

ESCUELA DE POSGRADO NEWMAN

**MAESTRÍA EN
ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS**



**“Influencia de la ingeniería inversa en la innovación
industrial de las empresas del sector Metal Mecánico en
Cajamarca, 2022”**

**Tesis
para optar el Grado a Nombre de la Nación de:**

**Maestría en
Administración de Negocios**

Autor:
Bach. Roman Castro, Jorge Wilfredo

Docente Guía:
Mtro. Leo Rossi, Ernesto Alessandro

TACNA – PERÚ

2023

“El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del (los) autor (es)”

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se indica, en el capítulo I y II, que este estudio tiene la finalidad de mostrar la influencia que tiene la ingeniería inversa sobre la innovación. Esto se debe a que, los países con mayor número de innovaciones, como Suiza y otros, logran un mayor desarrollo económico.

Para que la ciudad de Cajamarca logre incrementar el número de innovaciones, sobre todo en el sector metalmecánica, es necesario que se emplee la ingeniería inversa conjuntamente con el sistema de gestión de innovación. Por esta razón es necesario determinar la influencia de la ingeniería inversa sobre la innovación, para determinar si se está disponiendo del correcto modelo de innovación y si el trabajo en conjunto de ambos modelos es mejor que el trabajo por separado de cada uno.

Las entrevistas a las personas claves de las empresas en la ciudad de Cajamarca, para resolver los cuestionarios, que les ayuden a lograr sus objetivos de estudio, se vio limitado, debido a que las empresas se encuentran esparcidas en toda la ciudad, al no existir un parque industrial que congregue al menos a las mayorías de las empresas.

Sin embargo, en el capítulo IV, se realizó la entrevista a los responsables de las empresas más representativas, por su tamaño y número de trabajadores; dando como resultado que, una gran cantidad de ellas desconocen el proceso de innovación o la herramienta de ingeniería inversa o; por lo contrario, no las emplean.

Finalmente, en el capítulo V se indica que la ingeniería inversa se puede incorporar conjuntamente con el sistema de gestión de innovación, convirtiendo a este, en un potente modelo de innovación, para alcanzar la producción aditiva.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

RESUMEN EJECUTIVO

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DE ESTUDIO	10
1. Título del tema	10
2. Planteamiento del problema	10
3. Formulación del problema	16
4. Hipótesis de la investigación	17
4.1 Hipótesis general	17
4.2 Hipótesis específicas	17
5. Objetivo de la investigación	18
5.1 Objetivo General	18
5.2 Objetivo Específico	18
6. Justificación	18
6.1 Metodología	21
6.1.1 Método de la ingeniería inversa	21
6.1.2 Método de innovación industrial	23
7. Metodología	26
7.1 Por su propósito	26
7.2 Según su profundidad	26
7.3 Por su naturaleza	26
7.4 Instrumentos	26
7.4.1 Observación directa	27
7.4.2 Entrevista	27
7.4.3 Materiales	27
8. Principales definiciones	28
9. Alcances y limitaciones	33
9.1 Factor tiempo	33
9.2 Factor económico	33
9.3 Complejidad de la naturaleza y la complejidad humana	33
10. Cronograma	33
CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO	35
11. Antecedentes de la investigación	35

11.1 Antecedentes internacionales.....	35
11.2 Antecedente nacional	39
11.3 Antecedente sectorial	41
12. Base teórica.....	44
12.1 Modelo de la variable independiente – Ingeniería Inversa.....	44
Situación actual	42
12.2 Modelos de la ingeniería inversa	45
a) Modelos de los factores de aplicación de ingeniería inversa en la industria. .	45
1. Método sin contacto.....	46
2. Método con contacto.	46
b) Modelo de sistema de ingeniería inversa basado en modelos de productos.	49
c) Modelo de ingeniería inversa de Rekoff.	50
d) Modelo de ingeniería inversa usando la secuencia de diseño.	52
e) Modelo de ingeniería inversa en el contexto de la ingeniería concurrente.	52
CONCLUSIONES.....	55
13. Modelos de innovación	56
13.1 Modelo del proceso de I+D+i (Para el sector industrial mecánico).....	56
13.2 Modelo dinámico	57
Modelo abierto.....	56
13.3 Modelo tecnológico.....	58
Modelo lineal de innovación	58
13.4 Modelo integrado.....	59
13.5 Modelo de red.....	60
CONCLUSIONES.....	62
CAPÍTULO III – MARCO REFERENCIAL	63
14. ANÁLISIS FODA DEL SECTOR METALMECÁNICA.....	72
14.1 FORTALEZAS	72
14.2 OPORTUNIDADES	72
14.3 DEBILIDADES.....	72
14.4 AMENAZAS.....	73
15. Estrategias: Matriz FODA.....	73
15.1 ESTRATEGIA FO.....	73
15.2 ESTRATEGIA DO	74

15.3 ESTRATEGIA FA	74
15.4 ESTRATEGIA DA.....	75
DIAGNOSTICO DEL SECTOR.....	75
ANÁLISIS CRITICO.....	77
CAPÍTULO IV – RESULTADOS	79
16. MARCO METODOLÓGICO.....	79
16.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	79
16.2 Población objeto de estudio.....	80
16.3 Determinación de la muestra.....	80
16.4 Instrumento (Cuestionario)	81
16.5 Evaluación de los resultados de los cuestionarios	82
16.6 Las herramientas utilizadas para encontrar ideas	82
16.7 Las etapas del proceso de innovación	85
16.8 Factores de aplicación de ingeniería inversa.....	87
17. Chi-cuadrado de Pearson.....	92
17.1 Cálculo del Chi-cuadrado de las Variables Ingeniería Inversa e Innovación	92
17.2 Hipótesis General	92
17.3 Cuadro de Contingencia.....	93
17.4 Cálculo de Chi-cuadrado crítico.....	94
18. Cálculo de Chi-cuadrado de la Variable Innovación vs. las Dimensiones de la Variable Ingeniería Inversa.....	95
18.1 Hipótesis Específicas.....	95
Resultado	98
CAPITULO V – SUGERENCIAS	101
Conclusiones	103
Bibliografía.....	104
Anexo 1 Cuestionario 1	109
Anexo 2 Instrumento de recolección de información de la ingeniería inversa	110
Anexo 3 Etapas del Proceso de Ingeniería Inversa.....	111
Anexo 4 Cuestionario 2	112
Anexo 5 Instrumento de recolección de información del modelo del proceso del I+D+i	113
Anexo 6 Gestión de innovación / Herramientas para identificar ideas.....	114

Anexo 7 Gestión de innovación / Etapas del modelo de innovación	115
---	-----

Índice de Tablas

Tabla 1 Técnica Empleada.....	27
Tabla 2 Materiales y Servicios	28
Tabla 3 Nociones principales de la ingeniería inversa.	29
Tabla 4 Desempeño Económico 2021.....	65
Tabla 5 Porcentaje empresarial metalmecánico en función al tamaño 2020.....	65
Tabla 6 Porcentaje de factorías según nivel geográfico.....	66
Tabla 7 Números de Empresas Exportadoras Según Sector y Tamaño.....	69
Tabla 8 Muestra.....	81

Índice de Figuras.

