - ___ Aspectos económicos

12. ¿Qué reactivo o reactivos propondrías para evaluar “Capacidad de producción”?
13. ¿Qué reactivo o reactivos propondrías para evaluar “Relación de horas trabajadas con producción”?
14. ¿Qué reactivo o reactivos propondrías para evaluar “Cambios en la productividad”?
15. ¿Qué reactivo o reactivos propondrías para evaluar “Administración de tiempo y actividades”?
16. ¿Qué reactivo o reactivos propondrías para evaluar “Calidad de vida y satisfacción de clientes”?
17. Priorice en orden del 1 al 5 las categorías según qué tan representativas son para usted:
 - ___ Capacidad de producción
 - ___ Relación de horas trabajadas
 - ___ Cambios en la productividad
 - ___ Administración de tiempo y actividades
 - ___ Calidad de vida y satisfacción de clientes

Figura 24. Prueba piloto explorativo aplicado (elaboración propia).

En la figura 26 se puede apreciar que el instrumento piloto explorativo corto, contiene preguntas concisas, exactas y dirigidas a una categoría en específico, fue diseñado de esta manera con el

objetivo de que el participante tuviera un enfoque hacia un entorno controlado es decir solo hacia un tema exclusivamente.

La aplicación de esta prueba piloto dio como resultado las bases para la formulación del instrumento de medición final para evaluar la vinculación. Se obtuvo de esta primera prueba que las empresas consideran criterios diferentes para establecer sus prioridades de cada área, se les proporciono en el instrumento diferentes opciones de respuesta a las cuales debieron asignarle un número del 1 al 5 considerando el número 1 como la opción más importante imponiéndoles la selección de orden en las respuestas de importancia en cada uno de los reactivos y el número 5 como la última opción en el orden de prioridades.

La vinculación debe ser de forma que se logre integrar las tres partes claves del éxito en los cambios de productividad, según la propuesta basada en este modelo de integración aplicable a las empresas manufactureras, cuando no existe integración de las diferentes áreas de la empresa raramente logran ser exitosas, ya que al trabajar de manera individualizada no se logra obtener el máximo beneficio de los recursos.

Es necesario hacer un análisis interno de las empresas donde se deben de analizar no solo factores independientes o que funcionan de esta manera sino también la estructura de toda la organización, para poder implementar el modelo propuesto para medir ese nivel de integración es necesario establecer criterios e indicadores que ofrezcan un panorama del estado de las empresas, esto nos dará como consecuencia posibles opciones de mejora para verse reflejados en cambios en los niveles de productividad de las organizaciones.

Tratar de incorporar a la forma de trabajo cambios cuando estas no están acostumbradas puede ser difícil, la estrategia es un factor importante para el logro de esto, se debe de considerar en relación con el ajuste de recursos y capacidades que en la organización se tengan y deben de estar relacionados con las amenazas y oportunidades que surgen en su entorno competitivo.

Se diseñó y aplicó un instrumento de medición piloto para validar y apoyar al instrumento final que al ser respondido por varias empresas nos dieron información que aporta positivamente a la

investigación, la información presentada por parte de las organizaciones participantes dio como resultado lograr la comparación de la información y reactivos presentados que fueron creados a partir del estudio de varios autores y los presentados por parte de las empresas, esto coadyuvo a poder generar un panorama más amplio sobre el mundo laboral y lo que la literatura presenta. El instrumento presentado a las empresas en esta parte del estudio tenía como objetivo indagar más a fondo la perspectiva que las organizaciones tienen referente a los indicadores de sustentabilidad, manufactura esbelta y productividad, esta información aportó de manera positiva y significativa la visualización de la información de manera más clara, así como precisa y fue posible clasificar las categorías e indicadores debido a la vinculación que se presenta.

Las diferentes áreas que componen una empresa son diversas y todas importantes debido a que en ellas se plantean y tratan de alcanzar los objetivos y las metas que la organización tenga, cada área aporta algo que colabora para llegar a alcanzarlas. Las áreas de las empresas deben de estar bien definidas y deben de contar con personas responsables para que el proceso de actividades funcione de una mejor forma, las aportaciones de las diversas empresas coinciden en que los colaboradores de las empresas deben de mantenerse unidos y mantener un ambiente saludable de trabajo según Gómez Martínez et al. (2012), también mencionan que el Clima Organizacional (CO) es un factor básico en las apreciaciones que los trabajadores tienen acerca de las estructuras y procesos que ocurren en el medio laboral dentro de las industrias, comentan que su importancia radica en el hecho de que la conducta de un empleado es el resultado de las percepciones que tenga de la organización y que estas percepciones van a depender, en gran medida, de las actividades, interacciones y otra serie de experiencias que cada miembro tenga. Motivo por el cual el clima organizacional refleje la interacción entre características personales y organizacionales, dichas características son consideradas en el instrumento piloto aplicado a las industrias.

Entonces es posible afirmar que muchas organizaciones exitosas se deben a una excelente relación que existe entre el equipo de trabajo y la comunicación que se tenga, dicha comunicación debe ser constante y respetuosa con todos los miembros que conforman la empresa.

La información recolectada de los resultados de la prueba piloto proporcionó el apoyo en el diseño de un nuevo modelo de integración y vinculación, donde es posible empezar a ver la vinculación existente entre las áreas y hacer evidente dicha relación.

4.7 Modelo para la integración entre sustentabilidad con productividad y manufactura esbelta

En la figura 27 se presenta el modelo con las 14 subcategorías de las tres áreas estudiadas donde es posible observar que tres de las categorías impactan en la relación entre las áreas, quedando la categoría de la conexión entre Lean y Green para la relación entre manufactura esbelta y sustentabilidad, para la relación entre manufactura esbelta y productividad la categoría para esta relación en la minimización de desperdicios e inventarios, en la relación entre sustentabilidad y productividad la categoría asignada fue la de aspectos económicos sustentables.



Figura 25. Modelo preliminar para la integración entre sustentabilidad con productividad y manufactura esbelta (elaboración propia).

Con los resultados obtenidos de la prueba piloto fue posible establecer las categorías, indicadores y reactivos para un instrumento de medición más completo capaz de aportar evidencia sobre las relaciones de manufactura esbelta, sustentabilidad y productividad.

Cada una de las categorías contiene indicadores los cuales se presentaron anteriormente en las tablas 13, 14 y 15.

En la tabla 18 se presentan las características e indicadores a utilizar en el instrumento de medición, se aplicó en las industrias que aceptaron participar en el proyecto todas ellas industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali, Baja California.

Tabla 17. Características e indicadores

<i>Categorías</i>		<i>Posible indicador</i>	<i>Número de Ítems</i>
<i>Prácticas Lean</i>	Resistencia al cambio	Evaluaciones de productividad (calificación anual).	4
	Confusión sobre ME	Programas, cursos y capacitaciones sobre ME (numero por año).	5
	Minimización de desperdicios e inventarios	*Conocimiento del % promedio al año de desperdicio y % promedio al año de reducción de desperdicios e inventarios.	6
	Conexión entre Lean y Green	*Factores económicos en la reducción y control de desperdicios, administración eficiente de los materiales, tiempo de trabajo utilizado en actividades que añaden valor.	5
<i>Prácticas Sustentables</i>	Evaluación del ciclo de vida de los productos	*Impactos ambientales de los productos en todo el ciclo de vida, conocimiento del proceso de los recursos implicados en el ciclo de vida de los productos.	4
	Visión y evaluación del ecodiseño	Aplicación de ecodiseños en los productos.	6
	Aspectos sociales	Utilización de insumos y ambiente laboral.	7
	Aspectos ambientales y/o Green	*Cumplimiento de criterios Lean en la selección de materia prima, cumplimiento de criterios Lean en la selección de proveedores, cumplimiento de criterios Green en la selección de materia prima, cumplimiento de criterios Green en la selección de proveedores e impacto medioambiental en la producción.	5
	Aspectos económicos (Ahorro y eficiencia de recursos)	*Aprovechamiento máximo de los recursos, generar cantidades mínimas de residuos y emisiones, y crear un ambiente interior saludable.	5
<i>Prácticas de productividad</i>	Capacidad de producción	% de unidades producidas con planeadas.	3
	Relación de horas trabajadas con producción	Rendimiento de mano de obra.	4
	Cambios en la productividad	* Reducción de costos, aumento de ingreso económico, aumento en la satisfacción del cliente, mejoras en la	5

		eficiencia operacional de los equipos, máquinas y herramientas.	
	Administración de tiempo y actividades	* Uso de herramientas Lean, seguimiento a actividades (agregan o no valor), por medio de formatos, documentos, etc., evaluar las actividades desempeñadas actualmente y eliminar las que no son necesarias o no agregan valor.	5
	Calidad de vida y satisfacción de clientes	sistema productivo sostenible (nivel de calidad de vida y satisfacción de clientes).	4

Se definieron un total de seis categorías, tres individuales (prácticas Lean, prácticas sustentables y productividad) y tres categorías de conexión las cuales son “conexión entre Lean y Green, minimización de desperdicios e inventarios y aspectos económicos sustentables” cada una con reactivos, dichos reactivos fueron seleccionados cuidadosamente con apoyo de la literatura y los expertos de las industrias que apoyaron en el desarrollo del instrumento de medición, el modelo final puede observarse en la figura 28.

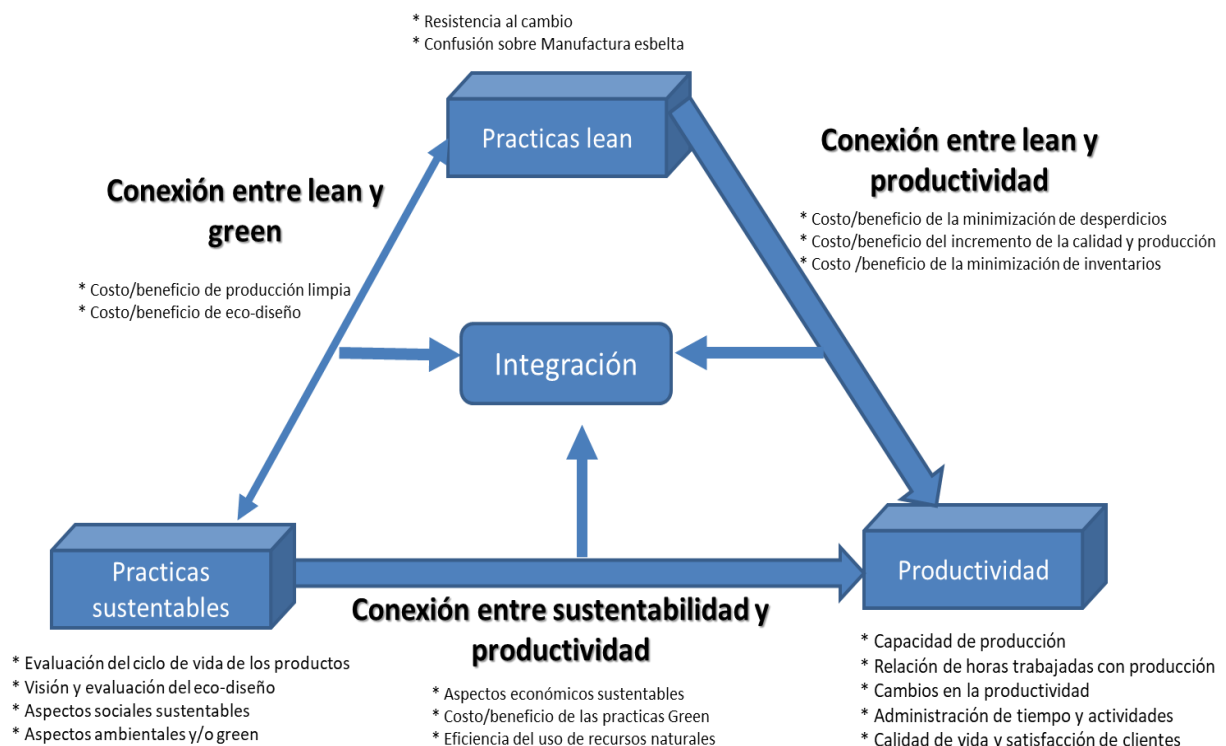


Figura 26. Modelo para la integración entre sustentabilidad con productividad y manufactura esbelta

Una vez que se establecieron las categorías, indicadores y reactivos se estructuró el nuevo instrumento para medir el grado de vinculación e integración para dar como resultado el siguiente instrumento presentado en la figura 28 donde es posible observar la estructura final del

instrumento el cual contiene las categorías, indicadores e información adquirida de los diferentes autores y de las recomendaciones de los expertos en el área, fue así como la información que aportaron los participantes de la prueba piloto fue plasmada en el instrumento. Este instrumento cuenta con un total de 68 reactivos divididos en 3 categorías. En la primera fase de aplicación se contó con la participación de un total de 10 industrias de manufactura de la ciudad de Mexicali obteniendo como resultado 60 encuestas contestadas en la primer fase de aplicación, logrando aumentar la participación de industrias y cantidad de respuestas de los participantes en una segunda fase de aplicación logrando un total de 217 encuestas aplicadas en 15 industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali, se estableció el criterio para considerar resultados de aquellas empresas que tuvieran cinco o más encuestas respondidas, quedando un total de 14 empresas.

Del instrumento de medición mostrado en la figura 29 se clasificaron las preguntas con la conectividad presentada entre las categorías, estableciendo un total de seis preguntas integradoras entre manufactura esbelta y sustentabilidad llamando a esta vinculación como “conexión Lean-Green”, en la relación entre la manufactura esbelta y la productividad se cuenta con un total de seis ítems denominando esta conexión como “minimización de desperdicios e inventarios”, para la vinculación entre la sustentabilidad y la productividad se tiene un total de cinco ítems denominando la conectividad como “aspectos económicos sustentables”.

Esta encuesta está dirigida a conocer las industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali, B.C., que tienen conocimiento y aplican los conceptos de manufactura esbelta, sustentabilidad y productividad en sus procesos; La información recabada es parte del contenido temático de una investigación para obtener el grado de Doctor en Ciencias.

GRACIAS POR SU VALIOSA COLABORACIÓN

Departamento: _____ Puesto del entrevistado: _____

Antigüedad de la empresa:

0-6 meses 6-12 meses 12-24 meses 2-5 años 5-8 años 8 o más años

Número de empleados: 1-50 50-200 200-500 500-1000 1000 o mas

Nivel organizacional de su puesto: Operativo Intermedio Gerencial

Favor de llenar los espacios con una X en la opción que desee elegir.

<u>Preguntas</u>	Muy de acuerdo	Algo de acuerdo	Neutral	Desacuerdo	Muy en desacuerdo
¿Los trabajadores aceptan fácilmente los cambios de actividades?					
¿Los trabajadores aceptan fácilmente cambios en las rutinas laborales?					
¿Los trabajadores están dispuestos a colaborar en nuevos proyectos?					
¿Estarías dispuesto a ser entrenado para desempeñar actividades en otras áreas de la empresa?					
¿Los empleados conocen el término de manufactura esbelta?					
¿La empresa cuenta con programas de mejora continua?					
¿La empresa implementa cursos y capacitaciones sobre la metodología de manufactura esbelta?					
¿Considera usted que la manufactura esbelta agrega valor al producto?					
¿Observa a su alrededor y logra identificar la aplicación de manufactura esbelta en las diferentes áreas de su organización?					
¿Se tiene claro cuáles son los principales 7 desperdicios?					
¿La empresa realiza frecuentemente programas para hacer conciencia de la importancia de la eliminación o minimización de los desperdicios de					

Preguntas	Muy de acuerdo	Algo de acuerdo	Neutral	Desacuerdo	Muy en desacuerdo
los recursos de la compañía?					
¿La empresa implementa programas para la reducción o minimización de desperdicios?					
¿Se hacen constantemente actividades para apoyar a la disminución de desperdicios?					
¿Cuentan con métricas para ver la cantidad de inventario y desperdicios a disponibilidad de cualquier trabajador?					
¿Los colaboradores tienen conocimiento del impacto económico que se tiene en la empresa al tener inventarios y desperdicios?					
¿Conoces la definición y diferencia entre lean y Green?					
¿Se tiene claro en la organización que es producción Green?					
¿La empresa conoce los impactos ambientales de sus procesos?					
¿Tiene la empresa designada una coordinación medioambiental?					
¿La empresa realiza programas de capacitación internos para el cuidado y preservación del medio ambiente?					
¿La empresa cuenta con un análisis del ciclo de vida de sus productos?					
¿La empresa tiene programas de seguimiento a sus productos después de que haya cumplido su ciclo de vida?					
¿La empresa conoce el ciclo de vida de los componentes de sus productos?					
¿Antes de lanzar un nuevo producto se hace un análisis de costo-beneficio y factibilidad sobre todo el ciclo de vida del producto?					
¿Se tiene conocimiento sobre el termino "ecodiseño"?					
¿La empresa trabaja en el diseño sustentable de sus productos?					
¿Manejan una evaluación de materiales y su impacto ambiental antes de integrar un nuevo producto o proceso?					
¿La empresa trabaja bajo alguna norma respecto al ecodiseño de sus productos?					
¿La empresa realiza prototipos de sus productos antes de integrarlos a las líneas de producción?					
¿Los colaboradores conocen las ventajas del ecodiseño sobre los diseños tradicionales?					

<u>Preguntas</u>	Muy de acuerdo	Algo de acuerdo	Neutral	Desacuerdo	Muy en desacuerdo
¿La empresa cuenta con programas para reducir el uso del papel?					
¿La empresa cuenta con programas para reducir el uso del agua?					
¿La empresa cuenta con programas para reducir el consumo y uso de la energía eléctrica?					
¿La empresa realiza constantemente actividades que involucren a las familias de los trabajadores?					
¿Se tiene conocimiento del impacto que sus productos tienen en la sociedad?					
¿La empresa tiene conocimiento de la rotación del personal de la organización?					
¿La empresa propicia el buen ambiente laboral por medio de programas y actividades?					
¿La empresa cuenta con criterios ambientales en la selección de sus proveedores?					
¿La empresa cuenta con criterios ambientales en la selección de sus materias primas?					
¿La empresa evita que sus productos generen efectos negativos al medio ambiente?					
¿Se tiene conocimiento del grado de impacto nocivo del producto en la salud?					
¿Consideras que en la empresa se pueden hacer cambios para mejorar la calidad del producto y convertirlo en una producción lean?					
¿La empresa cuenta con equipos o maquinarias en sus procesos que promuevan la eficiencia de los recursos energéticos?					
¿Conoces los métodos que ayudan a producir tu producto con menos procesos y menor cantidad de recursos?					
¿Han considerado la reutilización de materiales en sus sistemas de producción?					
¿La empresa cuenta o trata de tener procesos o programas enfocados en el aprovechamiento máximo de los recursos?					
¿La empresa lleva a cabo iniciativas para el uso de fuentes de energías alternas aplicables en sus actividades o procesos?					
¿Siempre se hacen estudios de capacidades de producción antes de instalas nueva maquinaria?					
¿La empresa hace constantemente estudios de capacidades en sus áreas de producción?					
¿La empresa cuenta con procedimientos establecidos para el análisis de las capacidades?					

<u>Preguntas</u>	Muy de acuerdo	Algo de acuerdo	Neutral	Desacuerdo	Muy en desacuerdo
¿Hacen constantemente estudios de las horas trabajadas con el rendimiento de los trabajadores?					
¿Se tiene establecido algún sistema para el correcto balanceo de las líneas de producción?					
¿Se conoce siempre en todos los productos la ganancia económica por pieza producida?					
¿Cuentan con alguna métrica en los diferentes puestos para medir la eficiencia de los trabajadores?					
¿Siempre hacen comparaciones del antes y del después cuando se implementa una mejora?					
¿Evalúan constantemente la forma de aprovechar a l máximo los recursos de la empresa?					
¿Cuentan con algún registro o base de datos para consultar las mejoras hechas?					
¿Evalúan que tan significativos son los cambios en la productividad de la empresa?					
¿Has utilizado algún método lean para poder mejorar la productividad en los procesos?					
¿Manejan balanceo de actividades en las líneas como en actividades de los diferentes puestos de trabajo?					
¿Implementan herramientas de mejora continua para la mejora continua?					
¿Cuentan con algún registro o formato para llevar el control de las actividades diarias?					
¿Qué tan frecuentemente se capacita al personal sobre la importancia al realizar sus actividades en tiempo y forma?					
¿Conoces las actividades críticas que pueden afectar la productividad en tu desempeño laboral?					
¿Se hacen constantemente estudios sobre cómo afecta las actividades de los trabajadores en su calidad de vida?					
¿La empresa cuenta con programas para evaluar la salud de sus trabajadores?					
¿Los trabajadores conocen ampliamente la importancia de la realización correcta de sus actividades y como estas repercuten en la calidad de sus productos?					
¿La empresa busca constantemente estrategias para hacer que los empleados participen en los diferentes programas con los que cuenta?					

Figura 27. Instrumento de medición final (elaboración propia).

4.9 Cálculos estadísticos para el instrumento de medición

4.9.1 Cálculo estadístico Alfa de Cronbach

Las escalas se encuentran en todas partes, incluyendo internet, ya sea validadas o no, o de autor existente o inexistente, por lo cual, antes de aplicarlas es importante tener pruebas válidas y confiables de su utilidad, para validar nuestro instrumento se le aplico el cálculo del alfa de Cronbach que es un modelo de consistencia interna aplicado entre los ítems de un instrumento y se basa en la formula presentada en la figura 30:

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_{sum}^2} \right)$$

Figura 28. Calculo del alfa de Cronbach, (Francisco Javier & Gaytán Alfaro, 2011).

$$\alpha = \frac{68}{68-1} * 1 - \frac{75.45}{1356.44} = 0.96$$

Figura 29. Cálculo de alfa de Cronbach

Obteniendo un resultado de 0.96 según se presenta en la figura 31, este valor indica una fuerte consistencia interna entre los ítems, se aplicó el alfa de Cronbach como una forma sencilla y confiable para la validación del constructo de la escala Likert utilizada en este estudio y se usó como una medida que cuantifica la correlación existente entre los ítems que componen este instrumento de medición.

4.9.2 Tamaño de la muestra

Se usó la técnica de muestreo no probabilístico también llamada muestras dirigidas o por conveniencia.

En Mexicali hay 164 industrias manufactureras según el “Directorio de la industria maquiladora de Baja California”, el cual se muestra en la figura 32 donde se presenta el Directorio de la Industria Maquiladora de Baja California (DIMBC), es una exclusiva herramienta de trabajo y de promoción entre la industria maquiladora y los proveedores, en este caso para los cálculos estadísticos del tamaño de la muestra de las industrias a participar. El directorio resulto un medio efectivo de apoyo para conocer la información precisa de las industrias de esta ciudad de Mexicali, Baja California.

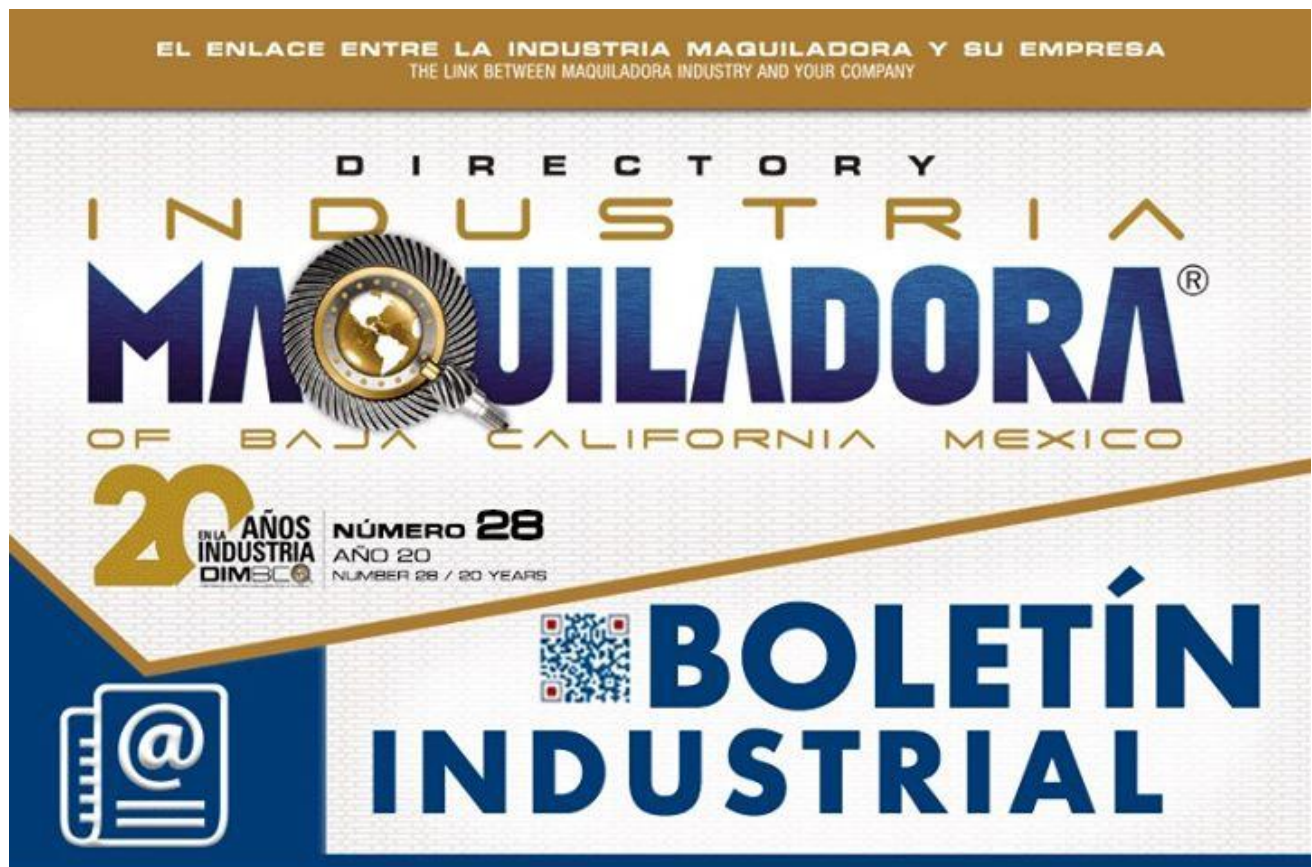


Figura 30. Directorio empresarial

En la figura 33 se presenta la fórmula para realizar el cálculo del tamaño de la muestra para la aplicación del instrumento de medición.

$$n = \frac{Z^2 pqN}{e^2 (N-1) + Z^2 pq}$$

Figura 31. Fórmula para cálculo del tamaño de la muestra (García-García et al., 2013)

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

Z = valor de Z crítico, calculado en las tablas del área de la curva normal. Llamado también nivel de confianza.

S²= varianza de la población en estudio.

e= nivel de precisión absoluta. Referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable de estudio.

En las investigaciones donde la variable principal es de tipo cualitativo, que se reporta mediante la proporción del fenómeno en estudio en la población de referencia según comenta Aguilar Barojas (2005),

En la figura 34 se muestra el cálculo del tamaño de la muestra, estadísticamente se requiere aplicar 115 encuestas con una margen de error permisible de 5%. Sin embargo, se logró aplicar 217 en 14 industrias diferentes.

$$n = \frac{1.96^2 * 0.05 * 0.05 * 164}{0.05^2 (164 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 115$$

Figura 32. Cálculo del tamaño de la muestra

La implementación del instrumento se realizó bajo la técnica de muestreo no probabilístico también llamada muestras dirigidas o por conveniencia, se privilegia la disponibilidad de las personas y la facilidad para acceder a ellas. Incluso en esta técnica suelen aceptarse a voluntarios que deseen colaborar con el estudio.

4.9.3 Cálculo estadístico del índice de importancia relativa RII

El índice de importancia relativa se implementó en este estudio para determinar y comparar el peso o la influencia de las diferentes categorías dentro del modelo y lograr el análisis de los resultados obtenidos. Es especialmente útil cuando se trabaja con múltiples factores que podrían estar afectando un resultado, y se quiere saber cuál de ellos tiene mayor impacto.

Fue posible a través de este RII priorizar categorías como áreas de oportunidad en su implementación en las empresas, ayudo a identificar cuáles factores son más relevantes para explicar el fenómeno. Coadyuvo en la optimización de decisiones permitiendo enfocar las recomendaciones para las empresas en las categorías más influyentes.

En la figura 35 se presenta un ejemplo del cálculo del RII para una de las categorías, específicamente el cálculo para las prácticas Lean de las empresas participantes en el estudio.

Sumatorias	792	775	885	1003	657	894	743	969	886	882	746	811	877	856	794	854
cálculo de RII	0.7299	0.7142	0.8156	0.9244	0.6055	0.8239	0.6847	0.8930	0.8165	0.8129	0.6875	0.7474	0.8082	0.7889	0.7317	
	53917	85714	68203	23963	29954	63134	92627	87558	89862	03226	57604	65438	94931	40092	97235	0.787096774
PROMEDIO DE RII	0.773271889															

0.796082949	0.764792627	0.762826421	0.787096774
Resistencia al cambio	Confusión sobre ME	Minimización de desperdicios e inventarios	Conexión entre Lean y Green

Figura 33. Ejemplo de cálculo del RII para una de las categorías

Lo mismo se replicó para cada una de las prácticas y sus categorías logrando obtener valores de índice de importancia relativa para cada una de las prácticas, así como para sus categorías.