Figura 1 Modelo de factores de la aplicación ingeniería inversa en el sector industrial.	22
Figura 2 Modelo del Proceso I+D+i	24
Figura 3 Pilares de Industria 4.0	28
Figura 4 Gantt para el trabajo de tesis.....	34
Figura 5 Líderes mundiales de la innovación en 2022.....	36
Figura 6 Ingeniería inversa de piezas mecánicas.....	43
Figura 7 Configuración Típica de un sistema de Ingeniería Inversa.....	46
Figura 8 Técnica de Aplicación de Manufactura Aditiva.	47
Figura 9 Modelo con factores de la aplicación ingeniería inversa en el sector industrial.....	47
Figura 10 Base de Datos para Ingeniería Inversa.	50
Figura 11 Modelo de Rekoff para ingeniería Inversa.	51
Figura 12 Arquitectura de REV-ENGE.....	52
Figura 13 El proceso de ingeniería inversa.....	54
Figura 14 Modelo del Proceso I+D+i.....	56
Figura 15 Modelo de innovación abierta con énfasis en el potencial humano.....	57
Figura 16 Modelo Lineal del Proceso de Innovación.....	58
Figura 17 Modelo Lineal de la Innovación.....	59

Figura 18 Modelo de Innovación Tecnológico Integrado.....	60
Figura 19 Modelo de Red.....	61
Figura 20 La PEA en la Región de Cajamarca.....	66
Figura 21 Actividades Manufactureras de la Región de Cajamarca.....	68
Figura 22 Participación del Sector Metalmeccánico en el PBI Manufacturero (2019).	70
Figura 23 Producción Nacional de la Industria Metalmeccánica.....	71
Figura 24 Exportaciones de la Industria Metalmeccánica.	72
Figura 25 Herramienta para identificar ideas.....	83
Figura 26 Etapas de proceso de innovación.....	86
Figura 27 Factores de la ingeniería inversa.....	88
Figura 28 Ingeniería Inversa vs. Innovación.....	93
Figura 29 Cuadro de valores o frecuencias esperadas.....	94
Figura 30 Tabla de Chi-cuadrado calculado.....	94
Figura 31 Innovación vs. dimensiones de la Ingeniería Inversa.....	96
Figura 32 Fusión de modelos.....	100

RESUMEN EJECUTIVO

El desarrollo de un país está sujeto dentro de otras cosas en su capacidad de innovación, por tal motivo, el Perú necesita incrementar el grado de innovación en los diversos sectores para crecer económicamente y poder ofrecer un mayor nivel de vida a su población.

Por lo tanto, es importante que se determine la influencia de la ingeniería inversa en el proceso de la innovación, por tal motivo se realiza un estudio básico, transaccional descriptiva y de naturaleza cualitativa. Además, con la ayuda del test Chi-cuadrado de Pearson se comprueba la relación entre las variables de estudio, llegando a probarse la existencia de la relación entre ellas, obteniéndose un Chi-cuadrado calculado de 18.82 frente a un Chi-cuadrado crítico de 5.99.

Por tal motivo, se llegó a aceptar la hipótesis alternativa H_1 , en la que se confirma la relación entre las variables con grado de libertad de 2, y nivel de confianza de 0.05.

Con el empleo del test de Chi-cuadrado sobre los dos modelos de estudio presentados, uno de Ingeniería inversa y el otro de innovación, se verifica la relación de las dimensiones de la variable de ingeniería inversa frente a la variable innovación, mostrándose la relación e influencia de uno sobre el otro. En la prueba de Carl Pearson se obtuvo como valor más bajo el 6.13 y más alto el de 24.51 de Chi-cuadrado calculado, siendo ambos mayores que el Chi-cuadrado crítico, reafirmando lo dicho.

Con el empleo de cuestionarios tipo Likert se pudo comprobar el desconocimiento del empleo de las herramientas para innovar y el uso empírico de la ingeniería inversa por las empresas del sector metalmeccánica en la ciudad de Cajamarca, no haciendo que estos dos trabajen de tal manera que se potencien para un mejor resultado en el número de innovaciones para las industrias y en beneficio de la economía del país.

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DE ESTUDIO

1. Título del Tema

El título del tema es:

“Influencia de la Ingeniería Inversa en la Innovación Industrial de las Empresas del Sector Metal Mecánico en Cajamarca, 2022.”

2. Planteamiento del Problema

Según el grado de innovación que tenga un país se da a conocer la fortaleza de su economía, existen numerosas formas de que se puedan mantenerse informado de las últimas tendencias globales, una de ellas es con la revista: Índice Global de Innovación.

De manera global, la creatividad se ha convertido y considerado por la revista GLOBAL INNOVATION INDEX (GII, por su sigla en inglés), como un “Ingrediente importante para las economías innovadoras”, (Dutta et al., 2019); tan es así que, esta misma revista en su edición del año 2021 y que es publicado por WIPO (World Intellectual Property Organization), realizada conjuntamente con la Organización Mundial de la propiedad Intelectual (OMPI), La Escuela de Negocios INSEAD y la Universidad de Cornell; considera que:

“A nivel mundial, Suiza continúa siendo el país más innovador, seguido por Suecia, Estados Unidos, Reino Unido, Países Bajos y la República de Corea. En Latinoamérica, Chile (posición 53) lidera el grupo de los países más innovadores de la región, seguido por México (55), Costa Rica (56), Brasil (57), Uruguay (65) Colombia (67) y Perú (70). Las últimas posiciones de la región las ocupan, Ecuador (91) y Bolivia (104), (SNCI, 2021)”.

Este ranking, según BBVA (2022) es el resultado de 132 economías incluidas en el análisis, tomando en cuenta 81 indicadores obtenidos de diferentes fuentes para poder publicar los resultados de estos índices: líderes globales, inversiones en ciencia e innovación, impacto socioeconómico y otros más.

Para un inversionista es de suma importancia, refiere la BBVA (2022), conocer las tendencias del desarrollo económico mundial para poder participar en proyectos importantes o que gracias a su entorno y ubicación puedan estar orientadas al éxito.

La GII (2021), clasifica al Perú en el puesto 70 entre las 132 economías incluidas en sus estudios, siendo Chile con la ubicación 52 en el primer lugar como país más innovador de la región; además se coloca al Perú en el puesto 7 entre las 18 economías de Latinoamérica y El Caribe; también, lo sitúa al Perú en el puesto 19 entre las 34 economías del grupo de renta media alta.

En el resumen de las clasificaciones en las siete áreas realizadas en Índice Global de Innovación del 2021, Perú obtiene los mejores resultados en sofisticación de los negocios (37) y el más débil en Resultados de conocimiento y tecnología (87).