4.10 Fichas de estrategias de trabajo

Al comparar los resultados entre las empresas en las diversas categorías y conexiones, se podrá visualizar áreas de oportunidad o mejora; específicamente en aquellas donde la empresa este peor evaluada en el comparativo con las otras industrias. A fin de aterrizar estas observaciones, se desarrollaron Fichas de Estrategia de Trabajo.

La ficha de trabajo fue concebida como un instrumento documental que permite reunir, de forma clara, concisa y organizada, un conjunto de recomendaciones relevantes. Su formato breve facilita su consulta rápida y eficaz, al tiempo que asegura la accesibilidad de la información para todos los actores involucrados. (Elaboración propia)

Cada ficha tiene como propósito fundamental servir como registro sistemático de las recomendaciones generadas a lo largo del proceso de acompañamiento o evaluación, dirigidas a las distintas empresas participantes. En su contenido, se destacan los aspectos más significativos agrupados en diversas categorías temáticas, con un especial énfasis en aquellas relacionadas con los elementos de conexión.

4.10.1 Fichas de estrategias de trabajo para las categorías

Para la categoría de prácticas Lean y sus categorías de resistencia al cambio y confusión sobre manufactura esbelta, minimización de desperdicios e inventarios se desarrolla una ficha sustentada con 9 autores recomendando mejores prácticas hacia esta área, se muestra en el anexo llamado F.1 en el cual se podrán encontrar las recomendaciones enfocadas hacia la mejora continua de las prácticas Lean en todas sus categorías.

Para abordar de manera eficiente la categoría de prácticas sustentables enfocada en las áreas de mejora detectadas, es esencial priorizar acciones que generen un impacto transversal en el desempeño ambiental, social y económico de la empresa. Las recomendaciones se integran para lograr una transformación sostenible en sus sistemas de producción, para lograrlo se desarrolla una ficha sustentada con 11 autores recomendando mejores prácticas hacia esta área, las cuales se muestran en el anexo 5 en las fichas F.5, F.6, F.7 y F.8 haciendo énfasis en la necesidad de alinear los objetivos sustentables con la misión y visión de la empresa para que no sean solo un "proyecto paralelo" sino parte del negocio.

Para la categoría de prácticas de productividad se recomienda tener una mejor organización y eficiencia operativa, estandarizar procesos, implementar programas de mantenimiento entre otras recomendaciones las cuales se presentan a detalle y se desarrolla una ficha sustentada con 10 autores recomendando mejores prácticas hacia esta área, se muestra en el anexo F.3.

4.10.2 Fichas de estrategias de trabajo para las conexiones entre categorías

Para la categoría de la conexión entre las prácticas Lean y Green es fundamental implementar estrategias para mejorar su integración como lograr la sensibilización en los colaboradores sobre cómo pueden integrarse para maximizar la eficiencia y reducir el impacto ambiental así como establecer objetivos claros de reducción de desperdicios, establecer métricas claras de evaluación del ciclo de vida de los productos, para lograr verlo más a detalle se ha desarrollado una ficha sustentada con 10 autores recomendando mejores prácticas hacia esta área, se muestra en el anexo F.4.

Para la categoría de conexión de las prácticas Lean y productividad se recomienda implementar entrenamientos sobre los 7 desperdicios de Lean: sobreproducción, espera, transporte, exceso de procesamiento, inventario, movimiento innecesario y defectos, lograr una sensibilización sobre el impacto de los desperdicios en costos, eficiencia y sustentabilidad que esto genera a la empresa, así como el uso de herramientas para la identificación de desperdicios y oportunidades de mejora. Para ello se desarrolló una ficha sustentada con 10 autores recomendando mejores prácticas hacia esta área, se muestra en el anexo F.5.

4.10.3 Fichas de estrategias de trabajo para las subcategorías

Las fichas se pueden desarrollar a nivel de subcategorías para estrategias de trabajo más finas, pues, aunque un caso de estudio represente debilidad en alguna categoría, puede tener una subcategoría más débil que otras.

Por ejemplo, para la categoría de prácticas Lean la implementación se ha encontrado que en las industrias manufactureras ha demostrado ser un proceso complejo, que combina tanto factores técnicos como humanos, y cuya eficacia depende en gran medida de la capacitación, la aceptación cultural del cambio y la medición de los resultados en términos de productividad y eficiencia. En este sentido, los indicadores como el porcentaje de empleados capacitados, la aceptación del cambio organizacional, la gestión de resistencias, la finalización de programas formativos y la reducción de tiempos de ciclo en áreas piloto, se convierten en referentes clave para evaluar el impacto real de Lean Manufacturing.

La evidencia analizada permite concluir que los indicadores Lean no pueden evaluarse de manera aislada. La formación (porcentaje de empleados capacitados y finalización) es condición necesaria, pero no suficiente; debe complementarse con herramientas para medir la aceptación cultural del cambio y la gestión de resistencias activas. Sin estos elementos, los resultados en eficiencia y reducción de ciclos tienden a ser parciales y a diluirse en el tiempo para ello se desarrolla una ficha sustentada con 10 autores recomendando mejores prácticas hacia esta área, se muestra en el anexo F.1.1 y F.1.2.

Para la categoría de prácticas hacia la conexión entre Lean y productividad Lean se desarrolla una ficha sustentada con 12 autores recomendando mejores prácticas hacia esta área, se muestra en el anexo F.2.1, en la cual se refleja que la integración de Lean Manufacturing y la productividad en la industria manufacturera ha cobrado gran relevancia en los últimos años, debido a su capacidad para reducir desperdicios, mejorar la eficiencia operativa y aumentar la competitividad en mercados globales.

En la categoría de conexión de prácticas Lean y Green se desarrolló una ficha sustentada con 11 autores recomendando mejores prácticas hacia esta área, esto se muestra en el anexo F.3.1, donde es posible observar que la conexión entre Lean y Green en industrias manufactureras se ha consolidado como una estrategia clave para alcanzar simultáneamente eficiencia productiva y sostenibilidad ambiental. Mientras que Lean busca eliminar desperdicios y optimizar procesos, Green enfatiza en la reducción del impacto ambiental y la preservación de recursos naturales. La integración Lean–Green ha sido abordada en la literatura reciente como un modelo de manufactura competitiva que responde a las exigencias del mercado y de la regulación ambiental.

Para las prácticas sustentables se desarrolló unas fichas sustentadas con 14 autores los cuales hacen una serie de recomendaciones, las cuáles se muestran en los anexos F.4.1, F.4.2., F.4.3, y F.4.4. en donde de acuerdo a la revisión de la literatura de los últimos 10 años permite concluir que la sustentabilidad en manufactura no puede entenderse como una estrategia aislada, sino como un sistema interconectado donde el ciclo de vida del producto aporta la base técnica para identificar y cuantificar impactos en todo el ciclo de vida del producto.

El ecodiseño representa la visión preventiva que permite reducir impactos antes de la producción en masa, los aspectos sociales garantizan que la transición hacia la sustentabilidad no excluya el bienestar laboral ni la equidad en comunidades locales y los aspectos ambientales o Green cierran el círculo al generar beneficios tangibles en reducción de emisiones, energía y materiales.

La literatura evidencia que las industrias manufactureras que integran simultáneamente estas dimensiones alcanzan ventajas competitivas más sólidas, dado que logran satisfacer requisitos normativos, expectativas de los clientes y objetivos de rentabilidad sostenible.

Para la categoría de conexión de prácticas Green y productividad se desarrolló una ficha sustentada con 12 autores los cuales realizan una serie de recomendaciones, esto se muestra en el anexo F.5.1, donde es posible observar que la integración de la sustentabilidad y la productividad en las industrias manufactureras se ha convertido en un eje estratégico principalmente durante el periodo comprendido 2019 al 2025. Las empresas no solo buscan incrementar su competitividad, sino también garantizar la responsabilidad ambiental y social, lo cual se refleja en la necesidad de indicadores cuantificables como el % de incremento del beneficio económico, el % de ingresos dedicados a la prevención y tratamiento de la contaminación, el % de ingresos dedicados al consumo de energía y el % de beneficio en repartición de utilidades. Uno de los grandes objetivos y metas de las industrias es el incremento del beneficio económico, la literatura reciente enfatiza que la sustentabilidad no es un costo adicional, sino un motor de productividad. Jabbour et al. (2019) sostienen que la adopción de prácticas verdes mejora la eficiencia de procesos y genera ahorros significativos en costos de operación. Bocken et al. (2021) destacan que la innovación en modelos de negocio sustentables impulsa nuevas fuentes de ingreso, ampliando la rentabilidad en mercados sensibles al medio ambiente.

Asimismo, Fercoq et al. (2023) demostraron que la aplicación simultánea de Lean y Green en empresas manufactureras redujo desperdicios en un 27%, traduciéndose en un incremento de beneficios económicos. En este sentido, la productividad se convierte en un aliado directo de la sustentabilidad.

Para las prácticas de productividad se desarrolla una ficha sustentada con 15 autores los cuales hacen una serie de recomendaciones, estos son posibles observar en los anexos F.6.1, F.6.2.,

F.6.3, F.6.4. y F6.5. en donde de acuerdo a la revisión de la literatura de los últimos 5 años comprendido del periodo 2019 al 2025, la industria manufacturera ha enfrentado el reto de conciliar productividad, eficiencia y bienestar organizacional, lo que ha impulsado la implementación de prácticas productivas que fortalecen la competitividad en mercados globalizados. La ficha se centra en cinco indicadores clave: comparación de % de unidades producidas con planeadas, cálculo de rendimiento de mano de obra, cambios en la productividad, administración de tiempos y actividades, y calidad de vida y satisfacción de clientes. Los resultados de la confirman que la productividad manufacturera es multifactorial, abarcando no solo la alineación entre producción planeada y real, sino también la eficiencia de la mano de obra, la capacidad de adaptación a cambios, la administración estratégica del tiempo y la satisfacción de los clientes. Los indicadores de las fichas permiten concluir que la gestión integral de la productividad requiere tanto del soporte tecnológico (Industria 4.0, Lean, Planificación de recursos empresariales) como del enfoque humano (formación, ergonomía, calidad de vida).

Se establece, por tanto, que la productividad en la industria manufacturera no solo debe medirse por su eficiencia operativa, sino también por su capacidad de generar valor sostenible para trabajadores, clientes y la sociedad en general.

4.11 Recomendaciones y reporte técnico complementario

Es importante no solo la generación del modelo integrador de prácticas también lo es contar con reportes técnicos los cuales proporcionaron a las empresas participantes la situación de los resultados obtenidos de sus organizaciones, es necesario cerrar ciclos con las industrias participantes en el estudio. Este cierre se realiza en 3 empresas participantes las cuales recibieron sus reportes para implementar las recomendaciones que consideren pertinentes.

Este cierre tiene que ver con la retroalimentación final sobre los hallazgos en el modelo y la presentación de estrategias de trabajo hacia los aspectos débiles del modelo; dichas estrategias de trabajo están fundamentadas en las fichas técnicas explicadas en el punto 4.10.

Donde las fichas de estrategia de trabajo se complementan y valoran en una entrevista de forma que sean dirigidas para cada compañía de acuerdo a los resultados obtenidos mediante los instrumentos de medición, esta entrevista tiene 3 razones principales:

La primera es explicar el modelo y entregar resultados a cada empresa participante, se trabajó en un caso de estudio con una empresa del ramo electrónico, la segunda razón está enfocada en explorar las fortalezas de cada empresa en cada categoría y sub categoría para así poder hacer las recomendaciones de mejora y el tercer objetivo es establecer estrategias para abordar las debilidades que las industrias participantes tienen, adicionalmente se retroalimentarán las fichas de estrategias de trabajo con la información recabada en la entrevista, ver figura 37. La cual presenta la estructura general, las preguntas pretenden recabar información sobre las prácticas que presentan un área de oportunidad de mejora y sobre las prácticas que se aplican en un nivel alto para conocer qué actividades realizan que puedan alimentar las fichas de recomendaciones.

Esta entrevista está dirigida a el personal de mandos medios y altos de las industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali, B.C., que participaron en la primera fase del proyecto con la aplicación del instrumento evaluador de practicas y que tienen conocimiento y aplican los conceptos de manufactura esbelta, sustentabilidad y productividad en sus procesos; La información recabada es parte del contenido temático de una investigación para obtener el grado de Doctor en Ciencias.

Empresa: _____ Fecha: _____

Nombre del entrevistado: _____ Puesto: _____

1. ¿Cómo mide la empresa la eficiencia de los recursos energéticos los equipos o maquinarias utilizadas en sus procesos?
2. ¿Cómo evalúan los métodos que ayudan a producir tu producto con menos procesos y menor cantidad de recursos?
3. ¿Han considerado la reutilización de materiales en sus sistemas de producción? En caso de ser si, ¿Cuánto es el porcentaje reflejado del beneficio hacia los costos de producción?
4. ¿Cuántos programas y/o procesos enfocados en el aprovechamiento máximo de los recursos se implementan anualmente?
5. ¿Qué tipo de iniciativas la empresa lleva a cabo para el uso de fuentes de energías alternas aplicables en sus actividades o procesos?
6. ¿Cuántas veces al año la empresa realiza programas para hacer conciencia de la importancia de la eliminación o minimización de los desperdicios de los recursos de la compañía?
7. ¿Qué métricas implementan para medir la cantidad de desperdicio e inventario?
8. ¿Qué iniciativas implementa la empresa para el uso o aplicación de energías limpias a sus procesos? Y ¿Qué beneficio les ha traído?
9. ¿Cómo evalúan la implementación de las practicas lean o de manufactura esbelta en sus sistemas de producción?
10. ¿En el último año a través de proyectos ha habido un mejor control o reducción de residuos?
11. ¿Qué estrategias tienen para hacer que los empleados sean capaces de ver su afectación en la calidad y productividad en todos los niveles?
12. ¿Cómo se promueve el bienestar físico y psicosocial del trabajador sin afectar la productividad?

Muchas gracias!

Figura 34. Guía para de entrevista como instrumento complementario

En la tabla 19 se presenta la entrevista con más profundidad y detalle, incluye la pregunta, las prácticas involucradas en cada reactivo, así como los autores que ya han trabajado con dichas prácticas.

Tabla 18. Entrevista fundamentada

Esta entrevista está dirigida a el personal de mandos medios y altos de las industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali, B.C., que participaron en la primera fase del proyecto con la aplicación del instrumento evaluador de prácticas y que tienen conocimiento y aplican los conceptos de manufactura esbelta, sustentabilidad y productividad en sus procesos; La información recabada es parte del contenido temático de una investigación para obtener el grado de Doctor en Ciencias.		
Pregunta	Prácticas involucradas	Autores
1. ¿Cómo mide la empresa la eficiencia de los recursos energéticos los equipos o maquinarias utilizadas en sus procesos?	Prácticas de productividad: Capacidad de producción, cambios en la productividad. Prácticas sustentables: Aspectos ambientales y Green, aspectos económicos.	(Miranda & Toirac, 2010), Naime et al. (2012), Qinghua Zhu & Sarkis Joseph (2004), Itziar Lujan Blanco et al. 2011 y Patricia Martínez et al. 2009, Gómez Botero (2010), Monge Carlos (2015), Quesada Pineda (2012), Felizzola (2014), Jéssica L. Escobar Delgadillo (2007), Sánchez & Navarro (2016)
2. ¿Cómo evalúan los métodos que ayudan a producir tu producto con menos procesos y menor cantidad de recursos?	Prácticas Lean: Minimización de desperdicios e inventarios. Prácticas de productividad: Relación de horas trabajadas con producción, administración de tiempo y actividades.	Monge Carlos (2015), Martínez, González & Da Fonseca (2009), Yuanzhu Zhan et al. 2018, Lubica Kovacova, 2013, Michael Lewis, 2000, Sri Hartini et al. 2015, Naime et al. (2012), (Miranda & Toirac, 2010), Martínez, González & Da Fonseca (2009), (Espín Carbonell, 2013).
3. ¿Han considerado la reutilización de materiales en sus sistemas de producción? En caso de ser sí, ¿Cuánto es el porcentaje reflejado del beneficio hacia los costos de producción?	Prácticas sustentables: Falta de evaluación del ciclo de vida de los productos, falta de visión y evaluación del ecodiseño.	Martínez et al. (2009), Carro Suarez et al. (2017), Monge Carlos (2015), Dües et al. (2013), Martínez, González & Da Fonseca (2009), Brasco Pampanelli et al. (2014), Qinghua Zhu & Sarkis Joseph (2004), Patricia Martínez et al. 2009, Torres Lima et al. 2004.
4. ¿Cuántos programas y/o procesos enfocados en el aprovechamiento máximo de los recursos se implementan anualmente?	Prácticas Lean: Conexión entre Lean y Green, confusión sobre manufactura esbelta.	Martínez et al. (2009), Monge Carlos (2015), Helleno et al. 2017, Yuanzhu Zhan et al. 2018, Brasco Pampanelli et al. (2014), Azevedo et al. (2012), Diaz-Elsayed et al. (2013), Qinghua Zhu & Sarkis Joseph (2004), Itziar Lujan Blanco et al. 2011, Felizzola (2014), Reyes Aguilar (1999), Gómez Botero (2010), Sánchez Losada (2012), Sánchez Teresa (2008), Arrieta y Botero (2010), Ballesteros Silvia (2008), González Correa (2007), Wilches Arango (2013).
5. ¿Qué tipo de iniciativas la empresa lleva a cabo para el uso de fuentes de energías alternas aplicables en sus actividades o procesos?	Prácticas sustentables: Aspectos ambientales y Green, aspectos económicos.	Jéssica L. Escobar Delgadillo (2007), Escobar (2007), Jéssica Lorena Escobar Delgadillo (2007), Martínez et al. (2009), Sánchez & Navarro (2016), Carro Suarez et al. (2017), Monge Carlos (2015), Gómez Botero (2010), Monge Carlos (2015), Quesada Pineda (2012).
6. ¿Cuántas veces al año la empresa realiza programas para hacer conciencia de la importancia de la eliminación o minimización de los desperdicios de los recursos de la compañía?	Prácticas Lean: Resistencia al cambio, minimización de desperdicios e inventarios. Prácticas sustentables: Aspectos económicos	Quesada Pineda (2012), Gómez Botero (2010), Felizzola (2014), Brasco Pampanelli et al. (2014), Azevedo et al. (2012), Monge Carlos (2015), Yuanzhu Zhan et al. 2018, Martínez , González & Da Fonseca (2009), Lubica Kovacova (2013), Michael Lewis (2000), Brasco Pampanelli et al. (2014), Sri Hartini et al. 2015, Solorzano et al. (2002), Diaz-Elsayed et al. (2013), Itziar Lujan Blanco et al. 2011, Patricia Martínez et al. 2009, Quesada Pineda (2012), Felizzola (2014), Monge Carlos (2015), Gómez Botero (2010), Monge Carlos (2015), Quesada Pineda (2012).

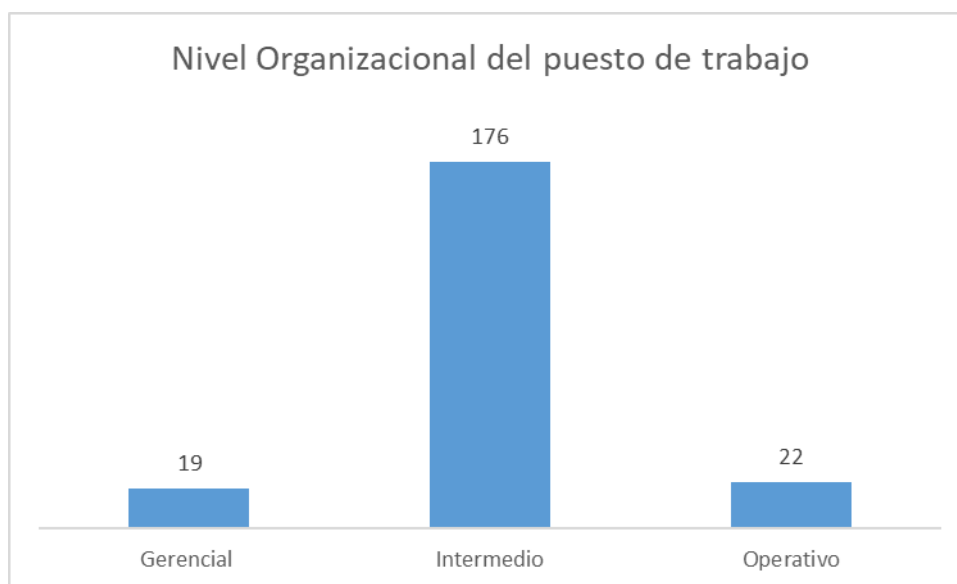
Tabla 19. Entrevista fundamentada (continuación)

Pregunta	Prácticas involucradas	Autores
7. ¿Qué métricas implementan para medir la cantidad de desperdicio e inventario?	Prácticas Lean: Minimización de desperdicios e inventarios. Prácticas de productividad: Administración de tiempo y actividades.	Monge Carlos (2015), Yuanzhu Zhan et al. 2018, Martínez, González & Da Fonseca (2009), Lubica Kovacova (2013), Michael Lewis (2000), Brasco Pampanelli et al. (2014), Sri Hartini et al. 2015, Solorzano et al. (2002), Diaz-Elsayed et al. (2013), Itziar Lujan Blanco et al. 2011, Patricia Martínez et al. 2009, Espin Carbonell (2013), Martínez et al. (2009), Dües et al. (2013), Martínez, González & Da Fonseca (2009).
8. ¿Qué iniciativas implementa la empresa para el uso o aplicación de energías limpias a sus procesos? Y ¿Qué beneficio les ha traído?	Prácticas de Green-productividad: Porcentaje del incremento del beneficio económico.	Jéssica Lorena Escobar Delgadillo (2007), Martínez et al. (2009), Monge Carlos (2015), Dües et al. (2013), Naime et al. (2012), Velásquez de Naime et al. (2010)
9. ¿Cómo evalúan la implementación de las prácticas Lean o de manufactura esbelta en sus sistemas de producción?	Prácticas Lean: Evaluación de la productividad, programación de cursos, capacitaciones por año.	Lubica Kovacova, 2013Helleno et al. 2017, Monge et al. (2014), Sánchez & Navarro (2016), Zhana et al. (2018), Dües et al. (2013), Martínez , González & Da Fonseca (2009), Yuanzhu Zhan et al. 2018
10. ¿En el último año a través de proyectos ha habido un mejor control o reducción de residuos?	Prácticas Lean-Green: Porcentaje de reducción y control de desperdicios de residuos peligrosos	Dües et al. (2013), Martínez, González & Da Fonseca (2009), Yuanzhu Zhan et al. 2018
11. ¿Qué estrategias tienen para hacer que los empleados sean capaces de ver su afectación en la calidad y productividad en todos los niveles?	Prácticas de productividad: Seguimiento en las actividades y cambios en la productividad.	Sánchez & Navarro (2016), Zhana et al. (2018), Dües et al. (2013), Martínez, González & Da Fonseca (2009), Yuanzhu Zhan et al. 2018, Martínez et al. (2009)
12. ¿Cómo se promueve el bienestar físico y psicosocial del trabajador sin afectar la productividad?	Prácticas de productividad: Evaluación del bienestar físico y mental del trabajador.	Jéssica Lorena Escobar Delgadillo (2007), Qinghua Zhu & Sarkis Joseph (2004), Itziar Lujan Blanco et al. 2011

CAPÍTULO V Resultados

5.1 Aplicación de instrumento de medición

El instrumento tuvo una aplicación de un total de 217 encuestas aplicadas en 15 diferentes industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali, Baja California, la aplicación se implementó a tres niveles operativos mandos operativos, intermedios dirigidos a supervisores de líneas de producción, ingenieros y jefes de área, el tercer nivel de aplicación fue a nivel gerencial enfocado a gerentes de área y generales, los datos obtenidos es posible apreciarlos en la gráfica 2.



Gráfica 2. Niveles jerárquicos de las industrias participantes (elaboración propia)

En la figura 37 se presenta el modelo vinculación de categorías con reactivos, contiene la cantidad de reactivos que van vinculados entre sí, teniendo para la conexión entre sustentabilidad y manufactura esbelta un total de seis reactivos llamada “conexión Lean-Green”, para la vinculación entre sustentabilidad y productividad un total de cinco reactivos denominando la conexión como “Aspectos económicos sustentables”, para la relación entre productividad y manufactura esbelta se obtuvieron un total de 6 reactivos llamando a la conexión “minimización de desperdicios e inventarios”, para la vinculación entre las tres categorías se cuenta con un total de 6 reactivos que se espera sean capaces representen dicha vinculación.

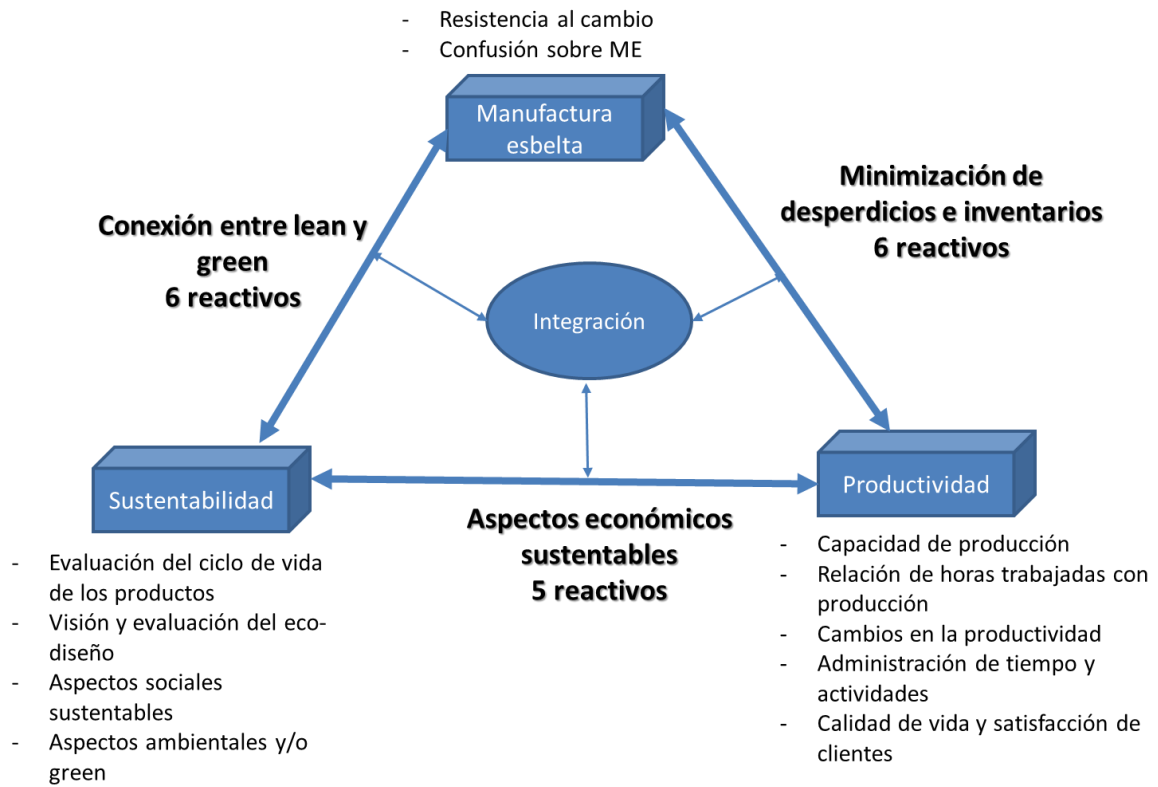
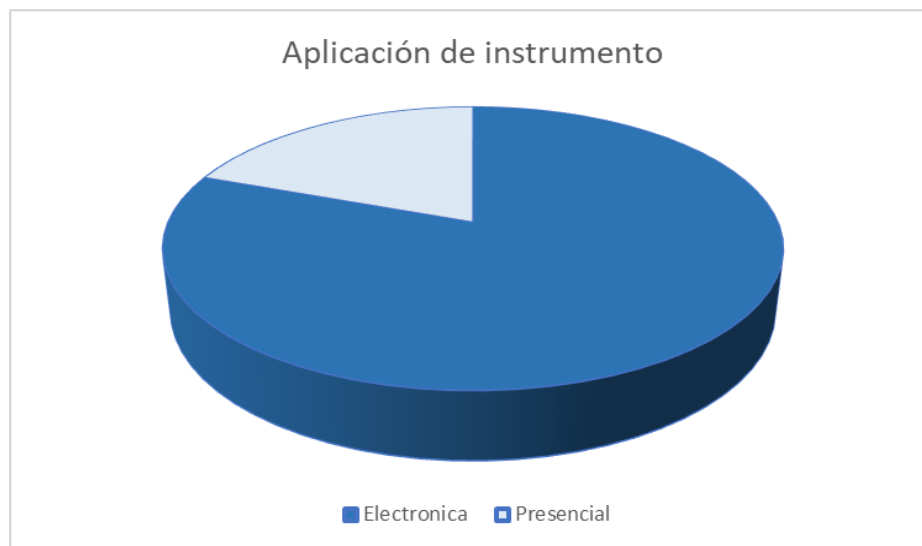


Figura 35. Vinculación de categorías con reactivos (elaboración propia).

La siguiente gráfica 3 representa la manera en que los instrumentos fueron aplicados, teniendo un total de 42 vía electrónica y 175 aplicados de forma presencial en las diferentes industrias, se contó con el apoyo electrónico de encuestas de formularios de Google y presencial con el apoyo de vinculación con las diferentes industrias.

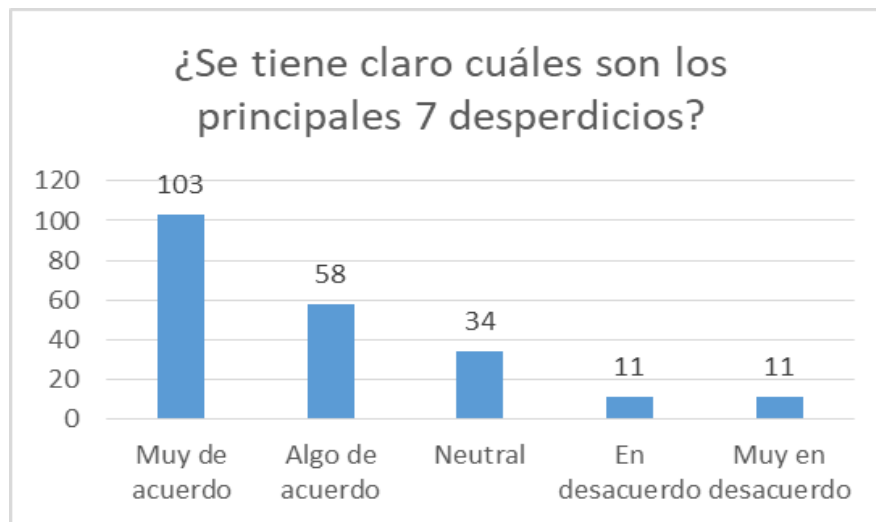


Gráfica 3. Método de respuesta (elaboración propia).

5.2 Análisis del instrumento de medición

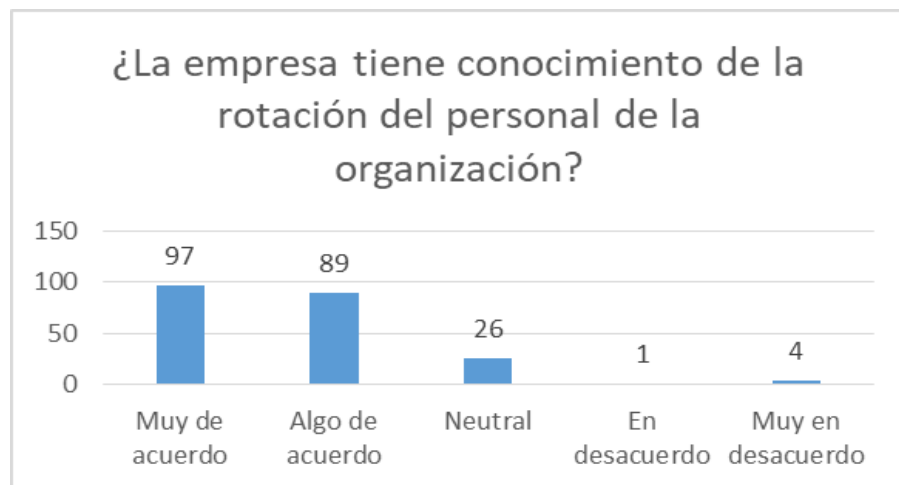
El propósito principal de este estudio fue examinar el grado de aplicación de las prácticas sustentables, Lean y de productividad enfocadas hacia la mejora continua y como brindar recomendaciones que apoyen a mejorar en la implementación de las prácticas en sus distintas áreas de las industrias participantes en la investigación.

En la gráfica 4 denominada como la primer pregunta integradora la cual fue “¿Se tiene claro cuáles son los principales 7 desperdicios?” que pertenece a la subcategoría de minimización de desperdicios e inventarios se puede observar que la mayoría de los participantes está muy de acuerdo en tener claro cuáles son los principales desperdicios, esta pregunta es seleccionada como pregunta integradora ya que desperdicio es todo derroche, o desaprovechamiento de los recursos y talentos con los que cuenta la organización y entre los que destacan algunos como: materiales, maquinaria y equipo, tiempo, espacio, competencias, talento humano (que algunos autores ya lo consideran como un octavo desperdicio), entre otros. Hay que considerar que no todos los desperdicios pueden eliminarse, pero con su reducción es posible impactar favorablemente en el sistema productivo de la organización, por lo que el uso productivo y/o correcto aprovechamiento de estos recursos nos conduce a la reducción del desperdicio y a la conservación de los recursos.



Gráfica 4. Primer pregunta integradora (elaboración propia).

En la gráfica 5 se observa la segunda pregunta integradora “¿La empresa tiene conocimiento de la rotación del personal de la organización?” que pertenece a la subcategoría de “utilización de insumos y ambiente laboral” donde se puede observar que la mayor frecuencia en las respuestas se encuentra la opción de muy de acuerdo con 97 participantes y algo de acuerdo con 87 de 217 encuestados. Se consideró esta pregunta como integradora de las tres categorías ya que la rotación de personal no sólo afecta a la empresa y al rendimiento de los trabajadores, sino que también influye en la cultura de empresa, se establece como rotación de personal cuando un trabajador llega o se va de la empresa, si un puesto de trabajo queda vacío con frecuencia se dice que hay un índice alto de rotación el cual hay que conocer y es importante entender las causas para buscar una solución permanente.

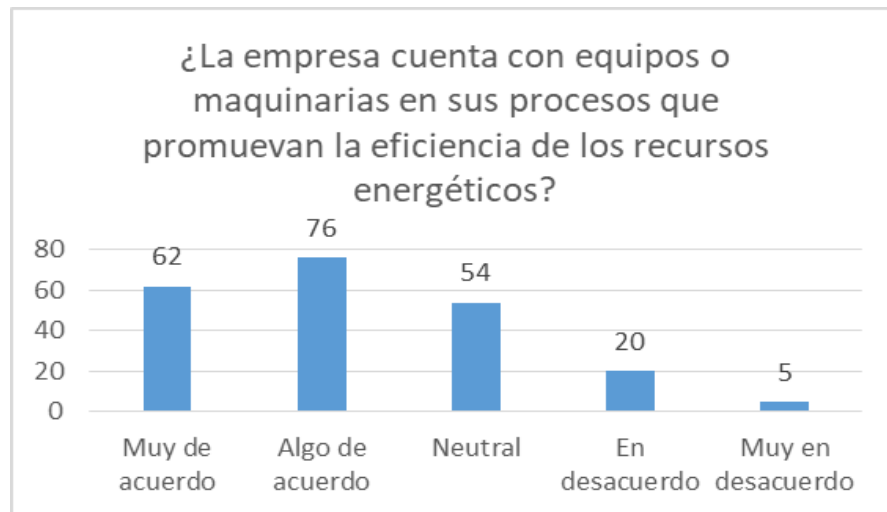


Gráfica 5. Segunda pregunta integradora (elaboración propia).

En la gráfica 6 se establece la tercer pregunta integradora la cual pertenece a la subcategoría de “aspectos económicos ahorro y eficiencia de los recursos” donde de acuerdo a (Tu interfaz de negocios No.21) en México, y en el mundo, el costo de la electricidad ha aumentado considerablemente en los últimos 10 años. Donde las tarifas eléctricas nacionales para industrias aumentaron 20% en los últimos años; este aumento afecta directamente al mercado, puesto que el gasto energético representa entre un 10 y un 15% del costo total de un producto. Para enfrentar esta situación, las empresas han planeado y puesto en marcha acciones que les permitan reducir el consumo energético; esta tendencia es cada vez más fuerte en las industrias de nuestro país,

por lo que en Mexicali al ser una ciudad con temperaturas muy extremas el consumo de la energía eléctrica es muy alto.

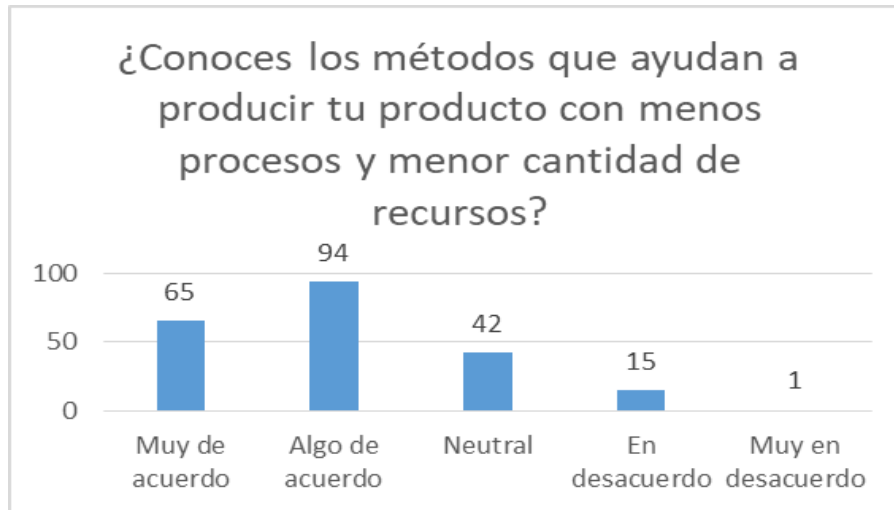
Una de las opciones más interesantes para reducir los costos en electricidad, y con ello los de producción, es la eficiencia energética en maquinaria motivo por el cual la pregunta presentada en la siguiente gráfica 6 es seleccionada como parte de las seis preguntas integradoras ya que el objetivo de la eficiencia energética es reducir la cantidad de energía requerida para proporcionar productos y servicios.



Gráfica 6. Tercer pregunta integradora (elaboración propia).

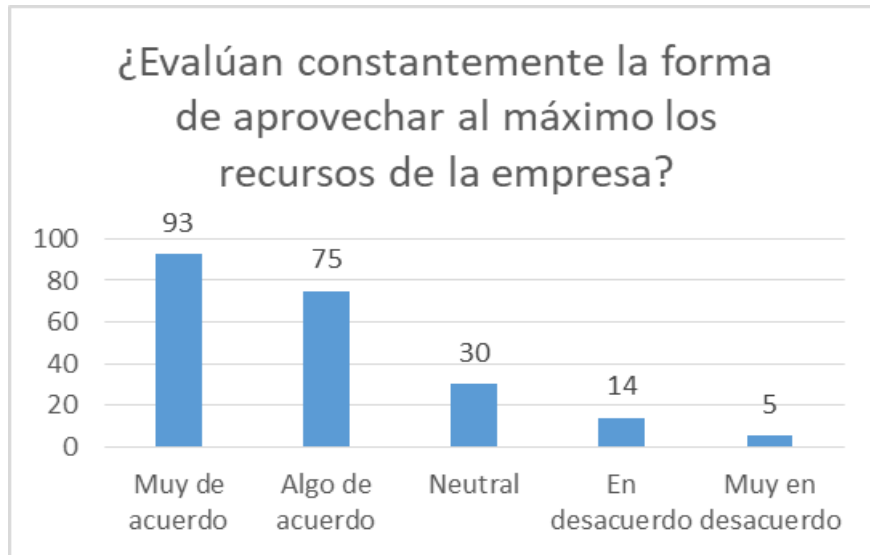
En la gráfica 7 se presenta la cuarta pregunta integradora que pertenece a la subcategoría de “aspectos económicos ahorro y eficiencia de los recursos” se puede establecer que la productividad es considerada un índice de crecimiento, lo que se busca es utilizar la menor cantidad de recursos posibles para poder generar más.

Las industrias al conocer los diferentes métodos que coadyuven a producir los productos con menos procesos y a utilizar una menor cantidad de recursos tendrán una ventaja competitiva sobre las demás organizaciones a esto se le conoce como eficiencia técnica.



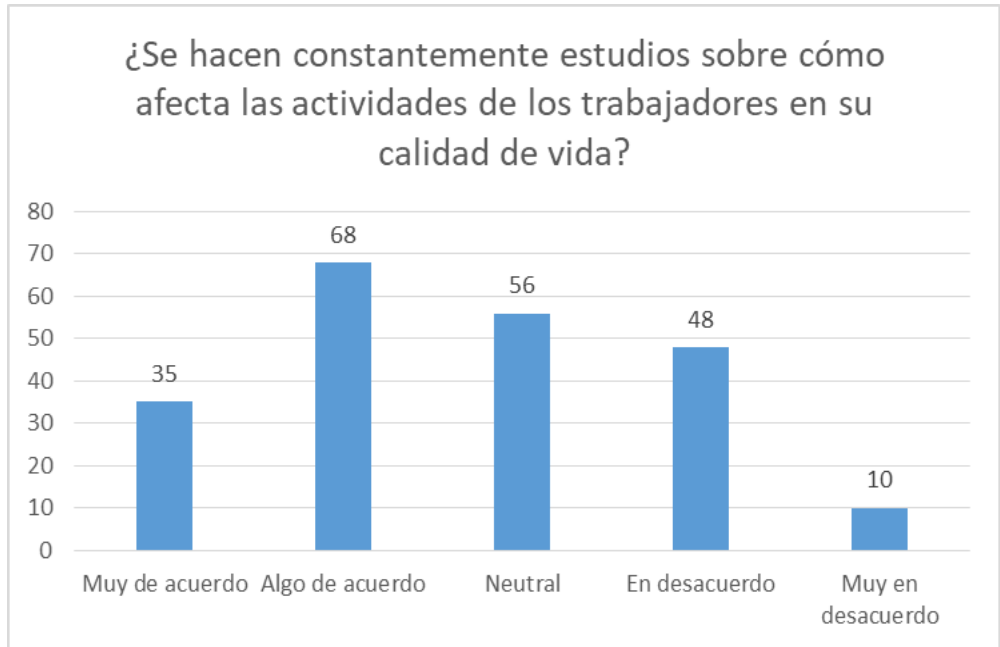
Gráfica 7. Cuarta pregunta integradora (elaboración propia).

En la gráfica 8 se observa que la pregunta pertenece a la subcategoría denominada “cambios en la productividad”, para poder establecer si realmente se están aprovechando al máximo los recursos se necesitan medir y evaluar, para lo cual es necesario establecer como maximizar el valor de la organización y que cada uno de los recursos disponibles nos permita conseguir la rentabilidad máxima, para eso se recomiendan acciones o cambios en la empresa que logren impactar en el aprovechamiento máximo de todos los recursos con los que la empresa cuenta. La palabra “optimizar” se refiere a la forma de mejorar alguna acción o trabajo realizado dentro de una organización, esto se refiere a que la optimización o aprovechamiento máximo de recursos es buscar la forma de mejorar los recursos de una empresa para que dicha organización tenga mejores resultados, mayor eficiencia o mejor eficacia, por lo cual se consideró importante El conocer si las empresas evalúan constantemente la forma de cómo aprovechar al máximo los recursos con los que cuenta.



Gráfica 8. Quinta pregunta integradora (elaboración propia).

En la gráfica 9 se establece la sexta pregunta integradora de la vinculación entre las prácticas Lean, prácticas sustentables y la productividad de las industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali, B.C. que pertenece a la subcategoría de “calidad de vida y satisfacción de clientes” donde se considera una pregunta vital ya que los términos “calidad de vida de los empleados” y “productividad” se asocian cada vez más en las empresas exitosas. Para lograr los objetivos corporativos, es fundamental el mantener al personal motivado y promover un buen ambiente organizacional para que el desempeño de los colaboradores sea el máximo. Para lograr eliminar el estrés y aumentar la productividad, es esencial que las industrias inviertan en mejorar la calidad de vida de los empleados.



Gráfica 9. Sexta pregunta integradora (elaboración propia).

5.3 Análisis comparativo entre industrias

Las respuestas obtenidas de la aplicación del instrumento evaluador se pueden observar en la tabla 20 donde se muestran las industrias participantes y el número de respuestas proporcionadas por cada empresa.

Tabla 20. Industrias y su participación

Empresa	N
I1	6
I2	16
I3	6
I4	5
I5	7
I6	37
I7	1
I8	37
I9	5
I10	10
I11	12
I12	13
I13	30
I14	22
I15	10

Como ya se mencionó anteriormente el uso del índice de importancia relativa en este estudio fue usado, ya que es un método para determinar la importancia que los entrevistados perciben y es reflejado en las respuestas del instrumento evaluativo, en la tabla 21 se observan los RII donde se indica que los resultados de las empresas participantes que son mayores o igual a 5 respuestas son los utilizados, quedando un total de 14 industrias participantes.

El RII se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{RII} = \Sigma / (\text{Puntuación máxima} / \text{número de respuestas obtenidas})$$

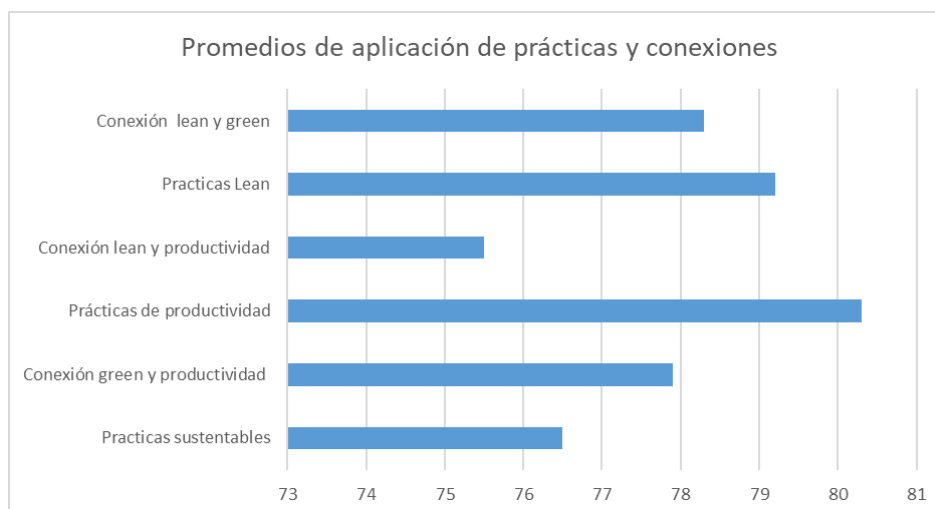
En la tabla 21 se observan los percentiles de los resultados por categoría, los percentiles son valores que dividen un conjunto de datos estadísticos, de forma que un porcentaje de los mismos quede por debajo de dicho valor (Oosterhuis, 2017).

Tabla 21. Índice de importancia relativa (RII) para cada categoría

<i>Empresa</i>	<i>Prácticas sustentables</i>	<i>Conexión Green y productividad</i>	<i>Prácticas de productividad</i>	<i>Conexión Lean y productividad</i>	<i>Prácticas Lean</i>	<i>Conexión Lean y Green</i>
I1	0.740	0.747	0.839	0.644	0.745	0.713
I2	0.799	0.873	0.922	0.913	0.927	0.920
I3	0.768	0.727	0.746	0.767	0.805	0.793
I4	0.739	0.752	0.830	0.820	0.812	0.792
I5	0.717	0.851	0.846	0.719	0.843	0.771
I6	0.675	0.676	0.727	0.776	0.775	0.757
I7	0.779	0.760	0.778	0.799	0.742	0.716
I8	0.857	0.856	0.807	0.800	0.814	0.848
I9	0.764	0.776	0.752	0.650	0.719	0.752
I10	0.761	0.770	0.728	0.814	0.728	0.773
I11	0.833	0.775	0.890	0.826	0.822	0.797
I12	0.809	0.824	0.920	0.789	0.846	0.861
I13	0.710	0.813	0.771	0.605	0.813	0.750
Media	0.765	0.779	0.803	0.755	0.792	0.783
desv. Std	0.049	0.056	0.071	0.086	0.060	0.057

En la gráfica 10 se pueden observar los promedios de los resultados obtenidos de las empresas participantes de las diferentes prácticas y sus conexiones, es posible identificar que en las prácticas de productividad presentan el valor más alto, indicando que esta práctica está más fuertemente implementada que las demás, encontrando que la conexión de Lean y productividad muestran los valores en promedio más bajos, lo que podría señalar un área de oportunidad para fortalecer la integración y adopción de estas prácticas.

Se obtiene que las prácticas individuales especialmente la de productividad presente el promedio más alto lo que podría significar que, aunque cada práctica es implementada de forma independiente, todavía hay margen de mejora en su integración.



Gráfica 10. Promedios de aplicación de prácticas y conexiones

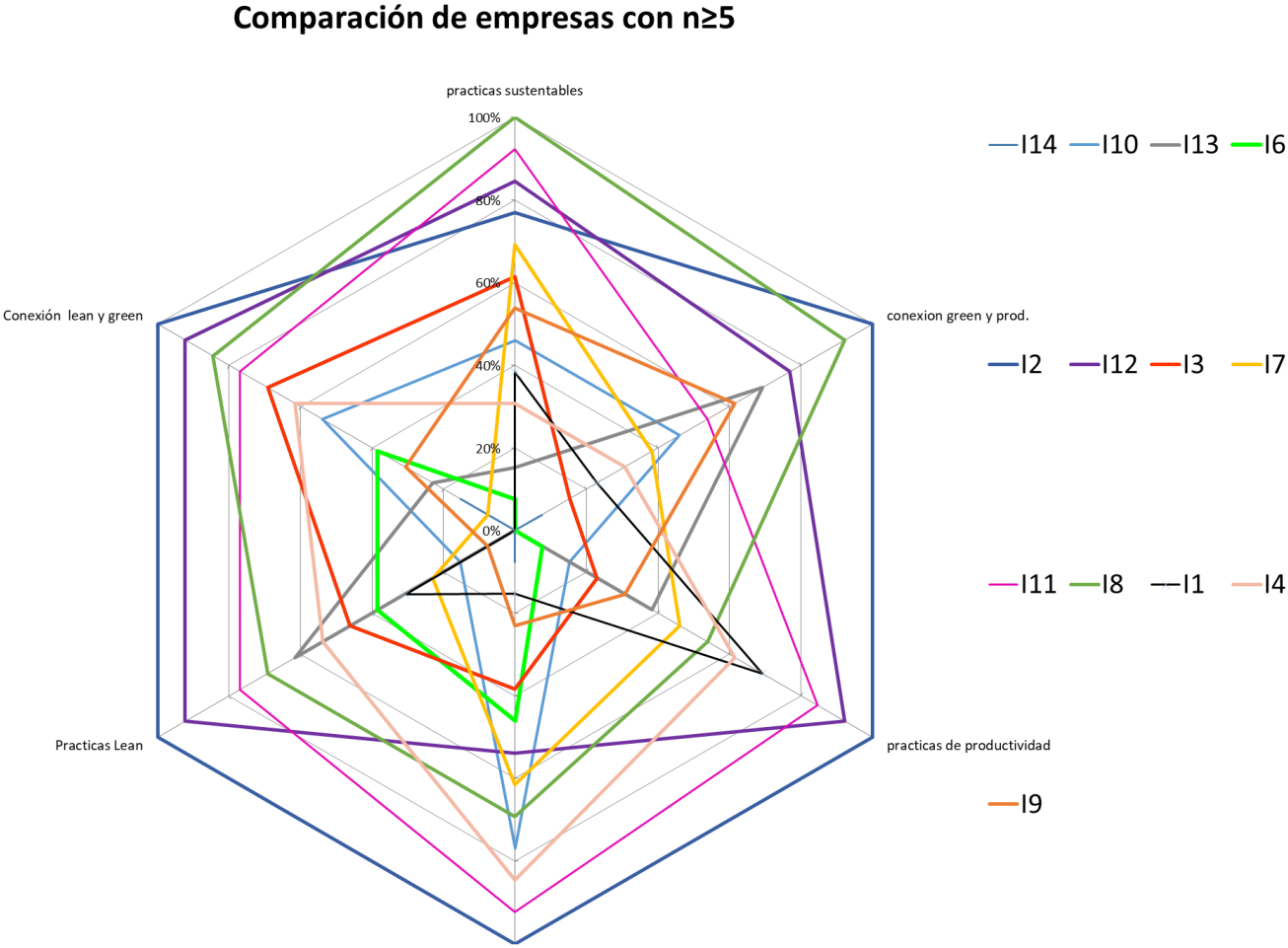
Los resultados obtenidos se traducen a percentiles es posible visualizarlos en la Tabla 22, a fin de encontrar fácilmente cual es el valor mínimo y máximo para cada empresa, y calificaciones asociadas para todos los niveles intermedios

Tabla 22. Percentiles por categoría

<i>Empresa</i>	<i>Prácticas sustentables</i>	<i>Conexión Green y productividad</i>	<i>Prácticas de productividad</i>	<i>Conexión Lean y productividad</i>	<i>Prácticas Lean</i>	<i>Conexión Lean y Green</i>
I1	38%	23%	69%	15%	31%	0%
I2	77%	100%	100%	100%	100%	100%
I3	62%	15%	23%	38%	46%	69%
I4	31%	31%	62%	85%	54%	62%
I5	23%	85%	77%	31%	85%	46%
I6	8%	0%	8%	46%	38%	38%
I7	69%	38%	46%	62%	23%	8%
I8	100%	92%	54%	69%	69%	85%
I9	54%	62%	31%	23%	8%	31%
I10	46%	46%	15%	77%	15%	54%
I11	92%	54%	85%	92%	77%	77%
I12	85%	77%	92%	54%	92%	92%
I13	15%	69%	38%	0%	62%	23%
I14	0%	8%	0%	8%	0%	15%

Existen diferencias entre los resultados de las empresas participantes, aunque algunas discrepancias son más notorias y significativas entre ellas, cada una recibirá un análisis y reporte técnico que las ayuden a fortalecer sus áreas de oportunidad de mejora, es posible observar que hay industrias que presentan mayores áreas de oportunidad de mejora en algunas categorías más que en otras.

Los resultados de las empresas participantes es posible observarse en la gráfica 11 donde se segmento para trabajar con aquellas compañías que cumplieron con la restricción de selección en participación $n \geq 5$.

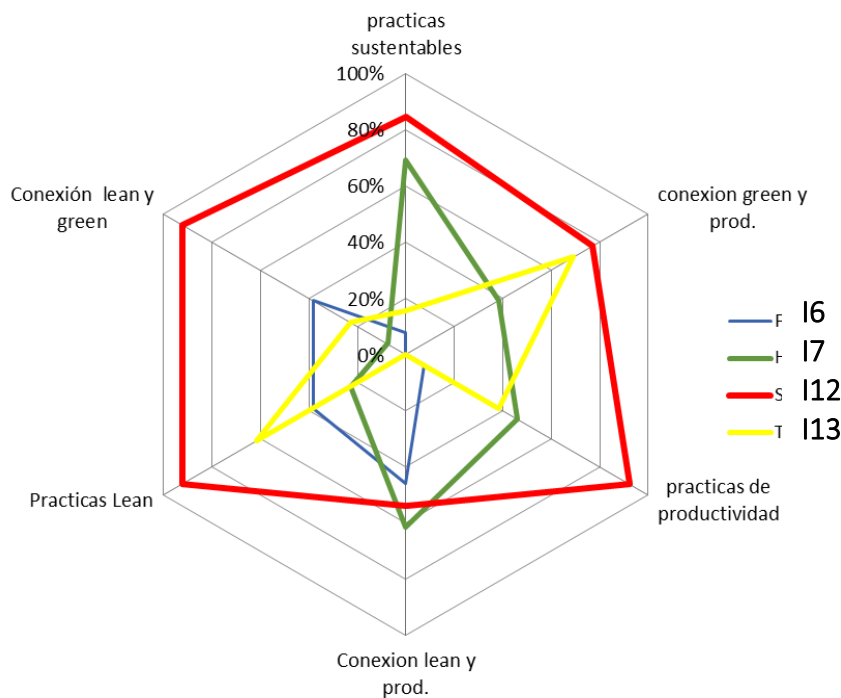


Gráfica 11. Empresas con condición en la participación con tamaño de $n \geq 5$

En la gráfica anterior de acuerdo a la información recolectada se logró observar que existen diferentes áreas de oportunidad para las compañías participantes que cumplieron con la restricción de selección, existen diferencias entre los resultados de las diversas prácticas y categorías, se recomienda a las organizaciones desarrollar estrategias enfocadas hacia el aumento en los niveles de productividad apoyándose en las diversas fichas de recomendaciones que serán proporcionadas de forma individual a cada empresa.

A las cuatro empresas que fueron casos de estudio se les entrego su reporte técnico, y sus comparaciones se presentan en la gráfica 12.

Comparación de empresas con mayor participación

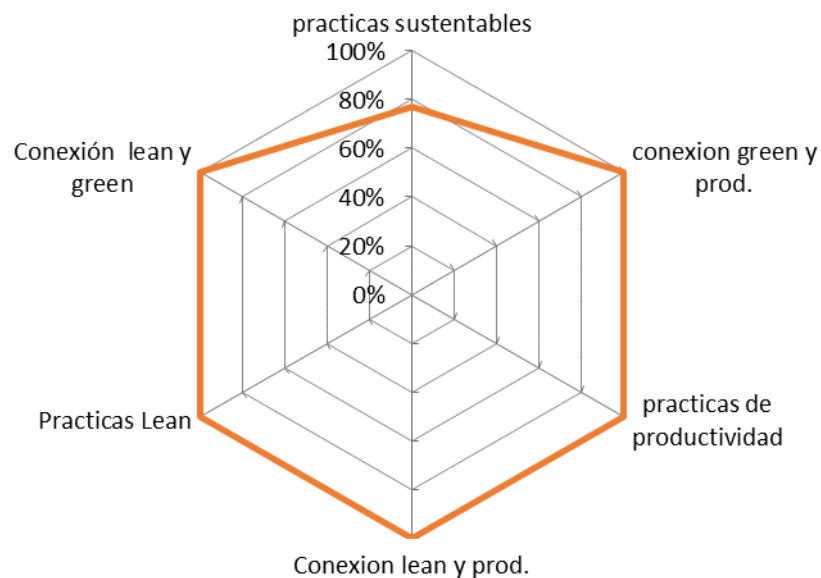


Gráfica 12. Comparación de empresas con mayor participación.