Según un estudio realizado en el Perú, evidencia que:

“Para América Latina y el Caribe (ALC), la brecha en gasto en I+D con el resto del mundo es considerable. Mientras que en el mundo se gasta el 2.3% del PBI en I+D, en esta región solo se gasta el 0.7%. Dentro del grupo de países latinoamericanos, Brasil supera lo registrado por la región entera, pues registra una intensidad del gasto en I+D de 1.3%. Le siguen en el ranking Argentina y

Uruguay con 0.5%, Chile con 0.4%, México con 0.3%, Colombia con 0.2%, y Paraguay y Perú con solo el 0.1%.” (Ministerio de la Producción, 2020).

Como se puede ver: “En términos económicos, la innovación hace referencia al desarrollo y la aplicación de nuevas ideas y tecnologías que mejoran los bienes y servicios o hacen que su producción sea más eficiente” (ECB, 2017). Por esta razón, la innovación está ligada al desarrollo económico de un país, impulsando la productividad, aunque no es el único índice.

Por lo tanto, el crecimiento de la economía de un país está ligada a la innovación; por tal motivo, el gobierno y los empresarios debe implementar políticas que contribuyan al desarrollo productivo en las industrias, facilitando el acceso al conocimiento para alcanzar procesos y tecnologías de clase mundial; porque: “para una economía, sea competitiva implica ofrecer un producto o servicio con el precio más bajo gracias a una alta productividad. Esta última se logra produciendo más con la misma cantidad de recursos: tecnología, capital y trabajo” (Castillo, 2018).

Como lo comentado en el resumen de clasificación en las siete áreas realizadas en el GII (2021), el Perú se ubicó en el puesto 87 en Resultado de conocimiento y tecnología, concordando con lo publicado en el diario El Peruano (2018), que refiere sobre la gran brecha que existe entre la tecnología y la productividad; ya que esta, representa un 95% de los problemas de las compañías.

Tan es así que, necesitan contar con una herramienta que ayude a recortar la enorme brecha existente entre la tecnología y la producción, promoviendo de esta

manera la innovación, coincidiendo con Santiago Roca (2017), director del Centro de Propiedad Intelectual, Competencia, Consumidor y Comercio (CEPIC):

“La productividad en una empresa está vinculada, en gran medida, a su tecnología tanto de equipos como de planta. Entre mayor tecnología, la productividad por persona es más significativa... En el mundo la imitación y la copia fueron los motores del desarrollo. Fue cuando se crearon sistemas de patentes y se endiosaron a estas, se convirtieron en un freno para la innovación. Es por eso que las patentes deben ser utilizadas de forma adecuada para los intereses de nuestro país” (ESAN, 2017).

Los peruanos compran tecnologías, aprenden a usarla, pero desconocen sobre todo lo demás de esta tecnología, en tal sentido, se debe pagar grandes sumas de dinero por alta tecnología para obtener maquinarias, repuestos y reemplazar los equipos obsoletos de las plantas. También se emplean productos alternativos o adaptativos que no prestan garantía y muchos casos no traen información técnica o se desconoce su procedencia.

La Ingeniería Inversa (II) o Reverse Engineering (RE) es una herramienta multidisciplinaria, siendo empleada en muchos campos de la ciencia y la tecnología, teniendo:

“Como objetivo principal identificar las características y funciones de un proceso, sistema o componente para reproducirlo; asimismo, es utilizada como una metodología de rediseño que busca ser aplicada en productos ya existentes. Para el caso de componentes mecánicos, la ingeniería inversa es ideal para

recabar información a partir de un modelo físico sin la necesidad de usar documentación gráfica o digital; incluso, es muy útil para el duplicado de partes en los procesos de fabricación o para la recuperación de información que se ha perdido por fracturas o desgaste de las piezas a fabricar. En sí, la sustitución de partes o el copiado y reproducción de sistemas a partir de un modelo de referencia son solo algunas de sus más conocidas aplicaciones” (Carro et al., 2019).

Como podemos deducir: “La información obtenida a través del proceso de ingeniería inversa, direccionada al diseño y la manufactura, puede usarse para diversos propósitos” (Álvarez et al., 2016).

Con relación a la legalidad de la Ingeniería Inversa se menciona que: “La Corte Suprema de los Estados Unidos ha dictaminado que las leyes estatales sobre secretos comerciales no pueden descartar el descubrimiento por medios justos y honestos”, como la ingeniería inversa. *Kewanee Oil Co. contra Bicron Corp.* (Tribunal Supremo de los Estados Unidos, 2020).

Además: “La innovación tecnológica no tiene lugar en el vacío. Los innovadores recurren rutinariamente a las ideas de otros a medida que desarrollan nuevas *ideas... Pero todavía existen límites sobre cómo se pueden explotar los resultados de un esfuerzo de ingeniería inversa*” (Peil, 2019).

En el Perú no todos los departamentos cuentan con las mismas capacidades productivas, habiéndose incrementado en él primer trimestre según INEI (2022) en la ciudad de Cajamarca en un 5,8% incentivado por el sector construcción, transporte y

minería. En la Caracterización del Departamento de Cajamarca realizada por EL Banco Central de Reserva de Trujillo (2021), menciona que el valor agregado bruto (VAB) 2011-2020 en la actividad manufacturera fue de 6,1% siendo en su composición empresarial mayoritariamente micro y pequeña empresa; además, se informa que debido a la demanda del sector minero se han abierto oportunidades a la industria metal mecánica en la fabricación de piezas y partes de maquinarias para la industria y equipos pesados; además de montaje electromecánico.

Ante este panorama urgen que el sector metalmeccánico en la ciudad de Cajamarca pueda desarrollar la capacidad de realizar la ingeniería inversa con la finalidad de obtener el conocimiento necesario para innovar; de tal manera, que pueda fabricar componentes mecánicos de reemplazo para sus equipos desgastado y a su vez poderlo hacer con los componentes de sus clientes y, además, atender al sector minero y construcción.

En Cajamarca, según BCR (2021) hay muchos proyectos mineros que demandaran trabajo de este sector como: Yacimientos Cupríferos Michiquillay, Proyecto Conga, Galeno y Yanacocha Sulfuros con miles de millones de dólares y sin contar con las ya existentes como Yanacocha, Gold Fields, La Cima, Tantahuatay y La Zanja.

Por todo lo expuesto anteriormente, ratifican que no se puede desaprovechar la oportunidad que se presenta en realizar la Ingeniería Inversa para obtener la tecnología necesaria y poder incentivar la innovación redundando a favor del incremento de la producción y crecimiento económico de Cajamarca. Esto da como resultado, un mayor

PBI para el país, creándose más puestos de trabajo, reducción de costos en operaciones fabriles, impulsando la industrialización en otros sectores, innovando productos actuales y desarrollando productos nuevos que satisfagan al cliente, descentralizando la cadena de proveedores con relación a la ciudad de Lima y dando valor agregado a la materia prima en el país.