En la gráfica 12 se presenta la información de las industrias que más participación tuvieron en el estudio donde se puede apreciar las diferencias entre los niveles de implementación de las prácticas siendo en la conexión Lean-productividad en la que las cuatro organizaciones presentan una mayor área de oportunidad, la proporción de participación de las compañías fue de 37 respuestas de la empresa I6 así como de la empresa I7, 30 de la empresa I12 y 20 respuestas de la

compañía I13, se les recomendó trabajar en cambiar la mentalidad y actitud de los colaboradores, así como encaminar las actividades hacia un buen liderazgo y administración logrando la participación de los trabajadores, buscando un enfoque integrado, aplicando herramientas y técnicas Lean e implementar modelos de gestión que contemple cuatro fases: planeación, organización, dirección y control.

En la gráfica 13 se encuentra la empresa identificada como I2 teniendo un 100% en tres categorías de conexión según el cálculo de RII y percentiles pero con una área de oportunidad de mejora en una de ellas.



Gráfica 13. Evaluación de industria I2

Es posible observar también en la gráfica 13 que aunque en la mayoría de las categorías y conexiones la implementación se presenta fuerte cuenta con una área de oportunidad de mejora en las prácticas sustentables.

En la gráfica 14 denominada evaluación de la empresa I6 se logra observar que esta empresa tiene grandes áreas de oportunidad especialmente en la categoría de conexión Green y productividad donde de acuerdo a la tabla 20 del cálculo de percentiles se puede observar que el porcentaje del cuartil es 0%, en esta empresa es posible implementar programas y estrategias para mejora, como lo son promover la conciencia ambiental y sus impactos en la productividad

de la organización buscando crear compromiso y concentrar a los colaboradores sobre el uso e impacto de los diferentes recursos por medio de cursos y capacitaciones.

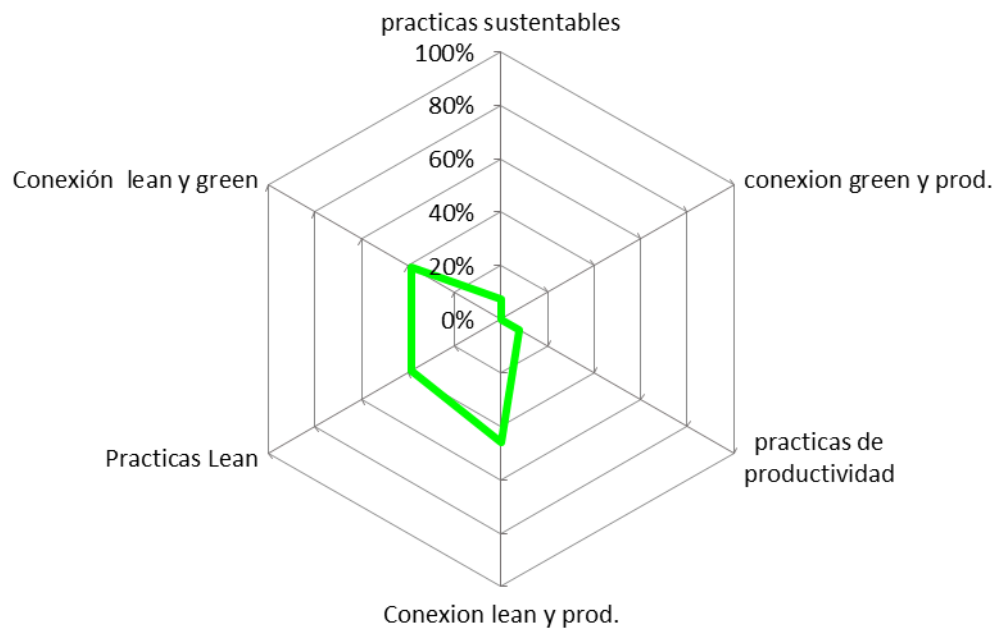
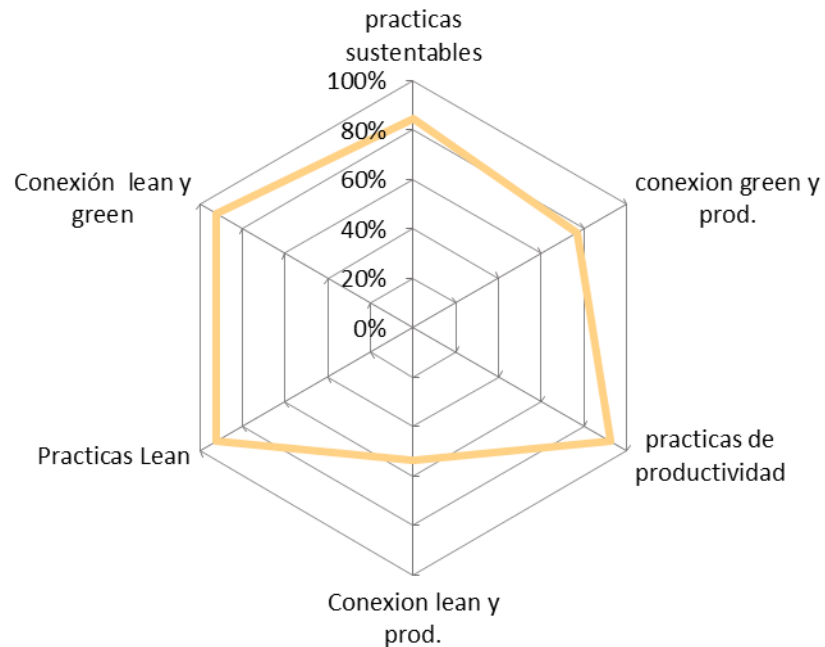


Gráfico 14. Evaluación de I6

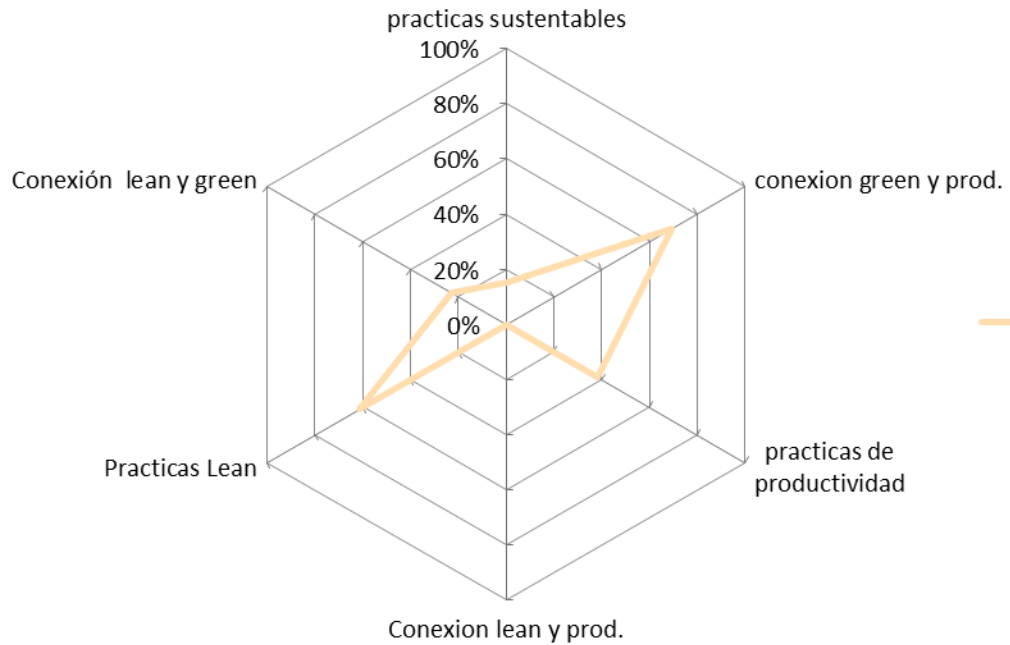
En la gráfica 15 se evalúan los resultados de la empresa identificada como I12. Se observa que aunque sus niveles de implementación de las diferentes prácticas son fuertes en algunas áreas, existe oportunidades para mejorar en las diferentes categorías, las cuales pueden ser observadas en la gráfica presentada a continuación.



Gráfica 15. Evaluación de I12

En la gráfica 15 en la que se evalúan los resultados de la empresa I12, presenta niveles de implementación de las diferentes prácticas superiores al 80% pero existen oportunidades de mejorar en las diferentes categorías principalmente en la conexión de Lean y productividad, donde se recomienda trabajar en cambiar la mentalidad y actitud de los colaboradores, así como encaminar las actividades de la empresa hacia un buen liderazgo y administración, logrando la participación de los trabajadores, enfoque integrado, herramientas y técnicas, así como implementar programas donde la compañía sea capaz de reciclar y tratar de reutilizar esta materia prima para la comercialización de un subproducto que permita generar beneficios económicos para la organización.

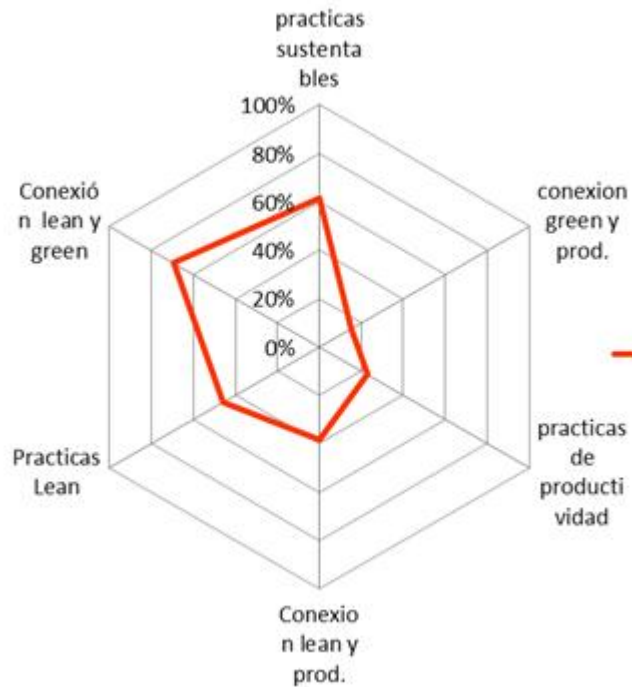
En la gráfica 16 se pueden visualizar los resultados obtenidos de la compañía I13, donde se presentan varias categorías y conexiones con una fuerte área de oportunidad de mejorar.



Gráfica 16. Evaluación de I13

En la gráfica anterior 16 se presenta el cálculo de percentiles y la principal área de oportunidad para esta empresa es la conexión Lean-productividad teniendo 0% de implementación, en las áreas menores al 39% valor percentil son en las categorías de prácticas sustentables, se recomienda trabajar bajo alguna metodología del análisis del ciclo de vida de los productos lo que permitirá reducir los impactos negativos en todas las etapas del ciclo de vida del producto fabricado.

Se puede observar en la siguiente gráfica 17 los resultados obtenidos de la compañía I3 según el cálculo de percentiles de sus áreas que necesitan más apoyo para aumentar sus niveles de implementación de las diferentes prácticas y sus conexiones.



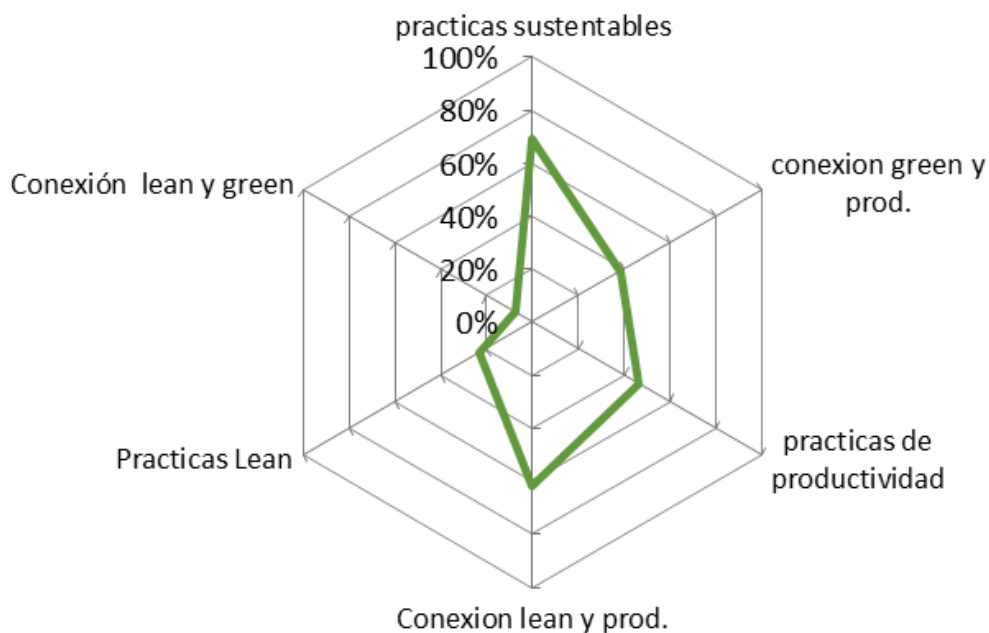
Gráfica 17. Evaluación de I3

La gráfica 17 evidencia un comportamiento heterogéneo entre las seis categorías analizadas. Las prácticas sustentables presentan el mayor nivel de desarrollo, seguidas por la conexión Lean–Green, lo que sugiere un avance moderado en la integración de enfoques ambientales y de eficiencia operativa. En contraste, la conexión Green–productividad muestra el valor más bajo, revelando una débil articulación entre la sostenibilidad ambiental y el desempeño productivo. Las prácticas Lean, las prácticas de productividad y la conexión Lean–productividad registran niveles intermedios, lo que indica una adopción parcial de estas estrategias. En conjunto, los resultados reflejan la necesidad de fortalecer los mecanismos de integración sistémica entre manufactura esbelta, sustentabilidad y productividad.

La Gráfica 18, correspondiente a la evaluación de la empresa I7, muestra un desempeño heterogéneo en las seis dimensiones analizadas. Se observa un alto nivel de desarrollo en las prácticas sustentables, alcanzando aproximadamente el 70%, lo que evidencia un compromiso significativo con la gestión ambiental y social. En contraste, la conexión Lean–Green presenta el valor más bajo, cercano al 10%, lo que indica una limitada integración entre los principios de manufactura esbelta y las estrategias de sostenibilidad.

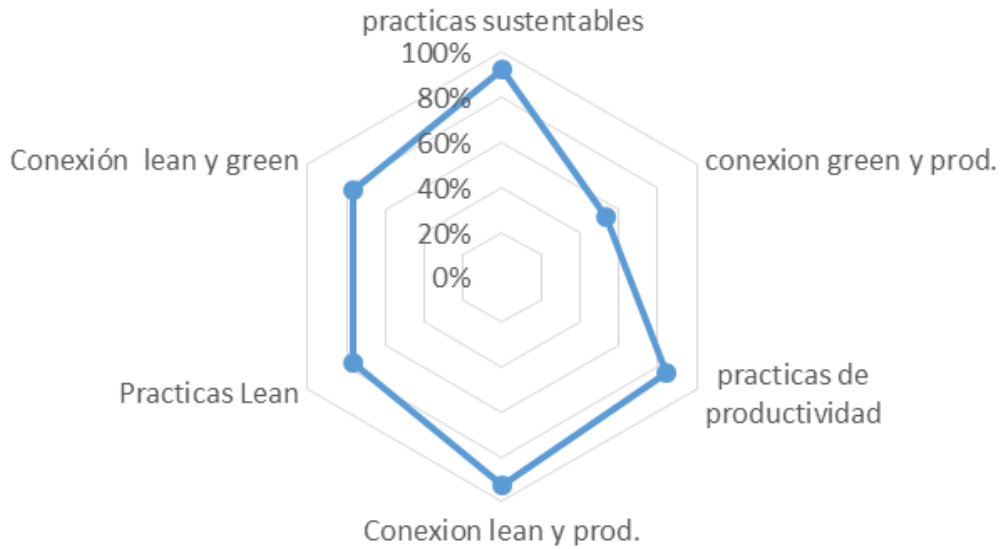
Las prácticas de productividad y la conexión Green-productividad registran niveles intermedios, alrededor del 40%, lo que sugiere una implementación parcial de acciones orientadas al desempeño productivo con enfoque ambiental. Asimismo, la conexión Lean-productividad alcanza aproximadamente el 50%, reflejando un grado moderado de alineación entre eficiencia operativa y resultados productivos. Finalmente, las prácticas Lean muestran un nivel reducido, cercano al 20%, lo que denota un bajo grado de adopción sistemática de herramientas y metodologías propias de la manufactura esbelta.

En conjunto, los resultados indican que, si bien la empresa I7 presenta un avance notable en materia de sustentabilidad, persisten brechas significativas en la integración estratégica entre manufactura esbelta, sostenibilidad y productividad, lo cual representa un área prioritaria de oportunidad para fortalecer su desempeño organizacional integral.



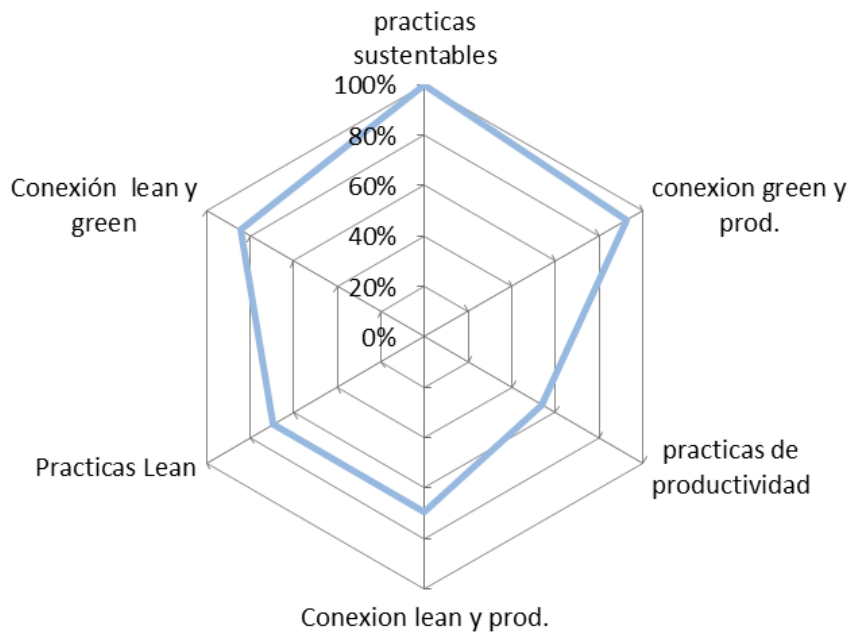
En la gráfica 19 asignada a la empresa I11 los resultados para esta organización indican que su principal área de oportunidad de mejora radica en la conexión entre Green y productividad, se

recomienda desarrollar estrategias de sustentabilidad que vayan enfocadas hacia el aumento en los niveles de productividad de la compañía, contrario a esto se presenta un fuerte nivel de implementación para las categorías de prácticas sustentables y en la conexión entre Lean y productividad.



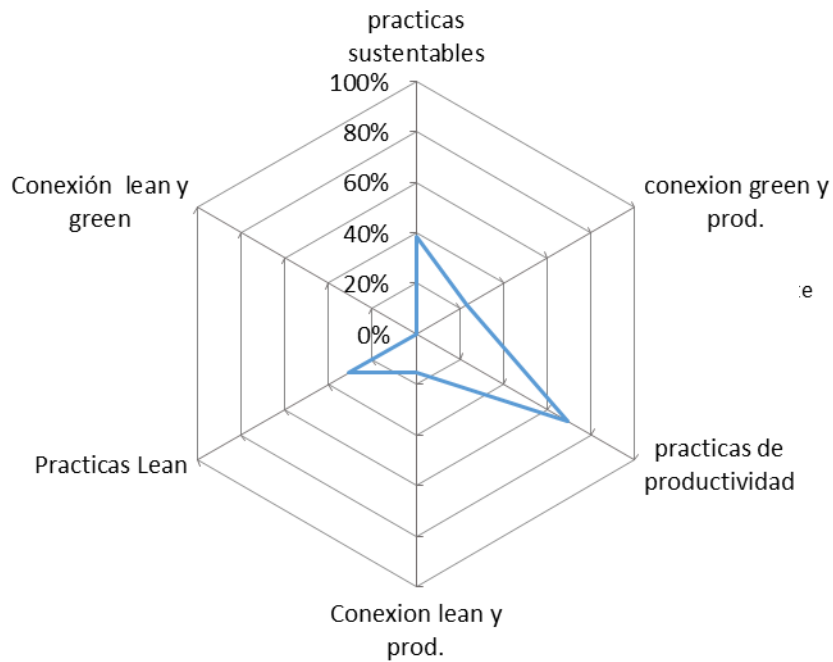
Gráfica 19. Evaluación de empresa I11

Se puede observar en la siguiente gráfica 20 los resultados de la compañía I8 de acuerdo a la información recolectada la principal área de oportunidad para esta empresa es en la categoría de conexión Green-productividad teniendo un 56% calculado en la tabla de percentiles que corresponde a la mayor área de oportunidad de mejora para esta compañía, se recomienda a la organización desarrollar estrategias de sustentabilidad enfocadas hacia el aumento en los niveles de productividad.



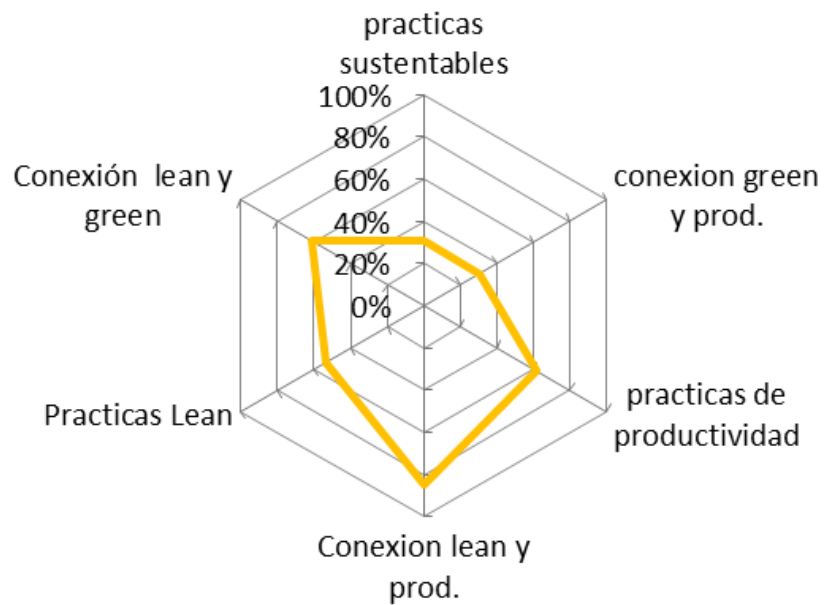
Gráfica 20. Evaluación de empresa 18

La gráfica 21 corresponde a la empresa 11, los resultados que esta organización tuvo, nos indica que su principal área de oportunidad de mejora radica en la conexión entre Lean y Green, se recomienda que la organización integre prácticas ecológicas en sus estrategias de trabajo y deberán centrarse en actividades de valor añadido. Los gerentes no deben subestimar el impacto de la integración en la sociedad. Ya no basta con medir el impacto de cualquier decisión con valor económico únicamente. Para obtener el beneficio de la combinación Lean-Green, contrario a esto se presenta un fuerte nivel de implementación para las prácticas de productividad, como lo es mantener una mentalidad, actitud, liderazgo y administración, que incita a la participación de los trabajadores, teniendo un enfoque integrado, así como herramientas y técnicas.



Gráfica 21. Evaluación de empresa I1

En la siguiente gráfica 22 se muestran los resultados de la compañía I4 de acuerdo a la información recolectada es posible identificar que la principal área de oportunidad para esta empresa es en la categoría de las prácticas sustentables teniendo un 36% de implementación, es aquí donde se presenta la mayor área de oportunidad de mejora para esta compañía, se recomienda integrar aspectos ambientales en la concepción y desarrollo de un producto con el objetivo de mejorar su calidad y a la vez reducir sus costos de fabricación a través de metodologías basadas en el estudio de todas las etapas de su vida.



Gráfica 22. Evaluación de empresa I4

Los resultados de la empresa I9 se presentan en la siguiente gráfica 23 donde de acuerdo a la información recolectada la principal área de oportunidad para esta compañía es en la categoría de las prácticas Lean, , es por ello que se recomienda a la organización desarrollar estrategias de sustentabilidad enfocadas hacia el aumento en los niveles de productividad.

En la evaluación de las prácticas sustentables se obtuvo solo un 8% para lograr incrementar se recomienda realizar un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de los productos clave para identificar y mitigar sus impactos ambientales en todas las etapas, adoptar principios de ecodiseño, considerando materiales reciclables y de bajo impacto ambiental, y evaluando su impacto antes de integrarlos en los productos.

Garantizar que los colaboradores comprendan los beneficios del ecodiseño y la sostenibilidad mediante programas de sensibilización y formación. Reducir el uso de papel, agua y energía mediante prácticas de eficiencia energética y procesos más limpios, así como implementar Lean Manufacturing para reducir residuos, optimizar procesos y mejorar la eficiencia económica y ambiental. Promover un ambiente laboral saludable mediante actividades recreativas y programas de bienestar para los empleados y sus familias.

Implementar programas de desarrollo profesional y retención de talento para reducir la rotación de personal, sensibilizar a los colaboradores sobre el impacto de los productos en la sociedad y su papel en la sostenibilidad, establecer criterios ambientales para seleccionar proveedores que cumplan con normas de sostenibilidad.

Priorizar el uso de materiales reciclables y biodegradables para minimizar el impacto ambiental. Para la categoría de la conexión entre Green y productividad se obtuvo el nivel más bajo con un 0% de implementación de estas categorías en conexión, para incrementar este porcentaje se hacen las siguientes recomendaciones, promover la conciencia ambiental y sus impactos en la productividad de la organización, desarrollar estrategias de sustentabilidad enfocadas hacia el aumento en los niveles de productividad. Crear compromiso y concientizar a los colaboradores sobre el uso e impacto de los diferentes recursos por medio de cursos y capacitaciones. Buscar estrategias que permitan el aumento de la competitividad e innovación en las empresas, su incremento representa un elemento diferenciador para alcanzar el éxito.

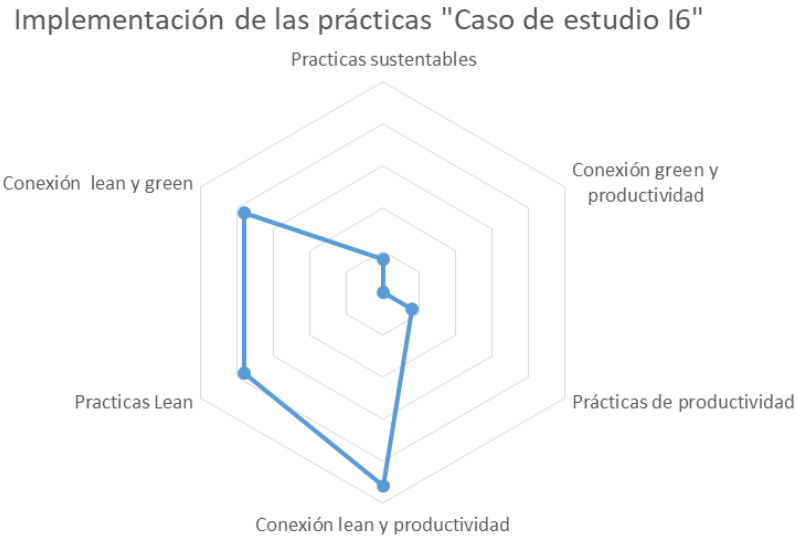
Para las prácticas de productividad se obtuvo un 8% para lograr el incremento de estos porcentajes se proponen las siguientes acciones:

- Implementar estudios periódicos de capacidad de producción utilizando simulaciones de eventos discretos para identificar cuellos de botella y mejorar la eficiencia.
- Optimizar el almacenamiento y flujo de materiales mediante rediseños y adquisición de equipo adecuados.
- Establecer métricas claras de eficiencia laboral y balancear las líneas de producción para minimizar tiempos muertos). Calcular la rentabilidad económica por pieza producida para alinear costos y tiempos de trabajo.
- Aplicar herramientas Lean como *Value Stream Mapping* (VSM, en español Mapa de Flujo de Valor), Kaizen y 5'S para reducir desperdicios y mejorar los tiempos de ciclo, crear una base de datos para documentar y consultar los cambios realizados, garantizando la continuidad de las mejoras.
- Implementar un sistema de control y seguimiento diario con formatos digitales para organizar monitorear las actividades de cada puesto.
- Capacitar periódicamente al personal en gestión del tiempo y técnicas de autogestión para garantizar el cumplimiento en tiempo y forma.
- Ofrecer programas de bienestar físico y emocional, promoviendo hábitos saludables y brindan acceso a servicios médicos.
- Fomentar la participación activa de los empleados en programas de mejora continua y fortalecer la comunicación interna para aumentar la satisfacción laboral.