Además, mencionan que el sector metalmecánico está muy relacionado con otras industrias, como clientes, las que se verían beneficiadas con esta herramienta de la Ingeniería Inversa y con la innovación en sus empresas.

3. Formulación del Problema

Pregunta general:

¿Cómo Influye la Ingeniería Inversa en la Innovación Industrial de las Empresas del Sector Metal Mecánico en Cajamarca, 2022?

Preguntas específicas:

- ¿Cómo influye el diseño de productos nuevos en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022?
- ¿Cómo influye la modificación de diseños existentes en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022?
- ¿Cómo influye la sustitución de partes desgastadas o rotas en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022?
- ¿Cómo influye la inspección industrial en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022?
- ¿Cómo influye la documentación de diseño en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022?
- ¿Cómo influye el desarrollo de información para la manufactura en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en

Cajamarca, 2022?

- ¿Cómo influye el análisis de mercado en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022?

4. Hipótesis de la Investigación

4.1 Hipótesis General

La ingeniería Inversa Influye Significativamente en la Innovación Industrial de las Empresas del Sector Metal Mecánico en Cajamarca, 2022.

4.2 Hipótesis Específicos

- El diseño de productos nuevos influye significativamente en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.
- La modificación de diseños existentes influye significativamente en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.
- La sustitución de partes desgastadas o rotas influye significativamente en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.
- La inspección industrial influye significativamente en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.
- La documentación de diseño influye significativamente en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.
- El desarrollo de información para la manufactura influye significativamente en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.
- El análisis de mercado influye significativamente en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.

5. Objetivos de la Investigación.

5.1 Objetivo General

Determinar la influencia de la Ingeniería Inversa en la Innovación Industrial de las Empresas del Sector Metal Mecánicos en Cajamarca, 2022.

5.2 Objetivo Específico

- Determinar la influencia, el diseño de productos nuevos en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.
- Determinar la influencia de la modificación de diseños existentes en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.
- Determinar la influencia de la sustitución de partes desgastadas o rotas en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.
- Determinar la influencia de la inspección industrial en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.
- Determinar la influencia de la documentación de diseño en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.
- Determinar la influencia del desarrollo de información para la manufactura en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.
- Determinar la influencia del análisis de mercado en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.

6. Justificación

Este estudio tiene la finalidad de demostrar la importancia y el grado de influencia que tiene el empleo de la ingeniería inversa en la obtención de información del conocimiento tecnológico; para que, de esta manera, se impulse el campo del desarrollo de la innovación en el sector industrial metal mecánico en la ciudad de Cajamarca y esto vendría a partir de las ya existentes en los medios. Esto refiere que, de las

tecnologías provenientes en los productos importados o maquinarias con tecnologías avanzadas de fabricación exógena, las que en su industrialización se han empleado; tal es que, a través de la innovación mejorarlas o modificarlas a nuestras necesidades y conveniencias.

La economía de un país está vinculada con la innovación y así lo demuestra el Índice Global de Innovación. El Perú destaca por ser un país importador de materia prima y es necesario cambiar ese panorama convirtiéndolo en un país manufacturero que da valor agregado a sus productos y con procesos de clase mundial.

Es necesario la participación de las empresas privadas, el estado peruano, los centros de estudios técnicos y superiores para que articulen políticas y estrategias que contribuyan a desarrollar la innovación, con el empleo de la herramienta multidisciplinaria de la Ingeniería Inversa; ya que es, la manera más rápida de poder avanzar en el desarrollo del conocimiento que tratar de buscar que inventar la rueda.

Hay que recordar que tuvieron que aplicar esta herramienta y la innovación para salvar vidas en la pandemia del COVID-19, cuando necesitaron más equipos de ayuda respiratoria, para los enfermos en la pandemia y esto lo lograron con ayuda de la Universidad de Ingeniería y la Marina de Guerra del Perú.

Una muestra más es lo publicado por EFE (2020), cuando el equipo de Fórmulas Uno de Mercedes debió modificar su planta de fabricación de motores con sede en Brixworth (Reino Unido) para la readaptación e innovación y luego producción, pero esto con ayuda de los ingenieros de University College London y apoyado con la

ingeniería inversa para su fabricación, de máquinas de presión positiva continua para las vías respiratorias (CPAP) que recibieron la aprobación para su uso.

El país no debe de continuar en estas condiciones, las pequeñas empresas se mantendrán en esta situación, sin la capacidad de innovar para aumentar su producción, sostenibilidad, competitividad, destinadas a desaparecer. Con procesos obsoletos, caros y que contaminan el medio ambiente; también, estarán dependiendo de la compra de máquinas modernas inalcanzables para estas pequeñas empresas o medianas. Debido a sus altos precios, por la tecnología que representan y todo esto pudiéndose fabricarse en el país con el uso de la Ingeniería Inversa, impulsando de esta manera la innovación.

Gastar dinero y tiempo en descubrir lo ya descubierto por otros, no es una opción para el país, ya estamos ingresando en la Industria 4.0 o Cuarta Revolución industrial, es decir, en la era de la digitalización industrial y se debe empezar sobre lo ya descubierto desarrollando innovación y para esto necesitamos de la Ingeniería Inversa.

En la ciudad de Cajamarca hay empresas del sector metal mecánico como pequeñas y medianas, como también, sucursales de otras grandes de la capital que esperan que los proyectos mineros inicien operaciones. Para que tengan ventajas las pequeñas y medianas empresas deben de innovar para poder sostenerse en el tiempo y crecer, la capacidad de estas empresas es muy pequeñas, limitadas a solo prestar servicios como terceros de otras más grandes, habiendo oportunidad de innovar en sus negocios y tratar directamente con las empresas mineras.

Hay oportunidad para estas empresas pequeñas y mediana que son de la zona, para que puedan crear puestos de trabajos, desarrollo tecnológico, mejorar las condiciones de vida de sus trabajadores, mayores ingresos, sostenibilidad del negocio, crecimiento y mejorar la economía del departamento de Cajamarca y del país.

6.1 El Metodológico

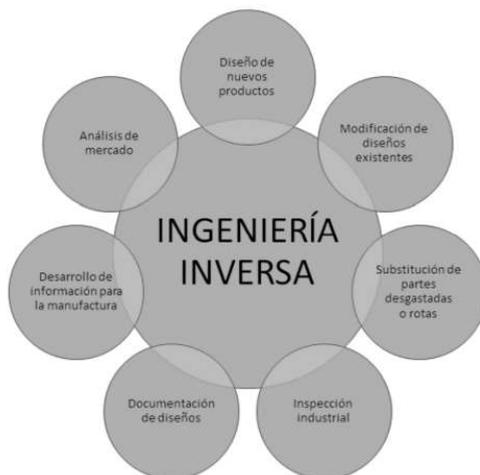
6.1.1 Método de Ingeniería Inversa

La Ingeniería Inversa es el método que tiene la finalidad, según Carro et al. (2019), de abstraer las características y funciones de un proceso, sistema o componente para reproducirlo, y en el caso de componentes mecánicos, esta herramienta permite recabar información de un modelo físico sin necesidad de planos, gráficos o digitales. Útil para duplicar partes o la recuperación de estas sin información previa por fractura o desgastes de los componentes.