5.4.1 Análisis de fichas de estrategias de trabajo: Caso de estudio I6

Las fichas de trabajo permiten proporcionar a las empresas participantes en el estudio información útil para lograr analizar sus áreas de oportunidad de mejora, encontrando las mejores estrategias para lograr el objetivo. Se realizó una ficha para cada empresa de acuerdo a los resultados obtenidos en la aplicación del instrumento de medición aplicado durante esta investigación.

En la siguiente gráfica 24 es posible observar los niveles de implementación de las diferentes prácticas y conexiones donde se aprecian las áreas más fuertes y débiles de industria I6 caso de estudio.



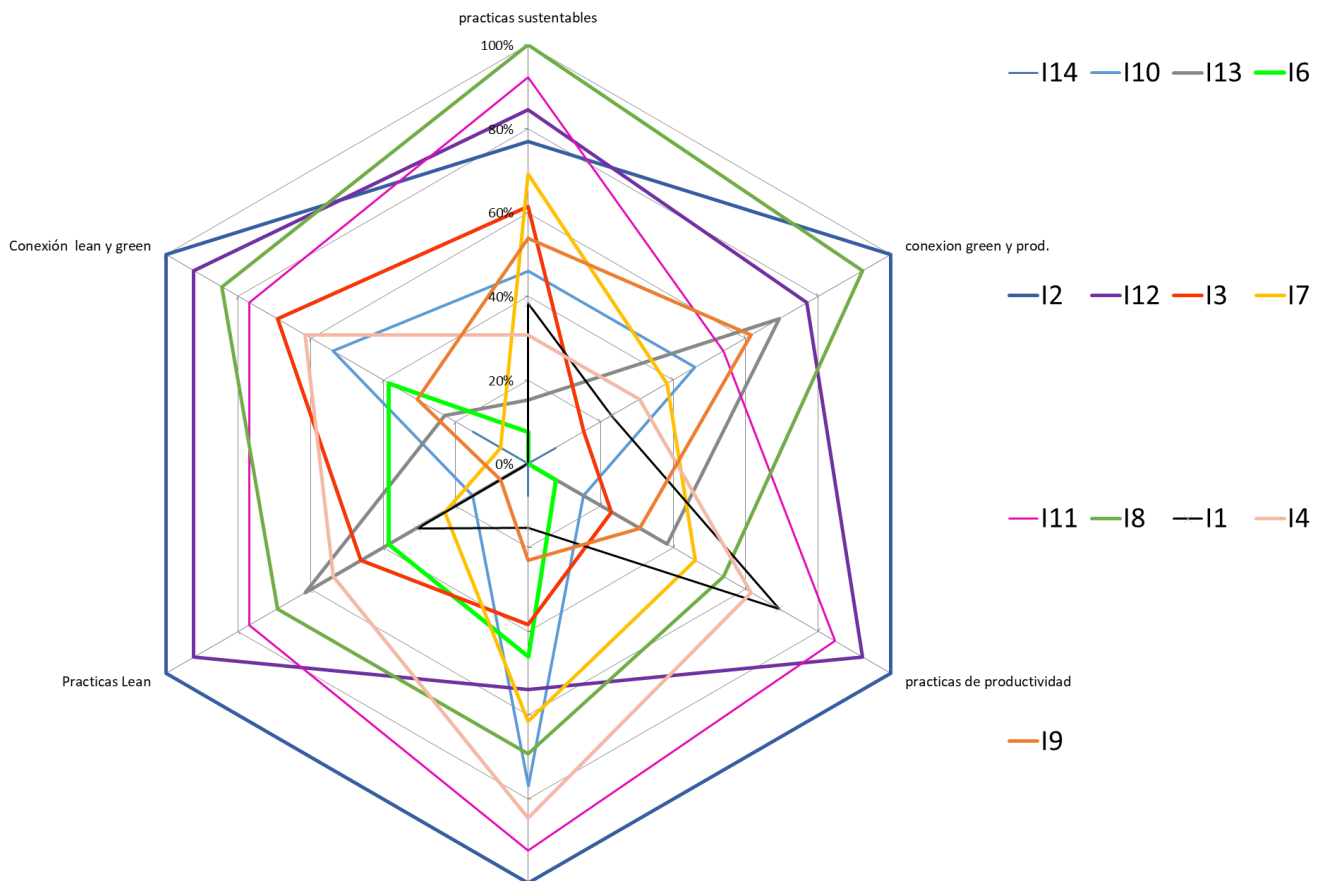
Gráfica 24. Las áreas más fuertes y débiles de industria I6 caso de estudio

Se detecta débiles y con área de oportunidad de mejora las áreas de las prácticas sustentables, conexión Green y productividad, así como las prácticas de productividad y se utilizarán las fichas “prácticas sustentables”, “conexión Green y productividad” y “prácticas de productividad” que se encuentran en los anexos 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4, para el área de sustentabilidad. Los anexos 5.1 para la conexión Green y productividad y 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5 para las prácticas de productividad.

En base a estas fichas se genera un reporte técnico que se muestra en el anexo R.1 donde el reporte técnico es un documento formal en el que se presenta, de manera clara, ordenada y objetiva, la información relacionada con los resultados obtenidos del instrumento de medición implementado en la organización, con el propósito de informar, analizar y recomendar acciones basadas en datos verificables.

En la siguiente gráfica 25 es posible observar un comparativo de los resultados entre las empresas participantes en este proyecto, donde entre algunas de ellas presentan diferencias significativas en sus resultados.

Comparación de empresas con n≥5



Gráfica 25. Comparativo entre empresas participantes

5.5 Caso: de estudio I6 recomendaciones en reporte técnico

En la tabla 23 se presenta las recomendaciones proporcionadas a la empresa I6, las cuales fueron proporcionadas por categorías como se muestra a continuación.

Tabla 23. Caso de estudio I6 recomendaciones en reporte técnico por categoría.

Prácticas sustentables	Conexión Green y prod.	Prácticas de productividad	Conexión Lean y productividad	Prácticas Lean	Conexión Lean y Green
8%	0%	8%	46%	38%	38%
Realizar un ACV de los productos clave para identificar y mitigar sus impactos ambientales en todas las etapas del ciclo de vida, adoptar principios de ecodiseño, considerando materiales reciclables y de bajo impacto ambiental, y evaluando su impacto antes de integrarlos en los productos. Garantizar que los colaboradores comprendan los beneficios del ecodiseño y la sostenibilidad mediante programas de sensibilización y formación.	Promover la conciencia ambiental y sus impactos en la productividad de la organización.	Implementar estudios periódicos de capacidad de producción utilizando simulaciones de eventos discretos para identificar cuellos de botella y mejorar la eficiencia. Optimizar el almacenamiento y flujo de materiales mediante rediseños y adquisición de equipo adecuados.	Trabajar en cambiar la mentalidad y actitud, así como encaminar las actividades hacia un buen liderazgo y administración logrando la participación de los trabajadores, enfoque integrado, herramientas y técnicas.	Fortalecer la Cultura del Cambio ofreciendo capacitación en gestión del cambio brindando formación sobre los beneficios del cambio organizacional y manufactura esbelta, lograr una comunicación transparente explicando los beneficios de manufactura esbelta y cómo impactará positivamente en la empresa, desarrollar liderazgo transformacional implementando un modelo de liderazgo que impulse la innovación reduzca la resistencia al cambio.	Integrar prácticas ecológicas en sus estrategias centrándose en actividades de valor añadido. Como estrategias de prevención de la contaminación, la mejora de procesos, el reciclaje, la recuperación de energía y el cambio de material para obtener el beneficio de la combinación Lean-Green.

<p>Reducir el uso de papel, agua y energía mediante prácticas de eficiencia energética y procesos más limpios. Implementar Lean Manufacturing para reducir residuos, optimizar procesos y mejorar la eficiencia económica y ambiental.</p>	<p>Desarrollar estrategias de sustentabilidad enfocadas hacia el aumento en los niveles de productividad.</p>	<p>Establecer métricas claras de eficiencia laboral y balancear las líneas de producción para minimizar tiempos muertos). Calcular la rentabilidad económica por pieza producida para alinear costos y tiempos de trabajo.</p>	<p>Realizar ejercicios y actividades sobre cambios de mentalidad y administración de recursos para lograr la participación e involucramiento de los trabajadores de los distintos niveles jerárquicos.</p>	<p>Capacitación y Sensibilización en Manufactura Esbelta ofertando talleres prácticos de manufactura esbelta, Capacitar a los empleados en herramientas como 5S, Kanban y VSM. Integración de manufactura esbelta en procesos clave asegurando que la metodología se aplique a todas las áreas operativas. Capacitación en Mejora continua introduciendo el ciclo PDCA y la metodología Kaizen.</p>	<p>Lo saltos mandos no deben subestimar el impacto de la integración en la sociedad. No basta con medir el impacto de cualquier decisión con valor económico únicamente.</p>
<p>Promover un ambiente laboral saludable mediante actividades recreativas y programas de bienestar para los empleados y sus familias. Implementar programas de desarrollo profesional y retención de talento para reducir la rotación de personal. Sensibilizar a los colaboradores sobre el impacto de los productos en la sociedad y su papel en la sostenibilidad.</p>	<p>Crear compromiso y concientizar a los colaboradores sobre el uso e impacto de los recursos por medio de cursos y capacitaciones.</p>	<p>Aplicar herramientas Lean como Value Stream Mapping (VSM), Kaizen y 5S para reducir desperdicios y mejorar los tiempos de ciclo. Crear una base de datos para documentar y consultar los cambios realizados, garantizando la continuidad de las mejoras.</p>	<p>Implementar modelos de gestión que contemple cuatro fases: planeación, organización, dirección y control.</p>	<p>Implementación de Estrategias Lean y Seguimiento a través de la evaluación Inicial del nivel de madurez Lean identificando el punto de partida de la empresa en términos de manufactura esbelta. Creación de equipos kaizen, involucrando a empleados clave en la mejora de procesos, con la supervisión y auditorías de implementación Lean evaluando regularmente el avance en manufactura</p>	<p>Evidenciar el potencial en la aplicación de métodos Lean y ecológicos que podrían utilizarse dentro de la empresa para enfatizar en los beneficios.</p>

				esbelta.	
Establecer criterios ambientales para seleccionar proveedores que cumplan con normas de sostenibilidad. Priorizar el uso de materiales reciclables y biodegradables para minimizar el impacto ambiental.	Buscar estrategias que permitan el aumento de la competitividad e innovación en las empresas, su incremento representa un elemento diferenciador para alcanzar el éxito.	Implementar un sistema de control y seguimiento diario con formatos digitales para organizar y monitorear las actividades de cada puesto. Capacitar periódicamente al personal en gestión del tiempo y técnicas de autogestión para garantizar el cumplimiento en tiempo y forma.	Implementar programas donde la compañía sea capaz de reciclar y tratar de reutilizar esta materia prima para la comercialización de un subproducto que permita generar		Buscar la correcta integración de Green-Lean ya que es una herramienta de fuerte impacto para la obtención de lo que actualmente se conoce como “eco-advantage” a través de estrategias enfocadas en el cumplimiento de la implementación de las diferentes herramientas.
		Ofrecer programas de bienestar físico y emocional, promoviendo hábitos saludables y brindan acceso a servicios médicos. Fomentar la participación activa de los empleados en programas de mejora continua y fortalece la comunicación interna para aumentar la satisfacción laboral.	Realizar la identificación de la cantidad de mercadería que se va a desechar o que se puede recuperar mediante procesos de reciclaje.		Lean tiende a facilitar la adopción de prácticas ambientales principalmente mediante involucrar a las personas y mejorar sus habilidades para la resolución de problemas

Las fichas de estrategia de trabajo se complementan y valoran en una entrevista de forma que sean dirigidas para cada compañía de acuerdo a los resultados obtenidos mediante los instrumentos de medición, con lo cual se genera un reporte técnico que se presenta a la empresa al momento de realizar una entrevista final. El reporte técnico instrumento complementario el cual proporciona a las empresas participantes la oportunidad de conocer la situación de su empresa y poder considerar las recomendaciones que se les proporcionan para la mejora de la implementación de las diferentes prácticas enfocadas hacia el logro del aumento en sus niveles

de productividad de sus organizaciones, el reporte técnico sirve también como herramienta de comunicación, evidencia y análisis, asegurando que la información técnica se conserve y se utilice para mejorar la operación y tomar decisiones informadas.

5.4.2 Desarrollo de entrevista complementaria: Caso de estudio I6

Fue desarrollada a través de una entrevista que consta de 12 preguntas, se aplicó por conveniencia de acuerdo a las posibilidades de participación de las industrias en el proyecto de investigación, la empresa I6 se mantuvo en participación activa a lo largo del proceso de investigación y acepto la implementación del instrumento complementario comprometiéndose a llevar a cabo recomendaciones para avanzar hacia la mejora continua.

Los resultados de la aplicación del instrumento complementario se presentan a continuación:

1. ¿Cómo mide la empresa la eficiencia de los recursos energéticos los equipos o maquinarias utilizadas en sus procesos?

Primeramente, es importante definir que el índice de eficiencia energética es aquel por el que se mide la eficiencia que tienen las empresas en materia de ahorro energético, midiendo una serie de categorías, lo que se busca en la empresa es consumir con un bajo impacto medioambiental la energía mínima y al menor costo posible esto con el fin de lograr un mayor ahorro energético.

Una instalación o un aparato electrónico son energéticamente eficiente cuando necesita menos energía para realizar el mismo trabajo, es decir, cuando su consumo energético es inferior a la media. En este concepto también influye positivamente el autoabastecimiento o el mayor uso posible de energías renovables o alternativas.

Los índices de eficiencia energética se calculan teniendo en cuenta los siguientes factores, ordenados por orden de prioridad:

1. **Equipamiento y tecnología:** Se valora en base a la antigüedad y al mantenimiento que se realiza de los equipos y la maquinaria de la que dispone la compañía.
2. **Cultura energética:** Se valora la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) de la empresa, es decir, las prácticas y hábitos que tiene la compañía y cada trabajador por promover un consumo responsable y una búsqueda continua de la mejora en la eficiencia energética. La imagen corporativa que transmita se verá influenciada favorablemente gracias a sus actividades y comportamientos que fomenten el ahorro energético.
3. **Control y medición:** Se evalúan los sistemas de control y medición del funcionamiento de la energía en la empresa.

Aquí en la empresa el Índice de Eficiencia Energética se mide del 1 al 10, siendo 10 el comportamiento más eficiente. La empresa también se valora según las características de su inmueble, a través del Certificado de Eficiencia Energética.

2. ¿Cómo evalúan los métodos que ayudan a producir tu producto con menos procesos y menor cantidad de recursos?

Cuando se requiere evaluar métodos y procedimientos de producción es necesario establecer que, sin un control de producción adecuado, nada va a garantizar que nuestros procesos de fabricación y el producto final cumplan con la calidad requerida, por eso es importante planificar, cuáles son sus beneficios y sobre todo, las buenas prácticas que se aconsejan.

Los métodos implementados para el control de producción los consideramos como la suma de acciones y responsabilidades que garantizan las condiciones de calidad, los costos y plazos de entrega en la fabricación de nuestros productos, así que monitoreamos la producción y aplicamos medidas tanto preventivas como correctivas de ser necesarias.

La empresa trabaja bajo estas siguientes ocho prácticas que establecidas en la política de calidad nos ayudan a mejorar el control de producción de nuestra organización.

1. Llevar un control de calidad: Es aconsejable que contemos con un área responsable del control de calidad, que sea independiente del área de producción. Para conocer más a detalle los elementos de un sistema de calidad en la manufactura, podemos consultar como ejemplo este documento oficial de buenas prácticas.
2. Incluir a proveedores: Debemos establecer procedimientos para seleccionar a los proveedores y darles seguimiento. Siempre hay que buscar la máxima calidad en toda la cadena de suministro.
3. Supervisar las actividades subcontratadas: El control de la producción no se limita a nuestras plantas. También, deben existir procedimientos para asegurar la gestión de las actividades subcontratadas o por maquila.
4. Monitorear de forma permanente: Claro está que, sin medidas de monitoreo permanente, es imposible controlar los procesos de producción. Y debemos tomar en cuenta estos resultados para la liberación de cada lote.
5. Investigar desviaciones: Nuestras medidas de control deben establecer procedimientos para la investigación de desviaciones en la producción. Es recomendable realizar un análisis de la causa raíz y aplicar medidas tanto preventivas como correctivas en caso de ser necesarias. En este punto, es indispensable tener los registros que permitan la rastreabilidad y trazabilidad de los productos.
6. Dar mantenimiento a equipos: Como parte del control de producción, debemos calendarizar el mantenimiento y calibración de los equipos e instrumentos que utilizamos en la manufactura.
7. Contar con un ERP: Los sistemas de administración o ERP con módulo de producción nos facilitan el control de nuestros procesos, ya que nos generan los reportes que necesitamos en tiempo real y nos ayudan a automatizar las tareas administrativas.

Por ejemplo, Bind ERP nos ayuda a manejar nuestras listas de materiales y emitir las órdenes de producción. De esta manera, evitamos contratiempos por omisiones que podrían ser involuntarias.

8. Realizar auditorías de calidad: Aunque todos sabemos que la “auditoría” es un término que no siempre nos agrada como empresa, es indispensable auditar nuestra calidad de forma regular esto con el fin de evaluar nuestra eficacia y detectar anomalías. Estas auditorías deben ser realizadas por un agente externo de preferencia, aunque siempre la primera auditoría inicial es interno. Adicionalmente, podemos contemplar procedimientos de auto inspección a lo largo de todas nuestras operaciones, por lo menos hasta que los productos hayan sido comercializados.

3. ¿Han considerado la reutilización de materiales en sus sistemas de producción? En caso de ser sí, ¿Cuánto es el porcentaje reflejado del beneficio hacia los costos de producción?

Estamos en una fase inicial donde se están evaluando los diseños, así como los residuos resultantes de los procesos de fabricación, la utilización, consumo, limpieza y mantenimiento generados en la actividad de las líneas y celdas de producción.

4. ¿Cuántos programas y/o procesos enfocados en el aprovechamiento máximo de los recursos se implementan anualmente?

Contamos actualmente con el programa de Sustentabilidad Ambiental, programas para fomentar la especialización del capital humano, programas enfocados hacia la mejora continua, cursos y capacitaciones de 5’S y programas de seguridad e higiene.

5. ¿Qué tipo de iniciativas la empresa lleva a cabo para el uso de fuentes de energías alternas aplicables en sus actividades o procesos?

Se empezaron a implementar la instalación de paneles solares en la empresa, así como operaciones hacia las tecnologías más limpias.

6. ¿Cuántas veces al año la empresa realiza programas para hacer conciencia de la importancia de la eliminación o minimización de los desperdicios de los recursos de la compañía?

Los programas relacionados con la minimización y eliminación de desperdicios se implementan constantemente, se realizan al menos una vez al mes análisis de los programas vigentes y se evalúan las necesidades de nuevos programas o capacitaciones.

7. ¿Qué métricas implementan para medir la cantidad de desperdicio e inventario?

Principalmente los indicadores KPI’S de inventario, se trata de aquellos indicadores de rendimiento que nos permiten tener un mantenimiento y mejor control de todo lo relacionado al stock de la empresa en cuanto a la materia prima, material en proceso y producto final, con el propósito de conocer a detalle la disponibilidad de producto, nos permite dejar atrás las suposiciones y conocer el estado real de la empresa, hemos encontrado que para llevar a cabo

una buena gestión de la cadena de suministros de nuestra organización debemos tener herramientas que nos permitan medir el desempeño de la misma tanto en lo referido al abastecimiento de mercancías como en la producción, distribución e inventarios.

8. ¿Qué iniciativas implementa la empresa para el uso o aplicación de energías limpias a sus procesos? Y ¿Qué beneficio les ha traído?

Se han implementado diversas prácticas de eficiencia energética en los procesos esto con el fin de propiciar el ahorro de energía y la disminución de costos de producción esto con el fin de generar procesos de producción más limpios y sustentables buscando también disminuir los impactos negativos al medio ambiente. Nos ha traído beneficios como el ahorro de energía que al final se traduce en costos de producción.

9. ¿Cómo evalúan la implementación de las prácticas Lean o de manufactura esbelta en sus sistemas de producción?

A través del uso de las diferentes herramientas Lean que nos permiten disminuir o hasta eliminar desperdicios y de esta manera mejorar el flujo e incrementar la productividad de nuestros sistemas de producción, lo primero que se hace es presentar los desperdicios identificados en la cadena de valor, para luego se determinan las herramientas de manufactura esbelta más apropiadas para el caso y que fomenten a su eliminación y finalmente se procede a hacer un análisis costo-beneficio para la implementación de las herramientas propuestas.

10. ¿En el último año a través de proyectos ha habido un mejor control o reducción de residuos?

Sí, la implementación de prácticas de actividades enfocadas hacia las energías más limpias implementadas en nuestros procesos nos ha ayudado a poder medir los beneficios a través de indicadores como medir la cantidad de residuos producidos anualmente o el porcentaje de ahorro económico.

11. ¿Qué estrategias tienen para hacer que los empleados sean capaces de ver su afectación en la calidad y productividad en todos los niveles?

La estrategia principal es estimular, motivar, incentivar y recompensar a los trabajadores a través de programas establecidos e implementados en la empresa. Buscamos incrementar el grado de bienestar y satisfacción de los trabajadores ya que esto hace que se sientan más valorados, vinculados y participen en la empresa, lo que también aumenta su rendimiento productivo, de esta forma logran identificar la importancia de la actividad que desempeñan y ven los impactos y resultados de no hacerlas correctamente, como afectan la calidad de los productos finales y que cada puesto de trabajo es importante y tiene un motivo de estar.

12. ¿Cómo se promueve el bienestar físico y psicosocial del trabajador sin afectar la productividad?

Primeramente, es importante saber que el ejercicio físico es una parte clave en el bienestar psicológico de los trabajadores, ya que este disminuye el estrés, por lo tanto, reduce la ansiedad, la depresión y sus efectos, pues libera la tensión acumulada, es por eso por lo que se han implementado una serie de actividades físicas entre los turnos, la calistenia ha ayudado al bienestar de los colaboradores y de acuerdo a nuestros registros esto se ve reflejado en los niveles de la productividad.

La entrevista sirvió para concientizar sobre la importancia de la sustentabilidad en la organización, lo dirige a aterrizar en la identificación y establecimiento de indicadores como los KPI'S y visualizar que la revolución industrial sustentable es un fenómeno que está ganando cada vez más relevancia a nivel global.

Las industrias de Mexicali se encuentran en una posición estratégica para liderar este movimiento, gracias a su proximidad con mercados clave y su creciente infraestructura industrial, para así poder proporcionar una mejor comprensión de las estrategias y recomendaciones plasmadas en el reporte técnico.

CAPÍTULO VI Discusión

En este capítulo, se evaluará las aportaciones presentes en el Modelo para la integración entre sustentabilidad con productividad y manufactura esbelta que fue desarrollado en la sección 4.7 y aplicado en el capítulo anterior. Se planifican siete corolarios principales sobre aspectos orientados a soportar y a ampliar estas líneas de investigación, y se explica da uno de ellos:

- Mejora en la productividad y manufactura esbelta como preámbulo para la sustentabilidad.
- Conexión entre Lean y productividad.
- Conexiones entre Green y productividad.
- Conexiones entre Lean y Green.
- La ecología industrial ante el entorno de mejora y adaptación.
- La resistencia al cambio y Cultura organizacional obstáculo hacia la ecología industrial.
- Hallazgos en la sustentabilidad y su integración con productividad y manufactura esbelta en el análisis comparativo entre empresas.

6.1 Mejora en la productividad y manufactura esbelta como preámbulo para la sustentabilidad

Cualquier mejora hacia la sustentabilidad implica trabajar con productividad y prácticas Lean dentro de la organización, puesto que la productividad es un concepto que por necesidad logra asociar el producto obtenido con los medios o recursos utilizados para lograrlo, aunque en algunas ocasiones se pueden presentar problemas referidos a su medición, de ahí la importancia de cuantificar el desempeño de productividad a diferentes niveles (Hernández Laos, 2002). La utilización de menos recursos es parte de la filosofía de trabajo de manufactura esbelta en la búsqueda de mayores beneficios (Tejada, 2011), es decir la Manufactura esbelta ha sido implementada por aquellas empresas que desean aumentar su competitividad en el mercado, obteniendo mejores resultados a la vez que emplean menos recursos (Aguirre Álvarez, 2014) y (Álvarez, 2015). Estas afirmaciones validan que el modelo de integración presentado tiene que

incluir y contemplar aspectos de productividad y manufactura esbelta en su integración con la sustentabilidad.

Lewis (2000) indica que mientras más exitosa sea la implementación de Lean en una organización a estas se les dificultara menos comprometerse con los cambios enfocados hacia la sustentabilidad y con ello ayudar a elevar la productividad de las empresas.

Monge (2015) presento evidencias de que la sustentabilidad y la manufactura sustentable están cobrando creciente relevancia a nivel mundial y deben considerarse en los enfoques de la manufactura esbelta. Lo anterior sustenta que el modelo de integración analice no solo la interacción entre los aspectos de productividad y manufactura con la sustentabilidad, sino que explore las conexiones existentes entre ellos. Conexiones entre Lean y Green; Green y productividad; y Lean y productividad son parte importante del Modelo Integrador.

6.2 Conexión entre Lean y productividad

Tal y como lo ilustra el modelo, la integración entre los aspectos de Manufactura esbelta y de productividad, se considera clave hacia la eficacia operativa, pero solo si se sustenta en indicadores.

La integración del pensamiento Lean en la manufactura busca minimizar todo tipo de pérdidas ("muda") como defecto, espera, exceso de inventario para lograr mayor eficacia operativa. Aquí se discute y analiza cómo esa integración impacta a través de indicadores clave como: porcentaje de desperdicio sobre producción total, número de desperdicios identificados y eliminados, tiempo improductivo, índice de defectos, cumplimiento JIT, porcentaje de empleados capacitados en Lean y costo del desperdicio por unidad producida.

La discusión de sus resultados debe analizarse a partir de indicadores claves como el porcentaje de desperdicio sobre producción total, el número de desperdicios identificados y eliminados, los tiempos improductivos, el índice de defectos, el cumplimiento de la filosofía JIT, el nivel de capacitación en Lean, y el costo de desperdicio por unidad producida. Donde algunos autores como L. Abraham, et al. (2014), Testa, Mirco Dindo, & Aleksander A. Rebane (2021) y

Martinez (2023) mencionan que la implementación de técnicas Lean en manufactura cuando se orientan hacia la productividad genera mejoras claras: reducción del desperdicio, tiempos improductivos, defectos, costos, y mayor adherencia a los principios JIT. Sin embargo, estos resultados solo son sostenibles si se abordan dos ejes claves: la capacitación cultural y técnica del personal, y la medición precisa del impacto económico.

6.3 Conexiones entre Green y productividad

Dentro del modelo integrador, el vínculo entre los aspectos de productividad de la organización con la sustentabilidad debe ser un cuestionamiento hacia una estrategia empresarial tal y como lo propone Vega Roco & Favier (2017), quien mira la sustentabilidad como estrategia empresarial en una compañía, que si es bien aplicada puede generar nuevas innovaciones que dan resultados positivos como, el desarrollo de nuevos procesos más competitivos y eficientes en costos, hacia el uso de insumos de manera óptima y adecuada reduciendo su impacto en el medio ambiente.

La sostenibilidad en la manufactura no debe ser percibida como un costo, sino como una fuente potencial de valor económico. Invertir en prevención ambiental, eficiencia energética y bienestar laboral puede mejorar la rentabilidad, la productividad y la percepción social, redefiniendo objetivos de ventas y utilidades, afirmaciones que coinciden con autores como Miranda & Toirac (2010) que evidencian que la importancia de la productividad radica en el uso de indicadores para medir la situación real de la economía de un país, de una industria o de la gestión empresarial. También mencionan que la productividad es clave para el éxito de las organizaciones y que implementar nuevas tecnologías dará ventaja competitiva en el mercado y permitirá incrementar los sueldos, lo que acrecentará la satisfacción de los colaboradores e incrementará los niveles de productividad enfocada a la productividad flexible y más limpia, que se traduce en dinamización de la economía y en el cumplimiento de las normatividades vigentes en nuestro país.

La manufactura sustentable dejó de ser un conjunto de “buenas prácticas” aisladas para convertirse en un problema de integración: integrar métricas con decisiones de diseño, con modelos de negocio, con condiciones laborales y con desempeño ambiental en sentido amplio. En la práctica Zarta Ávila (2018) menciona que la ruta más sólida de integración sigue siendo el

pensamiento de ciclo de vida, que conecta insumos, procesos, uso y fin de vida con decisiones estratégicas (materiales, arquitectura de producto, logística inversa) así como lograr comprender la limitación de los recursos. Autores como Mercado & Córdova (2005a) muestran un doble movimiento: por un lado, madurez metodológica en el ciclo de vida del producto aplicada a políticas y sectores; por otro, ampliación del perímetro para incluir límites y dimensiones sociales, lo que eleva la ambición pero también la complejidad de implementación en las plantas, lo obtenido en este estudio concuerda con los autores anteriores evidenciando que la incorporación de la variable ambiental como un elemento estratégico en sus sistemas de producción forma estructuras industriales dirigidas al uso de nuevas tecnologías y a la adopción de maneras de producción más flexibles y limpias.

6.4 Conexiones entre Lean y Green

Dentro del modelo de integración, el vínculo entre manufactura esbelta y prácticas sustentables debe ser sinérgico, trabajando en conjunto apoyándose en sus logros respectivos. Tal y como sustentan diversos autores:

Perry (2014) menciona que la eficiencia económica es totalmente compatible con la eficiencia ecológica, de modo que una manufactura sustentable produce beneficios económicos y de imagen para una planta de manufactura, pero este autor compara la manufactura esbelta con la manufactura sustentable es aquí donde autores como Monge (2015) y Perry (2014) coinciden en que le brindan a las organizaciones una ventaja competitiva. La manufactura esbelta logra eliminar los desperdicios y con ello generar una reducción de costos, la manufactura sustentable reduce o elimina la utilización de recursos naturales y también con ello logra una reducción de costos y en consecuencia se obtiene ventaja competitiva.

Zarta Ávila (2018) menciona que la sustentabilidad involucra diversos aspectos muy importantes los cuales se relacionan con el medio ambiente, con la parte social y económica, el termino de sustentabilidad nos facilita entender que estamos ante un mundo con recursos naturales escasos y necesidades ilimitadas, en una población siempre creciente por lo cual minimizar los desperdicios en las industrias es de vital importancia. Cortés Mura, H.G., & Peña Reyes (2015) mencionan que el desarrollo sustentable es un concepto que ha cobrado fuerza en

los últimos años, esto ha dado como resultado que se ha prestado para ser interpretado y aplicado de maneras diversas.

Según el criterio de otros autores como Miranda & Toirac (2010), Monge, Cruz, & López (2014) y Rincón de Parra (2001) el concepto de sustentabilidad aplicado a las organizaciones adquiere un significado relacionado con la productividad que las obliga a ser gestoras permanentes de todos los recursos de la empresa. En este punto se ha llegado a la conclusión de que la integración las prácticas Lean-Green responden a la necesidad de eliminar desperdicios y reducir impactos ambientales generados de los actuales sistemas de producción, construyendo una sinergia que potencia desempeño operativo y sostenibilidad en las industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali. Se busca medir e impulsar estos esfuerzos de integración mediante la implementación del modelo integrador que incluye indicadores centrados en capacitación, evaluaciones del uso de recursos, eficiencia energética, emisiones, iniciativas y auditorías.

6.5 La Ecología industrial ante el entorno de mejora y adaptación

Según González et al. (2015) la manufactura moderna transita hacia un enfoque más sincronizado: no basta con producir más, sino con producir lo planificado, de forma eficiente y con personal motivado, en un entorno cambiante y adaptable a los cambios constantes.

La ecología industrial según Torre-marín et al. (2009) la establecen como un área de conocimiento que busca que los sistemas industriales tengan un comportamiento similar al de los ecosistemas naturales, impulsando las interacciones que deben de existir entre economía, ambiente y sociedad e incrementando la eficiencia de los procesos industriales y por ende la productividad de las organizaciones, es así que el objetivo final al que tiende la ecología industrial, es garantizar el desarrollo sustentable a cualquier nivel ya sea global, regional o local, relacionando a sus tres aspectos de la sustentabilidad.

En la actualidad las industrias se enfrentan día a día con el reto de sobrevivir debido a las crecientes necesidades materiales y a la escasez de recursos naturales, es aquí donde la sustentabilidad toma un papel clave como estrategia global, apoyada en otras formas de trabajar como lo son la manufactura esbelta, que es una filosofía de mejora continua japonesa, buscando

siempre el bienestar social, económico y ambiental, logrando con esto impactos positivos en los niveles de productividad de las industrias. Por otra parte al tener un gran conocimiento sobre indicadores para evaluar a las industrias se debe tomar muy en cuenta el aspecto social dentro de la sustentabilidad ya que se recomienda estandarizar categorías y actores en evaluación social del ciclo de vida (Norris, Traverso, Neugebauer, & Ekener, 2020).

Además al implementar estas prácticas Lean y sustentables, las industrias logran una mayor capacidad de adaptación ante fluctuaciones en la demanda y otras condiciones del mercado lo que conlleva a lograr un sistema de producción flexible adaptable a las necesidades cambiantes logrando incrementar los niveles de productividad de las organizaciones que los implementan (Guzmán, Juárez del Toro, & Molina Morejón, 2024).

Torre-marín (2009) comenta que la ecología industrial se puede usar como una alternativa bajo la cual, los sistemas de producción se convierten en ciclos cerrados buscando imitar el comportamiento de los ecosistemas naturales esto con el objetivo de garantizar el desarrollo sustentable a cualquier nivel, logrando relacionar e impulsar las interacciones entre los sectores económico, ambiental y social, estos autores así como los resultados obtenidos de este modelo para integrar las prácticas Lean y sustentables para elevar la productividad en las industrias manufactureras de Mexicali utiliza muchas y variadas herramientas y métodos que permiten analizar y fomentar las interacciones e interrelaciones existentes entre los sistemas industriales y también otras que se desarrollan al interior de una sola empresa o sistema, evidenciando la importancia de la implementación de la sustentabilidad como apoyo en la productividad industrial.

Norris, Traverso, Neugebauer, & Ekener (2020) proponen estandarizar categorías y actores en evaluación social del ciclo de vida, dichas recomendaciones fueron consideradas en este modelo propuesto en este trabajo.

6.6 La resistencia al cambio y cultura organizacional obstáculo hacia la ecología industrial

Si bien los beneficios de las prácticas Lean y sustentables son claros, se debe de considerar que existen desafíos asociados a su implementación según lo hacen ver López et al. (2021) los cuales

advierten que la resistencia al cambio, la necesidad de una inversión inicial significativa y la capacitación constante de los empleados son algunos de los obstáculos más comunes.

Las empresas que implementan sistemas de gestión basados en inteligencia empresarial logran una mejor toma de decisiones, lo que les permite reaccionar rápidamente ante cambios del mercado y mejorar su rendimiento general. Esto es fundamental en un mundo industrial que se encuentra en constante actualización y en el que la velocidad de adaptación es un factor clave para la supervivencia y el crecimiento de las organizaciones (Jensen, Seerup Hass, Seam Akbar, Holm Petersen , & Jokar Arsanjani, 2020).

La flexibilidad es uno de los mayores beneficios de la combinación de prácticas Lean y sustentables. Guzmán, Juárez del Toro, & Molina Morejón (2024) argumentan que, al implementar estas prácticas, las industrias logran una mayor capacidad de adaptación ante fluctuaciones en la demanda y otras condiciones del mercado. Este tipo de adaptabilidad es especialmente relevante en un entorno global cada vez más dinámico, donde la capacidad de reaccionar rápidamente a cambios puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso.

Por lo que este modelo integrador contiene la subcategoría dentro de las prácticas Lean sobre la resistencia al cambio donde se busca conocer la situación de los colaboradores con respecto a los cambios en los sistemas que se van presentando y una manera de evaluar es a través de indicadores como evaluaciones de productividad (calificación anual), confusión sobre manufactura esbelta, programas, cursos y capacitaciones sobre manufactura esbelta (número por año), así como la minimización de desperdicios e inventarios, el conocimiento del % promedio al año de desperdicio y el % promedio al año de reducción de desperdicios e inventarios.

La implementación Lean efectiva en la manufactura depende tanto de la formación y cultura organizacional como del uso correcto de herramientas Lean según lo menciona Tejada (2011) y de acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo coincidimos en que una buena implementación de estas herramientas dirigen hacia el logro de la madurez en las organizaciones que las implementan. Por otra parte, los indicadores propuestos en las prácticas Lean del modelo propuesto en este trabajo ofrecen una ruta clara para monitorear el progreso humano en

capacitación, clima organizacional, resistencias a los cambios y operacional, así como en la reducción de tiempos y eficiencia operativa la combinación de estos permite construir una transformación sólida, medible y sostenible en las empresas que logran estas implementaciones simultaneas.

El modelo integrador debe focalizar el cambio hacia la resistencia al cambio y la cultura organizacional a fin de fomentar la ecología industrial adecuadamente. Donde autores como Badii et al. (2017) señalan que fomentar la participación activa de los empleados en programas de mejora continua podría fortalecer la comunicación interna para aumentar la satisfacción laboral son estrategias viables para combatir la resistencia al cambio.

6.7 Hallazgos en la sustentabilidad y su integración con productividad y manufactura esbelta en el análisis comparativo entre empresas

En los resultados presentados en el capítulo anterior se logra observar que las organizaciones presentan áreas de oportunidad de mejora en las diferentes prácticas y sus conexiones. Estos se analizan a partir de la Tabla 21 *Percentiles por categoría* y de la Gráfica 25 *Comparativo entre empresas participantes*.

6.7.1 Hallazgos en la sustentabilidad

Partiendo de lo indicado (Tabla 22 *Percentiles por categoría* y de la Gráfica 25 *Comparativo entre empresas participantes*), la industria I2 presentan percentiles más altos de implementación en las diferentes categorías, aunque en las prácticas sustentables tiene aún un área de oportunidad de un 23%, en general presenta esta empresa un buen conocimiento de las prácticas. Se identificó que un enfoque equilibrado que integre las personas, los procesos y los indicadores permite consolidar una transformación Lean eficiente, rentable y duradera dirigida hacia sistemas de producción más eficientes y limpios. Esto requiere transparencia, medición rigurosa, liderazgo estratégico y esquemas participativos que alineen a las personas y empresas con los objetivos de sustentabilidad.

Como lo afirman Testa, et al. (2021) la sostenibilidad industrial es más que una necesidad ambiental; es una oportunidad para redefinir los procesos productivos, aumentar la

competitividad y posicionarse como líderes en innovación tecnológica. Se identificó en este proyecto que los avances en tecnologías limpias, la eficiencia energética y la producción de bajo impacto ambiental son factores fundamentales que permiten que las industrias de Mexicali den el siguiente paso hacia la sostenibilidad.

Es importante también mencionar que el cumplimiento normativo ya es una obligación para las empresas ya que las regulaciones ambientales son cada vez más estrictas, por lo que adoptar prácticas sostenibles evita sanciones y mejora la reputación de las empresas, lo que resulta en la atracción de clientes y socios da como resultado que cada vez más consumidores y empresas prefieran marcas comprometidas con el medio ambiente. La innovación y ventaja competitiva al adoptar procesos ecológicos estos fomentan la innovación y mejora la posición en el mercado.

6.7.2 Hallazgos en la sustentabilidad y su integración con productividad

En la industria I6 es posible observar que en las prácticas sustentables, en la conexión Lean con productividad así como en las prácticas de productividad se presenta la mayor área de oportunidad de mejora para esta empresa se le hicieron algunas recomendaciones como en la evaluación de las prácticas sustentables se obtuvo solo un 8% para lograr incrementar se recomienda realizar un ACV de los productos clave para identificar y mitigar sus impactos ambientales en todas las etapas del ciclo de vida, adoptar principios de ecodiseño, considerando materiales reciclables y de bajo impacto ambiental, y evaluando su impacto antes de integrarlos en los productos. Para las prácticas de productividad se obtuvo un 8% para lograr el incremento de estos porcentajes se proponen las siguientes acciones: implementar estudios periódicos de capacidad de producción utilizando simulaciones de eventos discretos para identificar cuellos de botella y mejorar la eficiencia.

La implementación de prácticas sustentables y esbeltas no solo cumple con los objetivos ambientales, sino que también contribuye a una mayor eficiencia operativa, lo que está directamente relacionado con el aumento de la productividad, al mudar del cambio hacia procesos sustentables mejora la competitividad de las empresas al permitirles reducir sus costos operativos y aumentar la flexibilidad de sus operaciones (Baumgartner & Rauter, 2017).

Empresas como la identificada como I10 presenta niveles de implementación similares en las prácticas sustentables, en la conexión Green y productividad y en la conexión Lean y Green dejando como una mayor área de oportunidad de mejora para las prácticas de productividad y las prácticas Lean lo que indica que la implementación de dichas prácticas de manera individual presenta barreras.

Además, la eficiencia en el uso de recursos, como energía, agua y materias primas, es esencial en la reducción de costos operativos y la mejora de la rentabilidad. Fernández et al. (2020) afirman que las industrias que implementan prácticas sustentables logran no solo un mejor uso de los recursos, sino también un impacto positivo en la calidad de los productos y en la satisfacción del cliente, lo cual aumenta la competitividad en mercados internacionales, lo cual fue evidente en los resultados obtenidos en la industria I8 y la industria I11 donde sus resultados de los percentiles en las prácticas sustentables fueron los más altos de todas las empresas participantes en este estudio.

Los autores Miller & J., & Standridge, C. (2010) destacan que las prácticas sustentables están profundamente conectadas con la mejora de la eficiencia operativa, esto debido que al eliminar las actividades que no generan valor, las empresas pueden optimizar sus procesos productivos, reduciendo tiempos de ciclo y costos, lo que se traduce en un aumento de la productividad. Además, la integración de la sostenibilidad en los procesos de producción permite a las empresas cumplir con los estándares internacionales y generar una imagen positiva frente a los consumidores, lo que potencia aún más su competitividad.

6.7.3 Hallazgos en la sustentabilidad y su integración con manufactura esbelta

La evidencia presentada en esta investigación sugiere que la implementación de prácticas Lean y sustentables genera un impacto positivo en la calidad, la eficiencia y la reducción de costos. En un contexto competitivo, las empresas que adoptan estas prácticas tienen la capacidad de ajustar sus procesos de manera más ágil, respondiendo rápidamente a los cambios del mercado. Además, la reducción de residuos no solo tiene un impacto positivo en el medio ambiente, sino que también representa una oportunidad para generar valor, de acuerdo a los resultados obtenidos de

esta investigación presentados en el capítulo anterior se observó que las industrias que aplican estos enfoques pueden ver mejoras sustanciales en su rentabilidad y competitividad.

La combinación de prácticas Lean y sustentables no solo mejora la flexibilidad operativa, sino que también optimiza el uso de los recursos, lo que permite una reducción de costos y una mayor eficiencia en el uso de materias primas y energía. Esta sinergia de prácticas permite a las empresas mantener bajos sus costos operativos mientras logran ser más competitivas, lo que a su vez aumenta su rentabilidad.

Si bien los beneficios de las prácticas Lean y sustentables son claros, también existen desafíos asociados a su implementación. López et al. (2021) advierten que la resistencia al cambio, la necesidad de una inversión inicial significativa y la capacitación constante de los empleados son algunos de los obstáculos más comunes. Sin embargo, estos desafíos pueden superarse mediante un compromiso fuerte de la dirección, un enfoque claro en los objetivos estratégicos y la capacitación continua de los trabajadores como se reflejó en los resultados de la I9 y I10 para las prácticas Lean así como la I6 y la I13 para las prácticas sustentables.

Las industrias manufactureras pueden obtener grandes beneficios al implementar prácticas sustentables y Lean, ya que ambas estrategias están diseñadas para optimizar recursos, reducir costos y mejorar la eficiencia operativa lo que dirige a elevar los niveles de productividad en las empresas que las implementan. Algunos de los beneficios de las prácticas sustentables en la manufactura son la reducción de costos a través de minimizar el desperdicio de materiales y energía lo que logra reducir gastos a largo plazo.

Los beneficios se ven reflejados en la eficiencia y reducción de desperdicios ya que elimina actividades que no agregan valor, reduciendo tiempos de producción y costos innecesarios, se logra la optimización de procesos mejorando la calidad del producto y reduciendo defectos, evitando reprocesos y pérdidas económicas. Impacta logrando mayor satisfacción del cliente al producir más rápido y con mejor calidad, se logra un servicio más eficiente y competitivo.

CAPÍTULO VII Conclusiones y Recomendaciones

Esta investigación y modelo tuvo la intención de proporcionar a las industrias y a los lectores una mejor comprensión de las prácticas Lean y sustentables, ayudando a diseñar estrategias de una manera más eficaz para mejorar la sustentabilidad de sus organizaciones. Este trabajo motivara y alentara a las industrias a avanzar hacia la mejora continua de sus procesos enfocados en la aplicación de prácticas Lean y sustentables para lograr aumentos en la productividad de sus organizaciones.

La implementación de las prácticas Lean y sustentables son más beneficiosas cuando las empresas están involucradas y comprometidas en entornos competitivos ya que son organizaciones que se encuentran en una búsqueda constante de estrategias que puedan adoptar e implementar para avanzar hacia la mejora, el crecimiento y la supervivencia en un mundo industrial que se encuentra en constante movimiento y actualización.

En esta investigación se encontró que existe relación entre las prácticas Lean y sustentables con el crecimiento de la productividad en la industria aplicada como caso de estudio, la aplicación del modelo demostró que es posible lograr aumentos de la productividad en el área donde fue implementado.

La implementación de prácticas Lean y sustentables debe ir acompañada de un enfoque estratégico basado en inteligencia empresarial. La recopilación y análisis de datos sobre el rendimiento de los procesos es crucial para ajustar las operaciones y mantener la competitividad, por lo que la relación positiva entre la mejora continua, la eficiencia operativa y la sostenibilidad se ve fortalecida cuando las empresas tienen acceso a información clave sobre su desempeño, lo que les permite tomar decisiones informadas y basadas en datos reales.

Fue posible concretar que las implementaciones de prácticas Lean y sustentables coadyuvan para generar un sistema de mejora continua y eliminación de todo tipo de residuos en los eslabones de las cadenas de producción lo que conlleva a mejorar la calidad, reducir costos y agregar valor para los clientes. La estrategia de una producción sustentable es un paradigma que se centra en el

impacto que esta tiene en la eliminación de residuos relacionados con el agua, energía, aire, así como en los residuos sólidos peligrosos.

Las prácticas Lean y sustentables funcionan bien cuando se enfocan en identificar y eliminar las actividades sin valor agregado y los esfuerzos de mejora ambiental van de la mano con la identificación de oportunidades de mejora, las prácticas Lean permite identificar fácilmente dichas oportunidades.

La relación positiva existente entre las prácticas es el resultado de la capacidad que tienen las organizaciones para ajustar su rendimiento empresarial a través del uso de inteligencia empresarial e información relacionada con sus indicadores clave de rendimiento, lo que le permite seguir siendo competitivos, el utilizar la inteligencia de negocios está relacionada con su ventaja competitiva que permite la organización mejorar su desempeño laboral. La clave sistemática para el éxito de una organización es concentrarse en los objetivos estratégicos.

Algunos de los beneficios encontrados en esta investigación es una mayor flexibilidad en los procesos ya que facilita la adaptación a cambios en la demanda y nuevas oportunidades, de esta manera logra un impacto positivo en la productividad esto se logra al combinar sustentabilidad y Lean, las industrias manufactureras logran un mejor uso de recursos lo que conlleva a que se consuma menos materia prima y energía, reduciendo costos operativos.

El lograr implementar las prácticas y sus conexiones en las industrias coadyuva en lograr procesos más ágiles, menos desperdicio y mayor eficiencia generan tiempos de producción más cortos. Impactan en el aumento en la rentabilidad lo que significa menos costos y mayor eficiencia y resultan en mayores márgenes de ganancia.

Mejora el clima laboral, los trabajadores desempeñaran sus actividades en ambientes más eficientes y sostenibles ya que tienen mayor satisfacción y productividad. Adoptar las diferentes prácticas aquí presentadas no solo mejora la rentabilidad, sino que crea un impacto positivo en la empresa y en el entorno.

Aprender a ver y eliminar el desperdicio es una piedra angular de las iniciativas y prácticas Lean, sobre las prácticas sustentables, se logra identificar que los desechos ambientales pueden generar enormes costos para las organizaciones, estos costos pueden incluir desde la materia prima hasta los costos de las actividades y maquinarias concernientes en el uso de los recursos.

El modelo trabajado a lo largo de esta investigación proporciono estrategias para la implementación de las prácticas Lean y sustentables en las industrias como una herramienta para incorporar consideraciones ambientales para mejorar los resultados de productividad en área, línea de producción o en las organizaciones donde el modelo sea implementado y que agrega valor a la organización.

El modelo funciona como una herramienta útil para las empresas que desean mejorar sus productos o procesos lo que les va a permitir permanecer en el mercado, crecer y ser más competitivos. Su aplicación es sencilla ya que permite adaptarse a las necesidades de la industria donde el modelo sea aplicado e involucra a todos los niveles de la organización dependiendo del área o proceso a mejorar.

Lo importante para lograr los éxitos esperados en la aplicación de este modelo es definir de manera precisa y exacta el área a mejorar, definiendo claramente los problemas a solucionar, y en función de estos estructurar el plan de acción a seguir definiendo objetivos claros, actividades, responsables y los indicadores del modelo que permitan evaluar el proceso de mejora todo esto dentro de un periodo determinado y bien definido.

La implementación de las prácticas Lean y sustentables en el caso de estudio indico que implementados de forma simultánea logran aumentar los niveles de productividad, reducir desperdicios, reducir defectos, ahorrar tiempo y por ende costos.

Las industrias que ejecutan las prácticas Lean y sustentables tienen la oportunidad de obtener un mayor valor comercial al aprender a ver, identificar y eliminar los desperdicios incluyendo los ambientales. Los desechos ambientales como la contaminación y las materias primas desperdiciadas impactan en la sociedad y pueden acarrear grandes cargas financieras, crear

peligros para la salud de los trabajadores, así como su seguridad y permite a las organizaciones evitar riesgos derivados del incumplimiento de los requisitos normativos y como descubrir nuevas formas de mejorar el desempeño operativo y ambiental.

Una empresa familiarizada con Lean comprenderá fácilmente la sustentabilidad según se observó con los resultados obtenidos en esta investigación, así como que las empresas que implementen las prácticas Lean y sustentables tienen la oportunidad de obtener un mayor valor comercial al aprender a ver, identificar y eliminar los desperdicios incluyendo los ambientales.

Las empresas deben comportarse de manera que minimicen las externalidades negativas y logren maximizar los beneficios para las comunidades en las que operan y para las empresas mismas, la correcta implementación de las prácticas Lean conjugadas con las prácticas sustentables están reflejando impactos positivos en los niveles de productividad de las empresas que las implementan como parte de sus actividades cotidianas.

Al momento de que las industrias optimizan sus recursos en los procesos de producción se reducen los costos innecesarios que tiempo atrás solían estar destinados a actividades que no proporcionaban beneficios a la empresa considerados gastos y reflejándose en la economía de la organización.

Con el modelo propuesto se logra principalmente el desarrollar una filosofía de reducción de desperdicios a través de la mejora del sistema aplicando algunas de las herramientas Lean, dando como consecuencia y resultado que la organización logre convertir sus actividades de producción en procesos más limpios y contar con una considerable reducción en el impacto al medio ambiente en el desarrollo de los procesos.

Los resultados de cualquier mejora de procesos dentro de la empresa pueden lograr ser sostenibles y sin variación significativa a través del tiempo, con la implementación del modelo adjuntado a la ayuda de ciertas metodologías y herramientas como son las herramientas de Lean, las prácticas sustentables y Lean logran ayudar a crear mejoras de carácter 'verde', sustentables y

eficientes reflejándose en impactos favorables enfocados hacia aumentos en la productividad de la organización que las implemente.

En la literatura no fue posible encontrar información acerca de una secuencia de pasos para implementar prácticas de sustentabilidad en conjunto con Lean así como tampoco hay evidencia de algún modelo de integración y/o vinculación como el planteado en esta investigación, lo cual ayudará a las industrias manufactureras de la ciudad de Mexicali a realizar procesos de mejora continua enfocado a incrementar sus niveles de productividad empleando prácticas Lean y sustentables mientras se contribuye a la sostenibilidad del país. Los aportes generados en la implementación de dicho modelo de integración están direccionados a generar impactos positivos en tres direcciones de manera simultánea, estos factores el considerados son el interior de la empresa así como su entorno y las entidades, personas y organizaciones que forman parte de la organización del ciclo de vida del producto o del servicio, lo cual impacta no solo a la empresa que lo implemente también apoya en el desarrollo sostenible del país, esto debido a que hasta hoy en día la implementación de las prácticas en conjunto Lean y de sustentabilidad no cuentan con una filosofía integradora que contenga los tres factores anteriormente mencionados.

La incorporación de prácticas Lean y sustentables en las industrias manufactureras representa una estrategia clave para mejorar significativamente los niveles de productividad y competitividad. Las prácticas Lean, centradas en la eliminación de desperdicios, la optimización de recursos y la mejora continua, permiten que los procesos productivos se realicen de manera más eficiente, reduciendo tiempos muertos, costos innecesarios y errores. Esto genera una cadena de valor más ágil y flexible, capaz de adaptarse rápidamente a las demandas del mercado, incrementando la capacidad de respuesta y la calidad del producto final.

Por otro lado, las prácticas sustentables implican un uso responsable y eficiente de los recursos naturales, energéticos y materiales, promoviendo la reducción de emisiones contaminantes y residuos industriales. Este enfoque no solo contribuye a la preservación del medio ambiente, sino que también favorece la reducción de costos a largo plazo, al minimizar el consumo energético y de materias primas, y mejorar la gestión de residuos. Además, las empresas que adoptan

prácticas sustentables pueden acceder a nuevos mercados y mejorar su reputación corporativa, aspectos cada vez más valorados por consumidores y socios comerciales.

La combinación de Lean y sustentabilidad crea un sistema productivo robusto que fomenta la innovación y la excelencia operativa, al integrar la eficiencia económica con la responsabilidad ambiental y social. Esta integración es vital para alcanzar un desarrollo industrial sostenible, donde el aumento de la productividad no se logra a costa de la degradación ambiental o el agotamiento de recursos, sino que se sustenta en prácticas que aseguran la viabilidad a largo plazo de la empresa y del entorno en el que opera.

A largo plazo, las oportunidades para las industrias de Mexicali son vastas, pero el paso hacia la sostenibilidad no solo mejora la competitividad de las empresas, sino que también puede generar un impacto positivo en la comunidad y en el medio ambiente, posicionando a las industrias de la región como líderes en sostenibilidad y eficiencia productiva.

En conclusión, las industrias manufactureras que implementan prácticas Lean y sustentables logran no solo mejorar sus indicadores de productividad, sino también construir un modelo de negocio competitivo y responsable. Esto les permite optimizar procesos, reducir costos, mejorar la calidad y velocidad de producción, y al mismo tiempo, minimizar impactos negativos en el medio ambiente, contribuyendo a un desarrollo industrial que equilibra crecimiento económico con bienestar social y ambiental. Por lo tanto, estas prácticas no deben verse como un gasto o una obligación, sino como una inversión estratégica indispensable para el éxito y la sostenibilidad a largo plazo de la industria manufacturera.

La combinación de prácticas Lean y sustentables ofrece un camino claro hacia una mayor eficiencia, competitividad y rentabilidad para las industrias de Mexicali. Si bien existen desafíos asociados con su implementación, las oportunidades que presentan para la mejora continua y la adaptación a un entorno global dinámico son significativas.

Al adoptar estas prácticas, las empresas no solo lograrán una mayor eficiencia operativa, sino que también contribuirán al desarrollo de una industria más responsable y sostenible, lo que les permitirá mantenerse competitivas y ser pioneras en la Revolución Industrial Sustentable.