Siendo la Ingeniería Inversa la variable independiente de este estudio, se presenta el modelo de Borjas et al. (1999), que plantea 7 factores para la Ingeniería Inversa en la Industria (ver figura 1).

Figura 1

Modelo de factores de la aplicación ingeniería inversa en el sector industrial.



Nota: Reproducido de: Ingeniería Industria 4.0 y Manufactura Digital, Borja et al, 1999. Método de Diseño Aplicando Ingeniería Inversa.

Siguiendo lo dicho por Soto (2021), en este modelo se debe conceptualizar los factores, los que pasarán a hacer las dimensiones, para luego establecer los indicadores para cada uno de ellos, pero previamente se informa, que solo se tomara en cuenta aquellos factores o dimensiones que servirán para el propósito de este estudio.

En la actualidad existen innumerables técnicas para el diseño rápido que se aplican en la Ingeniería Inversa, como la digitalización, en las se emplean las herramientas CAD (diseño asistido por ordenador), CAM (manufactura asistida por computadora), CNC (control numérico computarizado), CAE (ingeniería asistida por computadora) y STL (STereo Lithography), entre otros softwares.

En este modelo se tiene 7 dimensiones, cada uno con su respectivo indicador:

- Diseño de Producto Nuevo.

Diseño de producto nuevo realizado según a un modelo físico o prototipo.

- ✓ Indicador: Números de diseños nuevos llevados a cabo.

- Modificación de diseños existentes.

Modificación de diseños basados a pruebas de comportamiento físico del prototipo, así como el análisis de otras pruebas mecánicas.

✓ Indicador: Números de diseños modificados.

- Sustitución de partes desgastadas o rotas.

Recuperación de partes rotas y desgastadas sin contar con planos.

✓ Indicador: Números de partes recuperadas, rotas y desgastadas sin contar con planos.

- Inspección Industrial.

Verificación de las dimensiones de la parte obtenida con el modelo para luego registrarlo o documentarlo.

✓ Indicador: Números de partes verificadas con el modelo y registradas.

- Documentación de Diseño.

Los planos se modifican por ajustes o mejoras durante el proceso de fabricación.

✓ Indicador: Números de planos modificados por ajustes o mejoras.

- Desarrollo de información para la manufactura.

✓ Indicador: Número de listas con la información completas por productos para la fabricación.

- Análisis de mercados.

✓ Indicador: Números de productos desarrollados en relación con otras tecnologías e ideas mejores de productos del mercado de diferentes fabricantes competidores.

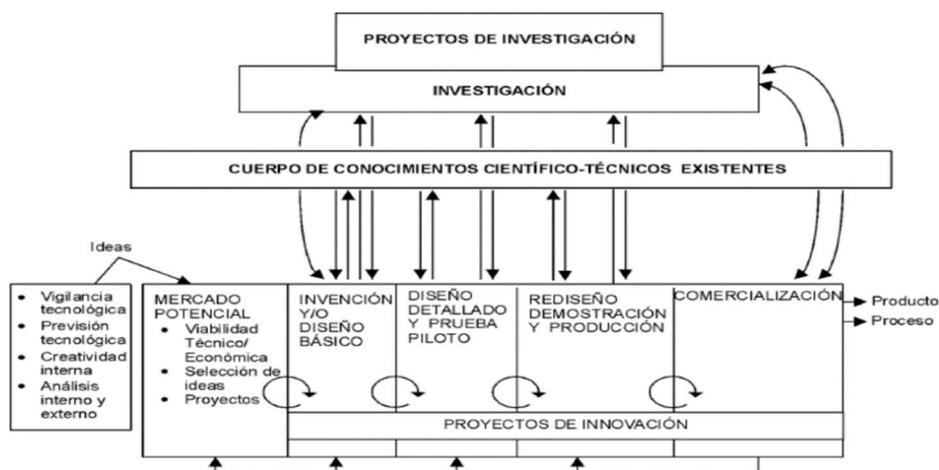
6.1.2 Método de Innovación Industrial

Como lo menciona Terán (2009), la innovación contribuye en las organizaciones a mantener las ventajas competitivas empresariales. En este estudio tratará el proceso de la innovación en el sector Industrial, para tal efecto se empleará el modelo propuesto

por las normas españolas UNE 166002 sobre sistema de gestión de innovación.

Figura 2

Modelo del Proceso I+d+i



Nota: En este modelo en el que se desencadena los proyectos de innovación que constan de 5 etapas: diseño básico, diseño detallado, prueba piloto, rediseño y producción, y comercialización.

Reproducida de: Sistema de Gestión de Innovación, AENOR, 2016, UNE 16002.

Este modelo tiene la particularidad haber sido creado para gestión de sistemas de innovación (AENOR, 2006).

Este modelo tiene 5 etapas de procesos de innovación las que se definirán como lo menciona Soto (2021) para que luego pasen a ser las dimensiones de nuestra variable de estudio dependiente y luego determinar sus Indicadores de cada una.

Las dimensiones con sus indicadores son:

- Diseño básico.

Consiste en recoger las investigaciones resultantes de los nuevos conocimientos generados tanto de los conocimientos científicos – técnicos existentes o de la investigación (AENOR, 2006).

- ✓ Indicador: Descriptiva (Excelente, bueno, suficiente, insuficiente y deficiente.)

- Diseño detallado.

Es la actividad de la descripción del diseño, infraestructura, equipo de diseño, estructura de comunicación y la forma de implantar el proceso de diseño (AENOR, 2006).

- ✓ Indicador: Descriptiva (Excelente, bueno, suficiente, insuficiente y deficiente.)

- Prototipo.

Prototipo o prueba piloto es resultado de diseño detallado.

- ✓ Indicador: Descriptiva (Excelente, bueno, suficiente, insuficiente y deficiente.)

- Rediseño y producción.

Se pone en marcha luego de haber sido probado el prototipo.

- ✓ Indicador: Descriptiva (Excelente, bueno, suficiente, insuficiente y deficiente.)

- Comercialización.

Según lo que menciona Ortiz et al. (2007), lanzamiento de productos nuevos o mejorados.

- ✓ Indicador: Descriptiva (Excelente, bueno, suficiente, insuficiente y deficiente.)

Los indicadores de las dimensiones de la variable independiente del modelo de innovación lo medirán basado en el modelo propuesto en la norma española AENOR (2022), del proceso de innovación, sector metalmeccánica, en el que se emplea escalamiento tipo Likert basado en las normas españolas.

7. Metodología

7.1 Por su Propósito

El tipo de investigación por su propósito es básico, conforme menciona Carrasco (2016), ya que no tendrá un uso aplicativo inmediato; pero sí, ampliar y profundizar el bagaje de conocimiento científico actual, analizando, contribuyendo con la realidad y la mejora de su contenido.