Referencias bibliográficas

- Abraham, L., Alturria, L., Fonzar, A., Ceresa, A., & Arnes, E. (2014). Sustainability indicators proposal for vine production in Mendoza, Argentina. *Revista De La Facultad De Ciencias Agrarias*, 46(1), 161–180.
- Aguilar Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud En Tabasco*, 2–7. <https://doi.org/ISSN:1405-2091>
- Aguirre Alvarez, Y. A. (2014). *Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes*. 145. <http://www.bdigital.unal.edu.co/48916/Alves&Alves2015>. (n.d.).
- Badii, M. (2004). Desarrollo sustentable: fundamentos, perspectivas y limitaciones. *Innovaciones de Negocios*, 1(2), 199–227.
- Badii, M., Guillen, A., & Abreu, J. L. (2017). La industria y el desarrollo sostenible. *Estrategias*, 11(21), 7. <https://doi.org/10.16925/es.v11i21.679>
- Baumgartner, R. & Rauter, R. (2022). *Lean and Sustainability in Industrial Practices*. Industrial Sustainability Review.
- Benites Gutierrez, L. A., Espinosa Mosqueda, R., & Buchelli Perales, J. (2016). *El impacto de la manufactura esbelta sustentable y las tecnologías de información y comunicación en la cadena de suministro para mejorar las ventajas competitivas de las pyme del sector manufactura*. 85–112.
- Brown, F., & Brown, F. (2004). *Evolución de la productividad en la industria mexicana: Una aplicación con el método de Malmquist*. April 2015.
- Calvente, A. (2007). El concepto moderno de sustentabilidad. *Universidad Abierta Interamericana*, 1–7. <https://doi.org/UAIS-SDS-100-002>
- Calvente, A. M. (2007). El concepto moderno de sustentabilidad. *Universidad Abierta* (Alvarez, 2015)*Interamericana*, 1–7.
- Cancino, M., Capelo, M. C., Carrasquero, MaríaTeresa Morales, F., Reyes, E., Rivera, M., & Shea, E. (2011). *Hacerlo mejor*.
- Carbajal, A., & Gary, K. (2019). *Modelo Lean-Green en el proceso de producción dentro de la industria de confecciones textiles de lencería*. <http://hdl.handle.net/10757/626171>
- Cardozo, E. R., Rodríguez, C., & Guaita, W. (2011). Las Pequeñas y Medianas Empresas Agroalimentarias en Venezuela y el Desarrollo Sustentable: Enfoque basado en los Principios de Manufactura Esbelta. *Información Tecnológica*, 22(5), 39–48. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642011000500006>
- Carro-Suárez, J., Sarmiento-Paredes, S., & Rosano-Ortega, G. (2017). La cultura organizacional y su influencia en la sustentabilidad empresarial. La importancia de la cultura en la sustentabilidad empresarial. *Estudios Gerenciales*, 33(145), 352–365. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2017.11.006>
- Carro Suárez, J., Reyes Guerra, B., Rosano Ortega, G., Garnica González, J., & Pérez Armendáriz, B. (2017). Modelo De Desarrollo Sustentable Para La Industria De Recubrimientos Cerámicos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(1), 131–139. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.01.12>
- Celina Oviedo, H., & Campos Arias, A. (2016). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572–580. <http://www.redalyc.org/pdf/806/80634409.pdf>
<http://www.redalyc.org/pdf/806/806508>

39004.pdf

- Chipana Alarcón, A., & Gallardo Torres, M. (2011). *Implementacion Metodologia PHVE Mejora Continua utilizando la empresa TAMASI S.A.C.*
- Contreras Soto, Ricardo; Aguilar Rascón, O. C. (2012). Desarrollo sostenible (semblanza histórica). *Revista Del Centro de Investigacion*, 10(37), 101–121.
- Cortés Mura, H.G., & Peña Reyes, J. I. (2015). De la sostenibilidad a la sustentabilidad. Modelo de desarrollo sustentable para su implementación en políticas y proyectos. *EAN-Revista Escuela de Administración de Negocios*, 78, 40–54.
- Costa, F., Lispi, L., Staudacher, A. P., Rossini, M., Kundu, K., & Cifone, F. D. (2019). How to foster Sustainable Continuous Improvement: A cause-effect relations map of Lean soft practices. *Operations Research Perspectives*, 6(December 2018), 100091. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2018.100091>
- Davoodi, T. (2019). *Exploring the Determinants of Residential Satisfaction in Historic Urban Quarters : Towards Sustainability of the Walled City Famagusta , North Cyprus.*
- Diaz-Elsayed, N., Jondral, A., Greinacher, S., Dornfeld, D., & Lanza, G. (2013). Assessment of and Green strategies by simulation of manufacturing systems in discrete production environments. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 62(1), 475–478. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2013.03.066>
- Díaz Bautista, A., & Sáenz Castro, J. E. (2002). Productividad total factorial y el crecimiento económico en México. *Economía y Desarrollo*, 1(1), 105–180. <http://orion.oac.uci.edu/~adiabau%5Cnhttp://190.242.127.162/revista/M/ocho.pdf>
- Díaz Gonzalez, E. (2006). La productividad total de los factores en la industria eléctrica y electrónica entre los países de la OCDE y la industria maquiladora en el norte de México. *Revista Analisis Economico*, XXI.
- Dinas Garay, J. A., Franco Cicedo, P., & Rivera Cadavid, L. (2009). *Manufacturing learning*. 109–144.
- Domínguez Aguirre, H. (2011). *Seminario de Manufactura Sustentable Notas de la Sesión 3 Manufactura Verde Introducción a la Manufactura Verde.*
- Dufresne, J., et al. (2021). *Leading the Sustainable Industrial Revolution: A Global Perspective*. Journal of Industrial Innovation.
- Enshassi, A., Arain, F., & El-rayyes, Y. (2014). *Post-evaluation System in Construction Projects in Gaza*. 19(2), 51–73.
- Escobar, D. L. (2007). El desarrollo sustentable en México (1980-2007). *Revista Digital Universitaria*, 13. <http://www.revista.unam.mx/vol.9/num3/art14/art14.pdf>
- Espin Carbonell, F. (2013). Técnica Smed. Reducción Del Tiempo Preparación. *3 Ciencias*, 5–6.
- Fernández, J., et al. (2020). *Sustainability in Manufacturing: Impact on Productivity*. Journal of Cleaner Production, 250, 119.
- Francisco Javier, B., & Gaytán Alfaro, É. D. (2011). Concentración de las industrias manufactureras en México: El caso de Zacatecas. *Frontera Norte*, 23(45), 67–96.
- Gamboa-graus, M. E. (2017). *ESCALAS DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS ESTADÍSTICOS APLICADOS A LA INVESTIGACION EDUCATIVA*. October.
- García-García, J. A., Reding-Bernal, A., & López-Alvarenga, J. C. (2013). Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investigación En Educación Médica*, 2(8), 217–224. [https://doi.org/10.1016/s2007-5057\(13\)72715-7](https://doi.org/10.1016/s2007-5057(13)72715-7)

- García P., M., Quispe A., C., & Páez G., L. (2003). *Mejora continua de la calidad en los procesos*. 6(6), 89–94.
- Gascón, A. de la H. (2006). Introducción a la madurez organizacional. *Indivisa*, 7, 81–113.
- Giannasi, E. (2012). Desperdicios en la producción. *INTI - Instituto Nacional De Tecnología Industrial*, 2, 8–10. [http://www.uic.org.ar/Archivos/Revista/File/Desperdicios de la producción- Ef. Em..pdf](http://www.uic.org.ar/Archivos/Revista/File/Desperdicios%20de%20la%20producci3n-20Ef.20Em..pdf)
- Gibaja, F., & Zárate, A. (2014). *Propuesta de un modelo de éxito en el planeamiento y control de la producción basado en la consolidación de la filosofía JIT utilizando como herramientas SMED, Compras JIT y Kan ban y en las buenas prácticas ingenieriles, para ser aplicado en las MyPes de*. 369.
- Gligo, N. (2001). La dimensión ambiental en el desarrollo de América Latina. *Cepal*, 265.
- Gómez Contreras, J. L. (2014). Del desarrollo sostenible a la sostenibilidad ambiental. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 22(1), 115–136.
- Gómez Martínez, M., Jaramillo García, J. J., Luna Ceballos, Y., Martínez Valencia, A., Velásquez Zapata, M. A., & Vásquez Trespalcacios, E. M. (2012). Ruido industrial: efectos en la salud de los trabajadores expuestos. *Revista CES Salud Pública*, 3(2), 174–183. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4163349&info=resumen&idioma=POR>
- González Alonso, J., & Pazmiño Santacruz, M. (2015). Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. *Revista Publicando*, 2(2), 62–67.
- González, C. J., Zizaldrá, I., & Mercado, P. (2015). Sustentabilidad Organizacional en Pymes familiares Restauranteras de La Jonquera en Cataluña , España. *Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 24, 80–98.
- González Correa, F. (2007). Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas. *Revista Panorama Administrativo*, 1(2), 85–112.
- Han-ching, C., & Nae-sheng, W. (2014). *The Assignment of Scores Procedure for Ordinal Categorical Data*. 2014.
- Hernández Laos, E. (2002). *La productividad en México. Origen y distribución, 1960-2002*. 7–22.
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing*.
- Hernández, M. & Ortega, J. (2024). *Lean Manufacturing and Flexible Production Systems*. International Journal of Production Economics.
- Hitomi, E. & Lantelme, E. (2005). Os Novos Horizontes Da Gestão: Aprendizagem Organizacional E Competências. *Revista de Administração Contemporânea*, 175–176.
- Ibarra Cisneros, M., González Torres, L., & Demuner Flores, M. de R. (2017). Competitividad empresarial de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de Baja California. *Estudios Fronterizos*, 18(35), 107–130. <https://doi.org/10.21670/ref.2017.35.a06>
- Jaca, C., Suárez-Barraza, M. F., Viles-Díez, E., Mateo-Dueñas, R., & Santos-García, J. (2011). Encuesta de sostenibilidad de sistemas de mejora continua: Comparativa de dos comunidades industriales de España y México. *Intangible Capital*, 7(1), 143–169. <https://doi.org/10.3926/ic.2011.v7n1.p143-169>
- Jaca García, C., Dueñas, R. M., Tanco Rainusso, M., Viles Diez, E., & Santos García, J. (2010). Sostenibilidad de los sistemas de mejora continua en la industria: Encuesta en la Comunidad Autónoma Vasca y Navarra. *Intangible Capital*, 6(1), 51–77. <https://doi.org/10.3926/ic.2010.v6n1.p51-77>

- Jensen, M. & Petersen, S. (2020). *The Role of Business Intelligence in and Sustainable Practices*. Business & Economics Journal.
- Jowwad, M. S., & Kumar Gupta, S. (2019). *Quantitative Study of Quality Factors using Relative Importance Index Method in Construction Projects*. October, 0–6.
- Juárez, I. L. S., & Brid, J. C. M. (2016). The challenge of economic growth in Mexico. Manufacturing industries and industrial policy. *Revista Finanzas y Política Económica*, 8(2), 271–299. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2016.8.2.4>
- Khan, S. & Ali, M. (2021). *Improving Operational Efficiency with Lean and Green Approaches*. International Journal of Industrial Engineering.
- Kassem, M. A., Khoiry, M. A., & Hamzah, N. (2020). *Using Relative Importance Index Method for Developing Risk Map in Oil and Gas Construction Projects Using Relative Importance Index Method for Developing Risk Map in Oil and Gas Construction Projects*. 32(August). [https://doi.org/10.17576/jkukm-2020-32\(3\)-09](https://doi.org/10.17576/jkukm-2020-32(3)-09)
- Ledesma, R., Molina Ibañez, G., & Valero Mora, P. (2002). Análisis de consistencia interna mediante Alfa de Cronbach: un programa basado en gráficos dinámicos. *Psico-USF*, 3(7600), 143–152. <https://doi.org/10.1590/S1413-82712002000200003>
- Leong, W. D., Lam, H. L., Ng, W. P. Q., Lim, C. H., Tan, C. P., & Ponnambalam, S. G. (2019). Lean and Green Manufacturing—a Review on its Applications and Impacts. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 3(1), 5–23. <https://doi.org/10.1007/s41660-019-00082-x>
- Lewis, M. A. (2000). Lean production and sustainable competitive advantage. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(8), 959–978. <https://doi.org/10.1108/01443570010332971>
- Lopez, F. & Chiarini, A. (2021). *Lean Manufacturing: Principles and Practices in Sustainable Industries*. Springer.
- López, E., et al. (2021). *Challenges and Opportunities of Sustainable Practices in the Industry*. Sustainability Journal, 13(12), 1123.
- Magalhaes, J. M. (2010). *Los 7 desperdicios de la manufactura esbelta*.
- Mahecha Pardo, L. M. (2018). PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE PANADERÍA DE GATE GOURMET COLOMBIA UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING PARA DISMINUIR LOS DESPERDICIOS. *UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA*, 2, 227–249.
- Martínez Miranda, A., & Vazquez Rojas, A. M. (2015). *La industria manufacturera en México : una revisión bibliográfica sobre productividad , eficiencia y cambio tecnológico Introducción*.
- Marulanda Grisales, N., González Gaitán, H. H., & León, G. E. (2017). Caracterización de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing: Estudio de caso en algunas empresas colombianas. *Poliantea*, 12(22), 39. <https://doi.org/10.15765/plnt.v12i22.994>
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: Un estado de la cuestión. *Revista Electronica de Investigacion Educativa*, 20(1), 38–47. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>
- Mendez Lugo, B. (1995). La micro y pequeña industria y los retos de la globalización en

- México. In *Centro de estudios mexicanos y centroamericanos* (pp. 219–232).
- Mendez Neiza, O. A., & Palacio Jaramillo, H. A. (2009). *Propuesta de mejoramiento de la productividad bajo las herramientas de.*
- Mendoza, J. (2018). *Alfa de Cronbach — Psicometría con R - Juan Bosco Mendoza Vega - Medium.* <https://medium.com/@jboscomendoza/alfa-de-cronbach-psicometría-con-r-55d3154806cf>
- Mercado, A., & Córdova, K. (2005a). Desarrollo sustentable - industria: más controversias menos respuestas. *Ambiente & Sociedad*, 8(1), 27–50. <https://doi.org/10.1590/s1414-753x2005000100003>
- Mercado, A., & Córdova, K. (2005b). Desarrollo sustentable - industria: más controversias menos respuestas. *Ambiente & Sociedad*, 8, 27–50. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2005000100003>
- Miller, G., Pawloski, J., & Standridge, C. (2010). A case study of Lean, sustainable manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 3(1), 11–32. <https://doi.org/10.3926/jiem.2010.v3n1.p11-32>
- Miranda, J., & Toirac, L. (2010). Indicadores de Productividad para la Industria Dominicana. *Ciencia y Sociedad*, XXXV(2), 235–290.
- Mircioiu, C., & Atkinson, J. (2017). *A Comparison of Parametric and Non-Parametric Methods Applied to a Likert Scale.* 1–12. <https://doi.org/10.3390/pharmacy5020026>
- Mishra, M. N. (2018). Identify critical success factors to implement integrated Green and Lean Six Sigma. *International Journal of Lean Six Sigma*, December 2018. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2017-0076>
- Molano, M. J. (2012). *Propuestas para incrementar la productividad laboral en México.*
- Monge, C., Cruz, J & López, F. (2013). Impacto de herramientas de mejora en la eficiencia operacional y responsabilidad ambiental en plantas de manufactura de Mexico. *Mercados y Negocios*, 14(2), 187–205. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000400003>
- Monge, C. (2015). *Nivel de desempeño en manufactura esbelta , manufactura sustentable y mejora continua en plantas de manufactura medianas y grandes de México : un análisis comparativo.* 53–69.
- Monge, C., Cruz, J., & López, F. (2013). Impacto de la manufactura esbelta, manufactura sustentable y mejora continua en la eficiencia operacional y responsabilidad ambiental en México. *Informacion Tecnologica*, 24(4), 15–32. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000400003>
- Morales Sandoval, C., & Macias Arce, A. (2014). *Productividad La medición de la productividad a nivel de las empresas , así como de las cadenas productivas , resulta ser una condición necesaria para la evaluación de su desempeño , la innovación y la definición de sus estrategias empresariales.* 8, 41–49.
- Muhwezi, L., Acai, J., & Otim, G. (2014). *An Assessment of the Factors Causing Delays on Building Construction Projects in Uganda.* 3(1), 13–23. <https://doi.org/10.5923/j.ijcem.20140301.02>
- Murray, J. (2016). *Likert Data : What to Use , Parametric or Non-Parametric ? Likert Data : What to Use , Parametric or Non-Parametric ? May.*
- Müller, R., et al. (2022). *Lean and Sustainability Integration: Synergies and Challenges.* *International Journal of Sustainability*, 15(3), 153.

- Nabi, R., Karimi, D., Senkubuge, F., & Hongoro, C. (2020). *An Investigation of Healthcare Professionals ' Motivation in Public and Mission Hospitals in Meru.*
- Navarro Chávez, J. C., & Ayvar Campos, F. J. (2008). *Evolución de la Competitividad y la Productividad del Sector Manufacturero México – Estados Unidos.* 31–51.
- Niño Navarrete, Á., & Olave Triana, C. (2004). *Modelo De Aplicación De Herramientas De Manufactura Esbelta Desde El Desarrollo Y Mejoramiento De La Calidad En El Sistema De Producción De Americana De Colchones.* 1–226.
- Norman, G. (2010). *Likert scales, levels of measurement and the “laws” of statistics.* 625–632. <https://doi.org/10.1007/s10459-010-9222-y>
- Ogundipe, K. E., Olaniran, H. F., Ajao, A. M., & Ogunbayo, B. F. (2018). *ASSESSING THE IMPACT OF QUALITY SUPERVISION ON CONSTRUCTION OPERATIVES ' PROJECT DELIVERY IN.* 9(9), 426–439.
- Oosterhuis, H. E. M. (2017). *Regression-based norming for psychological tests and questionnaires (PhD dissertation).* april, 145.
- Pampanelli, A. B., Found, P., & Bernardes, A. M. (2014). A Lean & Green Model for a production cell. *Journal of Cleaner Production,* 85, 19–30. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.014>
- Pérez Estrada, A., & Paz Martínez, E. (2016). Eco-eficiencia en la fabricación de piezas de repuesto: un estudio de caso. *Ingeniería Industrial,* 37(3), 231–243.
- Perez Gaona, O. (2009). *Tecnológico de estudios superiores del oriente del estado de México.*
- Porrás Blanco, M. (2017). KPI ' s ¿ Qué son , para qué sirven y por qué y cómo utilizarlos ? *NeoAttack.*
- Román Sánchez, A. I., Gisbert López, M. C., & Blaya Salvador, I. (2005). *IMPLANTACIÓN DE UN PROCESO DE MEJORA CONTINUA (PDCA) EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA.* 200–214.
- Roshan, M. (2016). *PERFORMANCE MEASUREMENT OF RESIDENTIAL PROJECTS IN INDIA : A BALANCED SCORECARD APPROACH.* 7(6), 698–706.
- Salcedo Guzman, M. P., San Martin Reboloso, F., & Barber Kuri, C. M. (2010). *E . m . .*
- Sánchez Corona, Ana Laura; Medina León, Silvia Vanessa; López Guerrero, A., & Navarro González, C. R. (2015). Obstáculos en la implementación del pensamiento Lean en industrias de Mexicali, B.C. *Academia Journals Celaya 2015,* 28(4), 5247–5446.
- Sanchez Corona, A. L. (2016). *Evaluación de madurez Lean en organizaciones de la ciudad de la ciudad de Mexicali B.C.*
- Sanchez Corona, A. L., Medina Leon, S. V., Lopez Guerrero, A., & Navarro Gonzalez, C. R. (2015). *Obstaculos en la implementacion del pensamiento Lean en industrias de la ciudad de Mexicali, B.C.*
- Sánchez Díaz, M. (2013). *Indicadores: SEGUIMIENTO DE LA GESTIÓN EN LA EMPRESA.* 1–29.
- Sanz, J., Gutierrez, S., Gesteira, C., & Garcia-Vera, M. P. (2013). CRITERIOS Y BAREMOS PARA INTERPRETAR LAS PUNTUACIONES EN LA ADAPTACIÓN ESPAÑOLA DEL “INVENTARIO DE DEPRESIÓN DE BECK-II” (BDI- II) CRITERIA. *Journal of Petrology,* 369(1), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Sarandón, S. J. (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. *Agroecología: El Camino Para Una Agricultura Sustentable,* 393–414. <http://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2010/10/SARANDON-cap-20-Sustentabilidad.pdf>
- Solórzano Rodríguez, C. (2002). Diseño de indicadores de sustentabilidad por cuencas

- hidrográficas. *Instituto Nacional de Ecología.*, 22.
http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/ind_sust.pdf
- Sotil Ureta, R., Urbina Cruz, L., & Villavicencio Cardenas, J. (2014). *Agregando Valor en una Planta Procesadora de Lácteos*. 2, 256–280.
- Tejada, S. A. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los Sistemas Productivos. *Ciencia y Sociedad*, XXXVI, 36.
- Torre-marín, C., Granados, G. S., Herrera, R. R., & Martínez, G. R. (2009). Ecología industrial y desarrollo sustentable Industrial ecology and sustainable development. *Symbiosis*, 1, 63–70.
- Vacco, D. L. (2012). *Organizational Culture Under the Sanctuary Model: a Descriptive Study*.
- Vásquez Aguilar, J., Aguirre Mayorga, H. S., & Fuquene Retamoso, C. (2016). Desarrollo de modelos de ecoeficiencia en pequeñas y medianas empresas. *The 8th International Conference on Production Research - Americas, July 2016*, 8.
- Vázquez Rojas, A. M., & González Gómez, D. X. (2018). Un análisis de la productividad manufacturera de México entre 1988 y 2013 / An analysis of Mexico's manufacturing productivity between 1988 and 2013. *RICEA Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración*, 7(13), 69–94. <https://doi.org/10.23913/ricea.v7i13.112>
- Vega Roco, S. E., & Favier, J. L. (2017). *Resumen Prácticamente todas las organizaciones reconocen la importancia de otorgar un alto nivel de satisfacción a sus clientes . Sin embargo , la manera en la que las mismas abordan este enfoque tiene un impacto más directo en la rentabilidad de la empre.*
- Velásquez de Naime Yngrid, Rodríguez Monoy Carlos, G. W. . (2012). Modelo de los factores que afectan la productividad. *XVI Congreso de Ingeniería de Organización*, 847–854.
- Vera Ferrer, O. (1989). *Tendencias de la productividad en México: la concepción de las empresas*.
- Verrier, B., Rose, B., & Caillaud, E. (2016). Lean and Green strategy: The Lean and Green House and maturity deployment model. *Journal of Cleaner Production*, 116(March 2016), 150–156. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.022>
- von Geibler, J., Kristof, K., & Bienge, K. (2010). Sustainability assessment of entire forest value chains: Integrating stakeholder perspectives and indicators in decision support tools. *Ecological Modelling*, 221(18), 2206–2214. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.03.022>
- Wilches, M., Cabarcas, C., & Rubiela, J. (2013). Aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta para el mejoramiento de la cadena de valor de una línea de producción de sillas para oficina. *Revista*, 11(1), 11.
- (T., 2000) (T., 2000)Zarta Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, 28, 409–423. <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>
- Zhan, Y., Tan, K. H., Ji, G., Chung, L., & Chiu, A. S. F. (2018). Green and Lean sustainable development path in China: Guanxi, practices and performance. *Resources, Conservation and Recycling*, 128, 240–249. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.02.006>
- Zhang, Y., Khan, S. A. R., Kumar, A., Golpîra, H., Sharif, A., Sanz, J., Gutierrez, S., Gesteira, C., Garcia-Vera, M. P., Martinez, P., Montoya, B., & Marquez, S. (2019). CRITERIOS Y BAREMOS PARA INTERPRETAR LAS PUNTUACIONES EN LA ADAPTACIÓN ESPAÑOLA DEL “INVENTARIO DE DEPRESIÓN DE BECK-II” (BDI- II) CRITERIA. *XV Congreso Internacional de Investigación En Ciencias Administrativas*, 369(1), 158–166. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

ANEXOS

Anexo F.1.1 Fichas de estrategias de trabajo hacia Prácticas Lean

En la categoría de prácticas Lean, se desarrollaron 2 fichas de estrategias de trabajo hacia las subcategorías de Resistencia al cambio y Confusión sobre Manufactura Esbelta presentadas en la tabla F.1.1 llamada ficha de estrategias enfocadas en la resistencia al cambio y F.1.2 denominada ficha de estrategias encaminadas hacia la confusión sobre manufactura esbelta. Estas fichas de estrategias representan recomendaciones de trabajo hacia fortalecer la categoría Lean y subcategorías.

A partir de los resultados obtenidos se generarán recomendaciones y reportes para cada empresa, basándose en las siguientes 14 fichas de estrategias de trabajo realizadas por subcategoría, las cuales son presentadas a continuación.

Tabla F.1.1 Ficha de estrategias hacia resistencia al cambio

Categoría:	Prácticas Lean
Sub-categoría:	Resistencia al cambio
CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCATEGORÍA:	La resistencia al cambio es uno de los mayores obstáculos en cualquier proceso de transformación empresarial. Según Kotter (1996), la resistencia al cambio se puede superar mediante un liderazgo claro, la creación de una visión compartida y la construcción de un sentido de urgencia.
Estrategias de trabajo:	<p>Comunicación abierta y continua: Realizar sesiones informativas para compartir la visión y beneficios de la manufactura esbelta. Según Kotter, "una comunicación efectiva es clave para ganar el apoyo de los empleados".</p> <p>Entrenamiento y desarrollo: Implementar programas de capacitación sobre los beneficios del cambio y cómo este afectará positivamente a cada nivel de la organización. La formación puede reducir la incertidumbre y aumentar la confianza en el proceso (Beer & Nohria, 2000).</p> <p>Liderazgo transformacional: Los líderes deben ser los primeros en adoptar el cambio, demostrando compromiso y dedicación. Esto motivará a los empleados a seguir el mismo camino.</p> <p>Buscar que las decisiones sean tomadas por evidencias: Según Bonabeau (2003), los ejecutivos que al momento de tomar una decisión confían mayormente en su instinto que en hechos, figuras o análisis son más del 45%; y esta tendencia aumenta mientras más complicados y complejos se presenten los hechos.</p>

Hacer solo los cambios necesarios y útiles: Esto facilitará que los trabajadores asimilen y entiendan los objetivos de la empresa.
Trabajar bajo estrategia: que lleve a la evolución positiva de los cambios requeridos por la organización ya que la resistencia al cambio produce que los ajustes estratégicos y estructurales de la organización en sus procedimientos críticos sean difíciles, costosos, riesgosos y consuman tiempo, según Rumelt (1995).
Manejo de la resistencia al cambio: Una resistencia al cambio manejada adecuadamente puede crear un clima de confianza, apertura y honestidad; al buscar conciliar las fuerzas de resistencia con las del cambio (Maurer, 1996).
Barrera para el cambio organizacional: Considerar que la barrera para el cambio organizacional no está en la tecnología ni en los procesos, sino en las personas; y la nombra como “resistencia al cambio” (Appelbaum, 1998).
Adaptabilidad: La falta de adaptabilidad de los trabajadores o resistencia al cambio (Saavedra Herrera, 2017).

INDICADORES:
<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de empleados que han participado en las capacitaciones. • Encuesta de clima organizacional que evalúe el nivel de aceptación del cambio. • Número de resistencias activas identificadas y gestionadas.

Tabla F.1.2 Ficha de confusión sobre manufactura esbelta

Categoría:	Prácticas Lean
Sub-categoría:	Confusión sobre Manufactura Esbelta
CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCATEGORÍA:	<p>Implantar una filosofía de mejora continua que permita a la compañía reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad, implementando el uso de herramientas, las organizaciones pueden no tener claro estas ventajas ni cómo implementar las diferentes herramientas.</p> <p>Tiene como objetivo optimizar los procesos, eliminar desperdicios y mejorar la eficiencia, pero su implementación requiere una comprensión clara de sus principios. Según Womack y Jones (1996), una de las mayores barreras en su adopción es la falta de comprensión de sus principios y herramientas.</p>
Estrategias de trabajo:	Capacitación profunda y constante: Implementar programas de formación y talleres prácticos sobre los principios de la manufactura esbelta (5S, Kaizen, JIT, Mapa de Valor, etc.). A través de la manufactura esbelta lograr mejoras que conlleven nuevos hábitos y nuevas habilidades impartiendo cursos e involucrando a todos los niveles jerárquicos de la organización (Monge,

2015).

Casos prácticos internos: Desarrollar proyectos piloto dentro de la empresa, donde los empleados puedan aplicar directamente lo aprendido. Womack y Jones (2001) sugieren que la mejor forma de aprender es haciendo. Evidenciar como la manufactura esbelta tiene una influencia significativa, positiva y directa en el logro de ventajas competitivas del negocio por medio de registros de las mejoras implementadas.

Monitoreo y soporte continuo: Tener un equipo de expertos internos o consultores para guiar a la organización a lo largo del proceso. Cuando se realicen eventos kaizen tener cuidado de que estén bien organizados, con objetivos definidos y enfocados en resultados, procurar que los gerentes y altos mandos estén involucrados para asegurar que los objetivos y resultados son entendidos por los altos mandos de la organización (Estrada Crespo, 2009).

Adaptación: La manufactura esbelta es diferente al pensamiento tradicional occidental las organizaciones y su administración tendrán ciertas dificultades para adaptarse, buscar estrategias que minimice su adaptación, buscando involucrar e incitar la participación de la alta gerencia en los proyectos y cambios (Estrada Crespo, 2009).

INDICADORES:

- Porcentaje de empleados que completan las capacitaciones.
- Número de proyectos piloto de manufactura esbelta implementados con éxito.
- Reducción de tiempos de ciclo o mejora en la eficiencia de procesos en áreas piloto.

Anexo F.2 Ficha de estrategias de trabajo hacia la Conexión entre Lean y productividad

En la siguiente tabla F.2.1 se presenta la ficha de recomendación que corresponde a la sub categoría de minimización de desperdicios e inventarios correspondiente a la categoría de conexión entre Lean y productividad.

Tabla F.2.1 Ficha de conexión Lean y productividad

Categoría:	Conexión entre Lean y productividad
Sub-categoría:	Minimización de desperdicios e inventarios
CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCATEGORÍA:	Al material perdido como a la ejecución de trabajo innecesario se le conoce como desperdicio, esto ocasiona costos adicionales y no agrega valor al producto. En consecuencia, el fundamento del concepto de desperdicio está relacionado con el hecho de originar costos y no generar valor, también se llama desperdicio a un residuo no aprovechado.
Estrategias de trabajo:	<p>Cambio de mentalidad y actitud: Trabajar en cambiar la mentalidad y actitud, así como encaminar las actividades hacia un buen liderazgo y administración logrando la participación de los trabajadores, enfoque integrado, herramientas y técnicas. Lewis, Michael A. (2000). Realizar ejercicios y actividades sobre cambios de mentalidad y administración de recursos para lograr la participación e involucramiento de los trabajadores de los distintos niveles jerárquicos. (Villegas et al. 2011).</p> <p>Implementación de modelos y programas: Implementar modelos de gestión que contemple cuatro fases: planeación, organización, dirección y control. (Blázquez et al. 2012), así como la implementación de programas donde la compañía sea capaz de reciclar y tratar de reutilizar esta materia prima para la comercialización de un subproducto que permita generar beneficios económicos para la compañía. (Gutiérrez Rubí, 2015).</p> <p>Capacitación sobre Lean y los 7 desperdicios: Implementar entrenamientos sobre los 7 desperdicios de Lean y sensibilización sobre el impacto de los desperdicios en costos, eficiencia y sustentabilidad.</p> <p>Implementación de métricas y visualización de inventarios: Utilizar herramientas como Value Stream Mapping (VSM) para identificar desperdicios y oportunidades de mejora (Zahrotun & Taufiq, 2018). Fomentar el acceso a indicadores de inventario y desperdicios en tiempo real para todos los colaboradores (Silambi & Indiyanto, 2024).</p> <p>Estrategias de eliminación de desperdicios: Aplicación de Kaizen y mejora continua para reducir tiempos muertos y procesos innecesarios (Muri et al., 2019). Uso del método 5'S (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener) para reducir desperdicios en el área de</p>

producción (Natarajan et al., 2018).

Reducción de inventarios innecesarios: Implementación de un sistema Just In Time (JIT) para minimizar inventarios sin afectar la producción (Ouahabi, 2023). Uso de herramientas como Kanban para gestionar materiales y reducir excesos de stock (Chanarungruengkij & Saenthon, 2017).

Evaluación del impacto económico de los desperdicios: Implementar un sistema de cálculo de costos ocultos asociados a desperdicios e inventarios (Vamsi, 2019). Realizar reportes trimestrales de ahorro generado con Lean Manufacturing.

INDICADORES:

Porcentaje de desperdicio sobre producción total.

Número de desperdicios identificados y eliminados.

Tiempo improductivo (espera, defectos, retrabajos).

Índice de defectos.

Índice de rotación de inventarios.

Cumplimiento de producción Just In Time (JIT).

% de empleados capacitados en Lean.

Costo de desperdicio por unidad producida.

Anexo F.3 Ficha de estrategias de trabajo hacia la Conexión entre Lean y Green

A continuación, se muestra la ficha de recomendación que corresponde a la categoría de la conexión entre Lean y Green, esta categoría es una de las tres categorías conectoras presentadas en el modelo de integración, presentado en la tabla F.3.1 donde se muestra que esta conexión busca evaluar el costo-beneficio de la producción limpia y del ecodiseño.

Tabla F.3.1 Ficha de estrategias hacia Conexión entre Lean y Green

Categoría:	Conexión entre Lean y Green
Sub-categoría:	Conexión entre Lean y Green
CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCATEGORÍA:	Adoptar y combinar Lean con estrategias de fabricación Green para evaluar y mejorar su desempeño aplicando estrategias que les permitan a las organizaciones diferenciarse de sus competidores y ganar la confianza de los consumidores buscando un enfoque hacia una producción más limpia.
Estrategias de trabajo:	<p>Capacitación y Sensibilización en Lean-Green: Realizar sesiones de formación para directivos y operarios sobre la diferencia entre Lean y Green, y cómo pueden integrarse para maximizar la eficiencia y reducir el impacto ambiental (Dawood, 2017). Para que la organización sea esbelta y logre integrar prácticas ecológicas en sus estrategias tendría que centrarse en actividades de valor añadido. Por ejemplo, estrategias de prevención de la contaminación, como la mejora de procesos, el reciclaje, la recuperación de energía y el cambio de material son utilizados por organizaciones Lean para obtener el beneficio de la combinación Lean-Green (Anaya, 2019).</p> <p>Definición de Estrategias de Producción Green: Establecer objetivos claros de reducción de desperdicios, consumo de energía y emisiones contaminantes (Zhu et al., 2022). Evidenciar el potencial en la aplicación de métodos Lean y ecológicos que podrían utilizarse dentro de la empresa para enfatizar en los beneficios (Diaz-Elsayed, 2013).</p> <p>Evaluación del Impacto Ambiental de los Procesos: Implementar métricas de evaluación del ciclo de vida de los productos y su impacto ambiental (Abdullah & Dawood, 2019). Los gerentes no deben subestimar el impacto de la integración en la sociedad. Ya no basta con medir el impacto de cualquier decisión con valor económico únicamente (Anaya, 2019). Lograr la correcta integración de Green-Lean ya que es una herramienta de fuerte impacto para la obtención de lo que actualmente se conoce como “eco-advantage” (ventaja ecológica) a través de estrategias enfocadas en el cumplimiento de la implementación de las diferentes herramientas (Martínez, 2009).</p> <p>Creación de una Coordinación Medioambiental: Asignar un equipo encargado de asegurar el cumplimiento de normativas ambientales y optimizar procesos en alineación con Lean y Green (Bhattacharya et al., 2019).</p> <p>Implementación de Programas de Capacitación Internos: Diseñar programas de formación continua sobre metodologías Lean-Green para fomentar una cultura organizacional sostenible</p>

(Gaikwad & Sunnapwar, 2020). Lean tiende a facilitar la adopción de prácticas ambientales principalmente mediante involucrar a las personas y mejorar sus habilidades para la resolución de problemas (Donizeti et al. 2018).

INDICADORES:

- % de empleados capacitados en Lean y Green.
- % de trabajadores que pueden diferenciar Lean y Green.
- Consumo de energía por unidad producida (kWh/unidad).
- Reducción de desperdicios generados (%).
- Huella de carbono por unidad producida (kg CO₂/unidad).
- Número de iniciativas Lean-Green implementadas.
- Cantidad de auditorías ambientales realizadas en el año.

Anexo F.4 Ficha de estrategias de trabajo hacia prácticas sustentables

En la categoría de sustentabilidad, se desarrollaron 4 fichas de estrategias de trabajo hacia las subcategorías de evaluación del ciclo de vida de los productos, visión y evaluación del ecodiseño, aspectos sociales y aspectos ambientales o Green. Estas representan recomendaciones de trabajo hacia fortalecer esta categoría y subcategorías, dicha información se puede observar en la tabla F.4.1, F.4.2, F.4.3 y F.4.4.

Tabla F.4.1 Ficha de estrategias hacia Evaluación del ciclo de vida de los productos

Categoría:	Sustentabilidad
Sub-categoría:	Evaluación del ciclo de vida de los productos
CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCATEGORÍA:	El análisis del ciclo de vida (ACV) consiste en evaluar cada uno de los efectos ambientales generados a lo largo de la vida del producto, vale decir, desde las fuentes de recursos primarios, hasta el consumo y disposición final (hasta su “tumba”). Ello permite identificar los impactos sobre los diferentes compartimentos ambientales más allá de los límites de la planta productiva. Dichos impactos inducidos pueden, en muchos casos, ser de mayor relevancia que aquellos ocasionados directamente por el proceso de manufactura del producto.
Estrategias de trabajo:	<p>Realizar un ACV: En los productos clave para identificar y mitigar sus impactos ambientales en todas las etapas del ciclo de vida (Vargas, 2019), realizando una evaluación de impactos ambientales diversos de los productos fabricados y que deben ser tomados en consideración cuando se desea evaluar el efecto de un proceso y/o producto sobre el medio ambiente.</p> <p>Adoptar principios de ecodiseño: Se recomienda considerar materiales reciclables y de bajo impacto ambiental, y evaluando su impacto antes de integrarlos en los productos (Socarrás et al., 2018). Garantizar que los colaboradores comprendan los beneficios del ecodiseño y la sostenibilidad mediante programas de sensibilización y formación (Pache Durán, 2017).</p> <p>Optimización del Uso de Recursos y Producción Lean: Reducir el uso de papel, agua y energía mediante prácticas de eficiencia energética y procesos más limpios (Hernández & Alonso, 2018). Implementar Lean Manufacturing para reducir residuos, optimizar procesos y mejorar la eficiencia económica y ambiental (Martínez et al., 2018). Priorizar el uso de materiales reciclables y biodegradables para minimizar el impacto ambiental (Godínez et al., 2017). La optimización del proceso bajo criterios ambientales permitirá reducir los impactos negativos en todas las etapas del ciclo de vida del producto fabricado (Oscar Julián Sánchez et al. 2007).</p> <p>Fortalecimiento de la Cultura Organizacional y el Bienestar Social: Promover un ambiente laboral saludable mediante actividades recreativas y programas de bienestar para los empleados y sus familias (Ampuero et al., 2018). Implementar programas de desarrollo profesional y retención de talento para reducir la rotación de personal (Facal Santiago, 2019). Sensibilizar a los</p>

colaboradores sobre el impacto de los productos en la sociedad y su papel en la sostenibilidad (Mayor et al., 2019).

Selección Responsable de Proveedores y Materias Primas: Establecer criterios ambientales para seleccionar proveedores que cumplan con normas de sostenibilidad (Álvarez Cuesta, 2018). Producir productos que generan un menor impacto ambiental durante las diferentes etapas de su ciclo de vida y reconocidos a través de estándares con ISO 14 001 o ecoetiquetas (González Rodríguez, 2011).

INDICADORES:

- % de productos analizados mediante ACV.
- % de productos diseñados con materiales reciclables y biodegradables.
- Reducción del consumo de agua y energía.
- % de proveedores evaluados con criterios ambientales.
- Nivel de satisfacción de los empleados.
- Tasa de rotación de personal.
- Reducción de residuos generados en los procesos productivos.
- Reducción del tiempo de producción por unidad.
- Nivel de cumplimiento de las normativas ambientales.

Se muestra la ficha de recomendación en la tabla F.4.2 que corresponde a la subcategoría de visión y evaluación del ecodiseño correspondiente a la categoría de las prácticas de sustentabilidad, donde la característica principal es que el ecodiseño permite reducir la degradación de los ecosistemas, el impacto directo en la salud humana y el agotamiento de los recursos naturales y a su vez da un sentido de responsabilidad a las industrias manufactureras.

Tabla F.4.2 Ficha de estrategias hacia Visión y evaluación del ecodiseño

Categoría:	Sustentabilidad
Sub-categoría:	Visión y evaluación del ecodiseño
CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCATEGORÍA:	El ecodiseño permite reducir la degradación de los ecosistemas, el impacto directo en la salud humana y el agotamiento de los recursos naturales y a su vez da un sentido de responsabilidad a las industrias manufactureras. Busca fortalecer la visión estratégica y la capacidad de evaluación del ecodiseño en la empresa mediante acciones formativas, estructurales y de monitoreo continuo.

Estrategias de trabajo:

Introducir nuevas características: nuevas variables a la ecuación del diseño de aquello que usamos y consumimos para fomentar el ecodiseño (Félix Sanz Adán, 2014). Se propone aplicar la metodología *Eco Design Strategy Wheel* para tomar decisiones de diseño sostenible (Luttrupp & Lagerstedt, 2017).

Contemplar el ecodiseño desde la primera etapa: Integrar aspectos ambientales en la concepción y desarrollo de un producto con el objetivo de mejorar su calidad y a la vez reducir sus costos de fabricación a través de metodologías basadas en el estudio de todas las etapas de su vida (Félix Sanz Adán, 2014). Recomiendan integrar el ecodiseño en el modelo de negocio desde la planeación estratégica (Bocken et al., 2016).

Ser empresa Green: Al trabajar con ecodiseños en los productos la industria manufacturera se situará como una empresa Green lo que le dará una posición ventajosa en su nivel de competitividad, ahorro, productividad, rentabilidad e imagen (Zabaniotou, 2018). Considerar los aspectos del medio ambiente que se relacionan con un producto a lo largo de su ciclo de vida (González Madariaga, 2016).

Economía circular: El diseñar productos teniendo en cuenta el Medio Ambiente supone como primer y más directo beneficio, la reducción de los impactos ambientales del producto (Euzko 2000). Se recomienda la implementación de modelos de negocio circulares vinculados al ecodiseño (Tukker, 2015).

INDICADORES:

- % de personal técnico capacitado.
- N° de productos evaluados con ACV.
- N° de propuestas de rediseño implementadas.
- Frecuencia de reuniones del comité de ecodiseño.
- % de aplicación de ecodiseños en los productos.

Mejorar la visión y evaluación del ecodiseño requiere de un cambio cultural, estructural y operativo. Este plan busca sentar las bases para integrar sostenibilidad en el núcleo del proceso de diseño y desarrollo, con herramientas objetivas, formación específica y una estrategia clara. La implementación progresiva con indicadores claros permitirá verificar avances concretos hacia una empresa más ecológica, competitiva y resiliente.

En la siguiente tabla F.4.3 se presenta la ficha de recomendación que corresponde a la sub categoría de aspectos sociales correspondiente a la categoría de las prácticas de sustentabilidad, donde su característica principal es buscar la equidad social y mejorar la calidad de vida de la sociedad para resaltar la importancia de la participación de los colaboradores de la empresa y propiciar el aumento de las potencialidades y cualidades de las personas que componen la organización en la construcción de un futuro más justo.

Tabla F4.3 Ficha de estrategias hacia de aspectos sociales

Categoría:	Sustentabilidad
Sub-categoría:	Aspectos sociales

CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCATEGORÍA:	Busca la equidad social y mejorar la calidad de vida de la sociedad para resaltar la importancia de la participación de los colaboradores de la empresa y propiciar el aumento de las potencialidades y cualidades de las personas que componen la organización en la construcción de un futuro más justo. Fortalecer la dimensión social de la sustentabilidad en la empresa, mejorando el entorno laboral y garantizando el uso ético y responsable de insumos.
---	---

Estrategias de trabajo:	<p>Enfoque de las dimensiones: Propone ampliar el enfoque del Triple Bottom Line (las dimensiones de la sustentabilidad), integrando aspectos sociales en la medición del desempeño sostenible (Elkington, 2018).</p> <p>Economía del Donut o de la rosquilla: Trabajar en factores importantes como la cultura y la parte social, así como la económica, que buscan el beneficio de la empresa, trabajadores, clientes y sociedad (Solorzano et al., 2002). Implementar la economía donut que vincula límites ecológicos con fundamentos sociales mínimos, que se basa en la idea de que los sistemas económicos deben funcionar de tal manera que sean sostenibles tanto para las personas como para el planeta (Raworth, 2017).</p> <p>Reducción de rotación de personal: Demuestran que el bienestar laboral mejora la productividad y reduce la rotación de personal. Implementar instrumentos de medición de la satisfacción de los empleados para medir el porcentaje de rotación del personal, medir la cantidad de residuos generados por el personal (Wilkinson et al., 2020).</p> <p>Responsabilidad social: Considerar que la responsabilidad social es una obligación, compromiso o deber, que los individuos de toda sociedad personal o grupalmente tienen consigo mismos o bien con la sociedad en general. Esta responsabilidad social tiene una valoración tanto ética como legal, entre otras (Hellriegel, Jackson, & Slocum, 2009). Propiciar entre los colaboradores que la responsabilidad social es un valor que a todos por igual nos corresponde ejercer, no importa cuál sea el contexto en el que nos desarrollemos, siempre deberá ser un valor que nos lleve a relacionarnos con nosotros mismos, con los otros seres humanos y con el resto de la vida en el planeta de forma respetuosa, inclusiva, justa, y amorosa.</p> <p>Equilibrio para la sustentabilidad social: Subraya la importancia de ambientes laborales seguros, equitativos y participativos para la sustentabilidad (ILO, 2020).</p>
-------------------------	--

INDICADORES:	<ul style="list-style-type: none"> • % de insumos con trazabilidad ética verificada. • % de empleados satisfechos con el ambiente laboral. • Número de sesiones de capacitación en temas sociales. • Proveedores evaluados con criterios sociales.
--------------	--

En la siguiente tabla 4.4 se presenta la ficha de recomendación que corresponde a la sub categoría de aspectos ambientales o Green que es correspondiente a la categoría de las prácticas de sustentabilidad, donde su característica principal es trabajar bajo un proceso de producción

que no afecta el ambiente buscando adoptar medidas de eficiencia económica y ecológica que ofrezcan un ahorro y cuidado de recursos naturales.

Tabla F4.4 Ficha de estrategias hacia aspectos ambientales o Green

Categoría:	Sustentabilidad
Sub-categoría:	Aspectos ambientales o Green
CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCATEGORÍA:	Un proceso de producción Green es aquella que no afecta el ambiente buscando adoptar medidas de eficiencia económica y ecológica que ofrezcan un ahorro y cuidado de recursos naturales. Reducir el impacto ambiental de la empresa mediante una gestión eficiente y responsable de insumos y la promoción de una cultura ambiental en el ambiente laboral.
Estrategias de trabajo:	<p>Producción limpia: Propiciar la producción limpia para apoyar a el medio ambiente mediante la reducción o eliminación de materiales tóxicos, el uso de materias primas y procesos de fabricación más amigables con el medio ambiente y un ecodiseño, diseñando para el medio ambiente, para su reutilización, para su remanufactura y para su reciclabilidad (Donizeti et al., 2018).</p> <p>Análisis del Ciclo de Vida (ACV): Implementar como herramienta de análisis ambiental el ACV para evaluar insumos (Hauschild et al., 2018).</p> <p>Prácticas Green: Implementar prácticas Green para que empresa logre sus objetivos y beneficios reduciendo riesgos e impactos ambientales al tiempo que se mejora la eficiencia ecológica de la organización y sus colaboradores (Qinghua Zhu et al., 2007).</p> <p>Eficiencia y reducción de residuos: Establecer principios de construcción y operación sustentable centrados en eficiencia y reducción de residuos (Kibert, 2016).</p> <p>Economía circular: Vincular la economía circular con el rediseño de insumos y procesos hacia un menor impacto (Geissdoerfer et al., 2017).</p> <p>Compromiso en la implementación de prácticas Green: Lograr el compromiso en la implementación de prácticas Green en todos los niveles de la organización, así como el involucramiento de los proveedores buscando tengan prácticas que vayan acorde a la cultura de la empresa (Rudolf et al., 2011).</p>
INDICADORES:	<ul style="list-style-type: none"> • % de reducción en consumo de materiales críticos. • Número de trabajadores capacitados en prácticas ambientales. • % de residuos correctamente separados y reciclados. • Número de prácticas ecológicas implementadas en oficinas/planta. • Participación activa en campañas internas.

Anexo F.5 Ficha de estrategias hacia conexión Green y productividad

En la siguiente tabla F.5.1 se presenta la ficha de recomendación que corresponde a la sub categoría de aspectos económicos (ahorro y eficiencia de recursos) que es correspondiente a la categoría de conexión entre Green y productividad, donde su característica principal es el poder contribuir de forma positiva gestionando el impacto medioambiental de la empresa garantizando ahorro y eficiencia de recursos contribuyendo al aumento de los niveles de productividad de la organización.

Tabla F.5.1 Ficha de estrategias hacia aspectos económicos

Categoría:	Conexión entre Green y productividad
Sub-categoría:	Aspectos económicos (ahorro y eficiencia de recursos)
CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCATEGORÍA:	Contribuir de forma positiva gestionando el impacto medioambiental de la empresa garantizando ahorro y eficiencia de recursos contribuyendo al aumento de los niveles de productividad de la organización.
Estrategias de trabajo:	<p>Inversión en Equipos Eficientes: Modernizar la maquinaria con equipos que optimicen el consumo energético y reduzcan desperdicios (Russell, 2017).</p> <p>Conciencia ambiental y sus impactos: Promover la conciencia ambiental y sus impactos en la productividad de la organización, crear compromiso y concientizar a los colaboradores sobre el uso e impacto de los diferentes recursos por medio de cursos y capacitaciones (Morales Sandoval et al., 2014).</p> <p>Optimización de Procesos Productivos: Implementar metodologías como Lean Manufacturing para minimizar procesos innecesarios y reducir el uso de recursos (Marchi & Zanoni, 2017). Buscar estrategias que permitan el aumento de la competitividad e innovación en las empresas, su incremento representa un elemento diferenciador para alcanzar el éxito (Morales Sandoval et al., 2014).</p> <p>Reutilización y Reciclaje de Materiales: Integrar principios de economía circular en la producción, reutilizando subproductos y minimizando residuos (Berkel & Fadeeva, 2020).</p> <p>Implementación de Programas de Eficiencia Energética: Desarrollar e incentivar programas internos para el uso racional de la energía, incluyendo auditorías energéticas y capacitaciones al personal (Lovins, 2018). Desarrollar estrategias de sustentabilidad enfocadas hacia el aumento en los niveles de productividad (Rincón Parra, 2001).</p> <p>Uso de Energías Renovables: Explorar la viabilidad de instalar fuentes de energía renovable como paneles solares o biomasa para reducir costos operativos y dependencia de combustibles fósiles (Barzegar et al., 2020).</p>
INDICADORES:	

* % del incremento del beneficio económico.
* % de ingresos totales dedicados a la prevención y tratamiento de la contaminación.
*% de ingresos dedicados al consumo de energía.
*% de beneficio en repartición de utilidades.

Anexo F.6 Ficha de estrategias hacia prácticas productivas

En la siguiente tabla F.6.1 se presenta la ficha de recomendación que corresponde a la sub categoría de capacidad de producción correspondiente a la categoría de las prácticas de productividad, donde su característica principal es poder evaluar la capacidad que tiene una organización como unidad productiva para producir su máximo nivel de bienes con una serie de recursos disponibles.

Tabla F.6.1 Ficha de estrategias hacia capacidad de productividad

Categoría:	Productividad
Sub-categoría:	Capacidad de producción
CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCATEGORÍA:	La capacidad que tiene una organización como unidad productiva para producir su máximo nivel de bienes con una serie de recursos disponibles. Incrementar la capacidad de producción de la empresa a través de mejoras en procesos, uso de tecnologías, planeación de recursos y formación continua del personal.
Estrategias de trabajo:	<p>VSM: Mapeo de procesos con enfoque Lean para identificar cuellos de botella y desperdicios (Bicheno & Holweg, 2019).</p> <p>Estudios periódicos de capacidad usando simuladores: Implementar estudios periódicos de capacidad de producción utilizando simulaciones de eventos discretos para identificar cuellos de botella y mejorar la eficiencia (Peña Ariza & Jiménez, 2020).</p> <p>Manufactura digital: Plantean el uso de manufactura digital e Industria 4.0 para mejorar flexibilidad y capacidad, así como utilizar diferentes herramientas estadísticas para poder establecer métricas comparativas entre los porcentajes de las unidades producidas contra las planeadas (Mourtzis et al., 2016).</p> <p>Las industrias deben no solo realizar una valoración de la capacidad de sus procesos de producción, sino que deben tener en cuenta el resto de los procesos en que opera para una correcta evaluación de capacidad (Neyfe Sablón, 2017).</p> <p>Analizar el grado de utilización que se hace de los recursos disponibles y así tener la oportunidad de optimizarlos (German Lacaze, 2014).</p>
INDICADORES:	Comparación de % de unidades producidas con planeadas.

Anexo F.6.2 Ficha de estrategias hacia la relación entre horas trabajadas y producción

Se presenta en la siguiente tabla F.6.2 la ficha de recomendación que corresponde a la sub categoría de relación entre horas trabajadas y producción correspondiente a la categoría de las prácticas de productividad, donde su característica principal es buscar que el empleo deba ser bien remunerado, esto debido a que, si el salario es muy bajo, reducirá la demanda agregada y el empleo aumentando la rotación del personal y la productividad podría tender a disminuir.

Tabla F.6.2 Ficha de estrategias hacia la relación entre horas trabajadas y producción

Categoría:	Productividad
Sub-categoría:	Relación entre horas trabajadas y producción
CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCATEGORÍA:	El empleo deberá ser bien remunerado, ya que si el salario es muy bajo, reducirá la demanda agregada y el empleo aumentando la rotación del personal y la productividad podría tender a disminuir.
Estrategias de trabajo:	<p>Aquellas empresas que han establecido indicadores internos son más productivas que aquellas que no lo han hecho.</p> <p>Aplicar herramienta estadística para calcular y analizar la relación de horas trabajadas con producción (Rendón, 2017).</p>
INDICADORES:	<p>* Cálculo de rendimiento de mano de obra.</p> <p>* Cálculo del Índice de productividad laboral.</p>

Anexo F.6.3. Ficha de estrategias hacia cambios en la productividad

En la tabla F.6.3 se puede visualizar la información concerniente a la ficha asignada a la sub categoría de cambios en la producción que corresponde a la categoría de prácticas de productividad, en la cual su principal característica es resaltar que las industrias se han visto en la necesidad de hacer algunos ajustes para implementar mejoras productivas y organizacionales que les permitan elevar su productividad.

Tabla F.6.3 Ficha de estrategias hacia cambios en la productividad

Categoría:	Productividad
Sub-categoría:	Cambios en la productividad

CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCATEGORÍA:	Las industrias se han visto en la necesidad de hacer algunos ajustes para implementar mejoras productivas y organizacionales que les permitan elevar su productividad.
-------------------------------------	--

Estrategias de trabajo:	
	*Mentalidad y actitud, liderazgo y administración, participación de los trabajadores, enfoque integrado, herramientas y técnicas.
	*Hacer los cambios necesarios en los sistemas de producción para mejorar la eficiencia en todos los niveles en la productividad.
	*Usar modelos de referencia de los factores que afectan la productividad, contemplando la integración de las variables, gente, tecnología y dinero.

INDICADORES:	
	* % de reducción de costos.
	* % de aumento de ingresos.
	* % de mejoras en eficiencia operacional de equipo de máquinas y herramientas.

Anexo F.6.4 Ficha de estrategias hacia administración de tiempos y actividades

Es posible observar en la siguiente tabla F.6.4 donde se presenta la ficha de recomendación que corresponde a la sub categoría de administración de tiempos y actividades que pertenece a la categoría de productividad.

Tabla F.6.4. Ficha de estrategias hacia administración de tiempos y actividades

Categoría:	Productividad
Sub-categoría:	Administración de tiempos y actividades
Indicador:	*Medir el seguimiento a actividades (agregan o no valor), por medio de formatos, documentos, etc.

CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCATEGORÍA:	La eficiencia de una organización depende de la efectividad de sus procesos. Los problemas de procesos se reflejan en desperdicio de recursos, conflictos internos, pérdida de clientes y escasa capacidad competitiva.
-------------------------------------	---

Estrategias de trabajo:	Las industrias están comprometidas con los cambios para ser más competitivas y productivas (Michael A. Lewis, 2015).
	Las empresas logran aumentar su productividad a través de la reducción de los tiempos de entrega, los costos de material y personal, el aumento de la calidad (Sophie Anne, 2011).
	Implementar las herramientas Lean necesarias que ayuden eficazmente a mejorar la calidad, como la estandarización del trabajo, el programa de gestión de la calidad y el control de procesos (Nwanya, S. C., & Oko, A., 2019).

INDICADORES:	
	* % del uso de herramientas Lean.
	*Seguimiento a actividades (agregan o no valor), por medio de formatos, documentos, etc.

Anexo F.6.5 Ficha de estrategias hacia calidad de vida y satisfacción de clientes

Se puede visualizar en la siguiente tabla F.6.5 la ficha de recomendación que corresponde a la sub categoría de calidad de vida y satisfacción de clientes que pertenece a la categoría de productividad, su característica principal está enfocada en evidenciar que todo producto, proceso o servicio es mejorable, en base a una política de mejora continua que debe estar presente en cada integrante de la organización.

Tabla F.6.5 Ficha de estrategias hacia calidad de vida y satisfacción de clientes

Categoría:	Productividad
Sub-categoría:	Calidad de vida y satisfacción de clientes
Indicador:	Porcentaje de encuestas respondidas con NPS (puntuación neta del promotor)

CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCATEGORÍA:	Todo producto, proceso o servicio es mejorable, en base a una política de mejora continua que debe estar presente en cada integrante de la organización.
-------------------------------------	--

Estrategias de trabajo:	<p>Buscar mejores condiciones de trabajo y por ende la productividad se incrementará (Monge et al. 2013).</p> <p>Controlar los factores de la empresa, entre los cuales se encuentran: ausentismo, rotación de personal, ser empresas productivas es benéfico para las empresas, proponer estrategias para fomentar los valores organizacionales que se consideran que tiene mayor influencia en la productividad (Monge Carlos, 2015).</p> <p>Realizar la autoevaluación, esto con el fin de conocer la situación de partida de la empresa para poder evolucionar, detectar áreas de mejora, para crear el proyecto de mejora (García Calales et al., 2015).</p>
-------------------------	---

INDICADORES:	<p>* % de encuestas respondidas con NPS (puntuación neta del promotor).</p> <p>*Evaluación del bienestar físico y mental del trabajador.</p> <p>*Evaluación de satisfacción del personal.</p> <p>*Evaluación del entorno saludable y seguro.</p>
--------------	--

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia por todo el apoyo recibido a lo largo de estos años desde que este proyecto empezó los cuales jamás me soltaron la mano, a mis padres por siempre impulsarme a ser mejor cada día y a mi esposo por nunca dejarme caer, a mis directores de tesis Dr. Navarro y Dra. Samantha por todo el aprendizaje que en mi dejaron y ser inspiración para culminar este proceso, a mis amigos que sus ánimos jamás cesaron en especial a Mildrend quien fue una gran ayuda para mejorar esta investigación.