7.2 Según su Profundidad

Es transaccional descriptiva, tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en lo que se manifiestan una o más variables dentro del enfoque cuantitativo (Hernández, 2014). Mientras que Tamayo (2003) declara que la investigación descriptiva “comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente” (pág. 46).

7.3 Por su Naturaleza

Es de naturaleza cualitativa. Por eso, describe Hernández (2014), el enfoque cualitativo, por su parte, busca describir, comprender e interpretar los fenómenos.

7.4 Instrumentos

Se detallan las técnicas para obtener los datos que luego serán analizados en este estudio. Ver tabla 1.

Tabla 1*Técnica Empleada.*

Situación Actual	TECNICA	INSTRUMENTOS	EMPLEADO EN:	JUSTIFICACIÓN
Objetivos	Observación directa.	Guías de observación. Formatos checklist.	Empleados en los procesos de los trabajos de reparación, producción y innovación.	Medir el nivel de dificultad en el proceso práctico de la innovación, replica y logros del sector
	Entrevista.	Cuestionarios de preguntas.	Dueños y/o jefes Técnicos Mecánicos Ingenieros de servicios o producción.	Determinar el grado de dificultades para alcanzar mayor conocimiento tecnológico que ayude a la innovación.

Como fuente primaria se considera esto 2 métodos, la observación directa y la entrevista.

7.4.1. Observación directa.

Esta técnica ayuda en determinar el grado de dificultad que se afronta en el desarrollo de la innovación en las empresas del sector metal mecánico; así como, identificar las posibles mejoras en las prácticas de sus procesos.

7.4.2 Entrevista.

Identificar los factores que contribuyen a la falta de conocimiento tecnológico que sirvan a la creatividad e innovación; como, también, ver qué herramientas se podrían usar para salvar estos obstáculos.

7.4.3 Materiales.

En la tabla 2 se presenta los materiales que se emplearan para realizarse el presente estudio, en orden de prioridad:

Tabla 2

<i>Materiales y Servicios</i>		
ITEM	NOMBRE	
1	Laptop	
1	Impresora Epson	
Materiales	1	Camara
	1	Clipboard
	1	útiles de escritorios
	1	calculadora
Servicios	Internet	
	Telefonía	

8. Principales definiciones

- En la figura 3 se presenta definiciones de los pilares de la Industria 4.0.

Figura 3

Pilares de Industria 4.0

PILAR	DEFINICIÓN
BIG DATA	“SE RECOPILA DATOS DE MÚLTIPLES FUENTES, EQUIPOS Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PARA LUEGO ANALIZAR, ASÍ COMO SISTEMAS EMPRESARIALES Y GESTIÓN DE CLIENTES, PARA CONVERTIRLOS EN ESTÁNDARES Y RESPALDAR LA TOMA DE DECISIONES EN TIEMPO REAL” (Camargo et al., 2015).
ROBOTS AUTÓNOMOS	“PRODUCCIÓN AUTÓMATA REALIZADA POR ROBOTS, MÁS ECONÓMICA Y SEGURA TRABAJANDO A LA PAR CON EL HUMANO Y CONTRIBUYENDO AL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA 4.0” (Bahrin et al., 2016)
SIMULACIÓN	“ESTO SE REALIZARÁ EN LAS PLANTAS APROVECHANDO LOS DATOS EN TIEMPO REAL Y REFLEJA UN MUNDO FÍSICO EN UN MODELO VIRTUAL” (Rubmann et al., 2015).
INTEGRACIÓN DE SISTEMAS	“EL PRINCIPIO DE LA INDUSTRIA 4.0 SE RESUME ESENCIALMENTE EN TRES DIMENSIONES DE INTEGRACIÓN: INTEGRACIÓN HORIZONTAL EN TODA LA RED DE CREACIÓN DE VALOR, INGENIERÍA DE EXTREMO A EXTREMO, LO LARGO DE TODO EL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO E INTEGRACIÓN VERTICAL Y SISTEMA DE MANUFACTURA EN RED” (Seliger 2016).
INTERNET INDUSTRIAL DE LAS COSAS	“INTERNET DE LAS COSAS SIGNIFICA UNA RED MUNDIAL DE OBJETOS DIRECCIONADOS E INTERCONECTADOS ENTRE SÍ, LOS CUALES SE COMUNICAN A TRAVÉS DE PROTOCOLOS ESTÁNDAR” (Hozdic 2015).
CIBERSEGURIDAD	

	“INDUSTRIA 4.0 OFRECE MAYOR CONECTIVIDAD Y EL USO DE PROTOCOLOS DE SEGURIDAD ESTÁNDAR PERMITIENDO PROTEGER LOS SISTEMAS INDUSTRIALES CRÍTICOS, COMO TAMBIÉN PROTEGER LAS LÍNEAS DE FABRICACIÓN DE LAS AMENAZAS DE CIBERSEGURIDAD” (Rubmann et al., 2015).
LA NUBE	“OFRECE LA OPORTUNIDAD DE CONTAR CON COMPUTADORAS Y SERVIDORES DE FORMA VIRTUAL, ES DECIR QUE YA NO LO TENDREMOS FÍSICAMENTE, POR LO CONTRARIO, SOLO SE RECIBE SERVICIO DE ALMACENAMIENTO ACCESO Y USO DE RECURSOS INFORMÁTICOS QUE SE ENCUENTRA EN LA RED” (ACAN, 2017).
MANUFACTURA ADITIVA	“MANUFACTURA ADITIVA O IMPRESIÓN 3D, QUE SON CAPACES DE FABRICAR SU PROPIO PROTOTIPO O PRODUCIR SUS PROPIOS COMPONENTES” (Rubmann et al., 2015).
REALIDAD AUMENTADA/ VIRTUAL	“CONSISTE EN LA MEZCLA DE CONTENIDO DIGITAL CON CONTENIDO FÍSICO PARA CONSTRUIR UNA REALIDAD MIXTA EN TIEMPO REAL” (ACAN, 2017).

Nota: Carro et al, (2019). Industry 4.0 and Digital Manufacturing: a Design Method Applying Reverse Engineering, Carro et al, 2019. Tlaxcala: Revista Ingeniería.

- En la tabla 3 se presenta las nociones principales de la Ingeniería inversa.

Tabla 3

Nociones Principales de la Ingeniería Inversa.

(Desiré & Sepúlveda, 2006).	“La ingeniería inversa de base de datos (DBRE), como propuesta, es un proceso imperfecto guiado por un conocimiento imperfecto”.
(Weiss & Pankowski, 2007).	, “en el caso donde los documentos técnicos de construcción no existan, las técnicas de IR son usadas por los ingenieros para la reconstrucción de piezas mecánicas”.

<p>(Corte Suprema de EE.UU., 2021).</p>	<p>“[es] empezar con el producto conocido y trabajando hacia atrás o en reversa para adivinar el proceso que ayudó en su desarrollo o manufactura”.</p>
<p>(Vaca, 2018).</p>	<p>“Es una metodología que busca principalmente conocer y determinar las características o funciones de un componente... Por esta razón, la ingeniería inversa se realiza más a menudo que el diseño propio”.</p>

➤ continuación, se define algunos conceptos usados en el presente estudio:

Abstracción. - “Separar por medio de una operación intelectual las cualidades de un objeto para considerarlas aisladamente o para considerar el mismo objeto en su pura esencia o noción” (RAE 2021).

Asociación española de Normalización y certificación. – AENOR.

Acrónimo de Una Norma Española. - UNE.

Dibujo Asistido por Computadora. - Dibujo asistido por computadora

Centro de Propiedad Intelectual, Competencia, Consumidor y Comercio. – CEPIC.

Cualitativo. - Perteneciente o relativo a la cualidad (RAE, 2021).

Cuarta revolución industrial. – Conocida como Industria 4.0 (Carro et al., 2019).

Escuela de Administración de Negocios para Graduados, siendo la primera hispana y del Perú. - ESAN.

Exógeno. - El término exógeno es un adjetivo para referirse a un evento o ente que tiene un origen externo (RAE, 2021).

Instituto europeo de administración de negocios. - INSEAD.

Manufactura Aditiva. – “Manufactura aditiva o impresión 3d, que son capaces de fabricar su propio prototipo o producir sus propios componentes” (Rubmann et al, 2015).

Multidisciplinaria. - Se refiere a varias disciplinas del saber (RAE, 2021).

Organización Mundial de la propiedad Intelectual. - OMPI.

Organización Mundial de la propiedad Intelectual. – WIPO (WIPO, 2022).

Para América Latina y el Caribe. - ALC.

Producto bruto interno. - (PBI).

Presión positiva continua para las vías respiratorias. - CPAP.

Realidad Aumentada/ Virtual. – “Consiste en la mezcla de contenido digital con contenido físico para construir una realidad mixta en tiempo real (ACAN, 2017).

Robots Autónomos. - Producción automática realizada por robots, más económica y segura, trabajando a la par con el humano y contribuyendo al desarrollo de la industria 4.0” (Bahrin et al, 2016).

Simulación. – “Experimentación en las plantas aprovechando los datos en tiempo real y reflejar un mundo físico en un modelo virtual” (Rubmann et al, 2015).

Tecnología. - Es el conjunto de conocimientos y técnicas que se aplican de manera ordenada para alcanzar un determinado objetivo o resolver un problema.

Valor agregado bruto. - VAB.

9. Alcances y limitaciones

9.1 Factor Tiempo

Este factor es limitante debido a que las personas a quienes se debe contactar para entrevistarlas en sus centros de trabajo se encuentran laborando y ocupadas, requiriendo también bastante tiempo y paciencia por el entrevistador para esperar, lograr su entrevista y encuesta. Además, esto también limita debido a que las empresas se encuentran distantes unas de otras, esparcidas en los perímetros de la ciudad de Cajamarca, por no contar aún con un área desarrollada como parque industrial.

9.2 Factor Económico

Como esta investigación se realiza con recursos propios del investigador de forma considerable, se debe presupuestar adecuadamente y ver la manera operativa de evitar que repercuta en su economía personal y que afecte el desarrollo de la investigación.

9.3 Complejidad de la Naturaleza y la Complejidad Humana. -

Debido a la complejidad de la naturaleza humana se debe tener en cuenta los diversos sesgos que se puedan presentar en un estudio, estos deben ser identificados en las investigaciones para que no sea una limitante.

10. Cronograma

Realización de un Gantt con la herramienta GanttProjec para distribuir el tiempo en relación de los temas de estudio con la finalidad de tener un control macro adecuado al desarrollo del trabajo del estudio. Esto se presenta en la figura 4:

Figura 4

Gantt para el Trabajo de Tesis.



CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

Se inicia el marco teórico de esta sección, con la presentación de los antecedentes de la investigación tanto internacional, nacional y local, seguido de la base teórica que fundamentan los modelos de las variables, sus teorías y leyes, para luego, terminar con las definiciones conceptuales.

Lo arriba mencionado tiene la lógica de contextualizar el problema desde la perspectiva global hacia lo particular, para que así, puedan focalizar las bases teóricas de las variables de Innovación e Ingeniería Inversa del sector metal mecánico, como las teorías, modelos y leyes que las gobiernan de una manera holística en el mundo empresarial. Por último, se pasará a definir sus conceptos.

11. Antecedentes de la investigación.

11.1 Antecedentes internacionales.

Una definición general que realiza la Fundación COTEC (2015), sobre la innovación; del cual refiere, que es todo cambio fundamental en el conocimiento que crea valor.

En la actualidad la economía se basa en el conocimiento, por lo que la OECD (1996), menciona que las economías del conocimiento, se fundamentan en tres pilares que son la producción, distribución, conocimiento y la información.

La información es una herramienta que conlleva a tomar mejores decisiones y sobre todo en economía es más importante saber a dónde se debe llevar el capital financiero, afirma Daly (2022), además indica que el Global Index Innovación es un

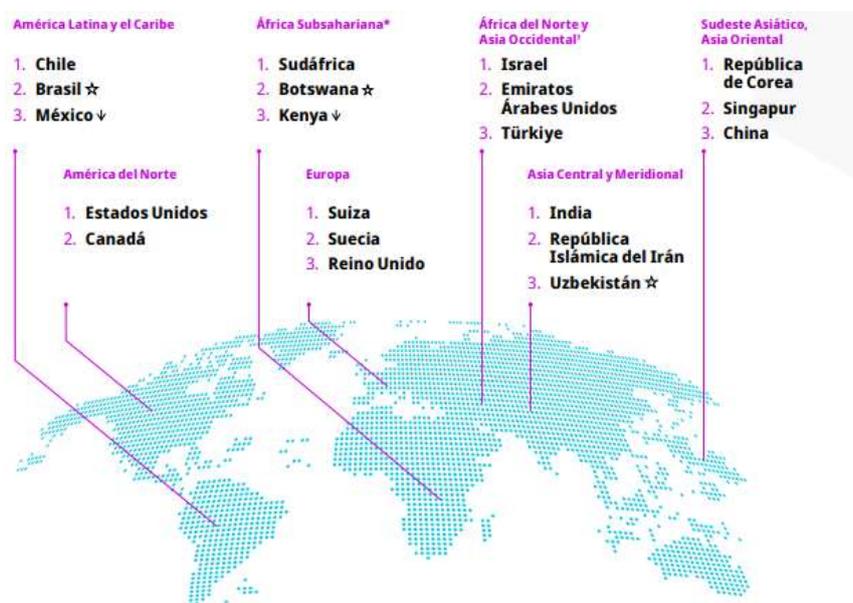
instrumento que realiza seguimiento a nivel global del nivel de innovación que alcanzan los diversos países a nivel mundial, entre otros índices económicos relacionados.

También refiere, que el crecimiento de la innovación está relacionado con el crecimiento económico de un país porque este indicador refleja la mejor oportunidad que este tiene frente a la inversión, debido a que el inversionista optara por aquel que su tendencia sea mayor en los diversos rubros, con la visión que se convierta en un gran boom.

Los países que lideran en el mundo en innovación por región en el 2022 registrado por Tang (2022) son:

Figura 5

Líderes Mundiales de la Innovación en 2022



★ Indica un nuevo país en los tres primeros puestos en 2022.

↑↓ Indican el movimiento (hacia arriba o hacia abajo) en la clasificación dentro de los tres primeros puestos en relación con 2020.

* Los tres primeros en el África Subsahariana, excluidas las economías insulares. Los cuatro primeros de la región, incluidas todas las economías, son Mauricio (1.º), Sudáfrica (2.º), Botswana (3.º) y Kenya (4.º).

† Los tres primeros en África del Norte y Asia Occidental, excluidas las economías insulares. Los cuatro primeros de la región, incluidas todas las economías, son Israel (1.º), Chipre (2.º), los Emiratos Árabes Unidos (3.º) y Türkiye (4.º).

Nota: Índice Mundial de Innovación 2022, Daren Tang, 2022. OMP.

Además, se debe entender que los diferentes esquemas de competitividad están ligadas al capital intelectual y este a su vez con la capacidad de innovación manifestado por Jiménez, Acevedo & Castaño (2017). También agregan, la necesidad que los países adopten políticas de desarrollo de capital intelectual muy relacionado con la capacidad de innovación.

En el mundo, las economías que lideran en innovación, según la revista económica WIPO (2022) son Suiza (1), Estados Unidos de Norteamérica (2) y Suecia (3), mientras que en Latinoamérica tenemos liderando a Chile (1) seguido de Brasil (2) y México (3), mientras que Perú (6) en el sexto lugar detrás de Uruguay (4) y Colombia (5).

Hoy en día la industria está siendo influenciadas por las fuertes tendencias como la globalización, el cambio climático, la demografía, la personalización masiva y la innovación dinámica, según lo refiere Carro et al. (2019); además, menciona, hay que tener en cuenta los nuevos procesos de producción como la digitalización y la manufactura inteligente. Siendo estos conceptos conocidos como parte de lo que hoy se llama Industria 4.0 y que en otros países lo conocen como la cuarta revolución industrial.

En el libro *Decoding Greatness* del autor Friedman (2021) asegura: “que la ingeniería inversa está detrás de toda innovación disruptiva”.

Por tanto, la Ingeniería Inversa se ha convertido hoy en día una herramienta que ayuda a los países a aumentar su innovación, crecer económicamente y resolver muchos problemas en su cadena de suministros.

Como lo refiere Arroyave et al., (2012), la Ingeniería Inversa es una herramienta para rediseñar cualquier producto, además presenta su propia metodología para la remodelación de un Reductor de Tornillo sin Fin.

Además, refiere Delfín & Jiménez, (2015), en la estrategia de innovación tecnológica tanto China como Japón emplearon la Ingeniería Inversa en su desarrollo tecnológico en procesos, máquinas y sistemas. También, no hay que olvidar Vinuesa (2021), que los Estados Unidos lo empleo en la segunda guerra mundial para descifrar la codificación de la máquina Enigma con la que se comunicaban japoneses con los alemanes.

El Reverse Ingenering o Ingeniería Inversa se ha empleado desde muchos años atrás, esta es una herramienta multidisciplinaria empleándose mucho en el desarrollo de software, pero dice Carro et al., (2019), que desde hace unas décadas se encuentra también en la fabricación de piezas 3D.

Como se puede comprobar una vez más el empleo de esta herramienta en el estudio de bomba de doble succión para el trasiego de líquidos, debido a que las bombas de estas marcas como Ingersoll Rand, Peerless, Worthington entre otras, presentaron problemas de diseño para el trabajo que desempeñaban en los campos de Cuba y los resultados de los cálculos de los estudios realizado por Tamayo (2018), fueron luego entregados a diseñadores y fabricantes para que realicen las mejoras.

Lo referente a los términos legales, la Corte Suprema de los estados Unidos (2021), menciona que: no se puede descartar los "descubrimiento por medios justos y

honestos", como la ingeniería inversa. *Kewanee Oil Co. v. Bicron Corp.*, 416 US 470, 476 (1971).

11.2 Antecedentes Nacional.

Según en el ranking del Global Innovation Index (2022), quien clasifica las economías según sus capacidades de innovación, ubica al Perú en el puesto 70 de las 132 economías del mundo y, a nivel Latinoamericano, en el sexto lugar, siendo un país con amplios recursos naturales pudiendo potenciar la generación de conocimiento e innovación.

Es necesario que el gobierno promueva la investigación, desarrollo e innovación con la finalidad de mejorar su competitividad y capacidades de producción, así lo refiere el estudio realizado por Arévalo (2018), quien agrega que para lograr la competitividad es necesario producir lo mismo, pero con la misma cantidad de recursos tanto en tecnología, capital y trabajo; pudiéndose a todo esto agregar también la innovación.

El estudio hecho por Secién & Ponce (2017), manifiestan que en el Perú las actividades de innovación en que las empresas invierten más es en adquirir bienes de capital, que en actividades de I+D internas y de entrenamiento de personal; siendo la primera, de corta duración por el ritmo de avance de la ciencia y tecnología y, mientras tanto en la segunda, existe menos inversión en lo relacionado con la absorción de conocimiento comprometiendo el camino para la innovación.

En la entrevista realizada a Sagasti (2017), refiere el entrevistado que hay una pasividad en las empresas que solamente son receptoras de conocimiento proveniente de universidades y centro de investigación que las empresas deberían ser capaces de

hacer sus propias investigaciones para desarrollar, adaptar, absorber y utilizar tecnología; mientras tanto, que la “política de innovación tecnológica deberían promover la invención e innovación tecnológicas”.

Refiere San Román (2021), dada la importancia de la Ciencia, tecnología e innovación, el 02 de julio se promulgó la Ley N° 31250 que crea el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Sinacti) para hacer cumplir las políticas públicas y que estará a cargo del CONCYTEC.

Además, “en el Manual de Oslo se considera innovación a todo aquello que introduzca un nuevo o una mejora significativa a un producto, ya sea bien o servicio” (San Román, 2021).

Dice Pantigoso (2022), que los esfuerzos realizados hasta el momento para promover e impulsar la innovación en el Perú es un avance, pero aún falta mucho por hacer; esto en referencia a los 100 millones prestados por el Banco mundial al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación (SINACTIC).

La aplicación de la Ingeniería Inversa entrega ventaja en el rediseño de unos productos, que luego de efectuar el análisis y tomar conocimiento de la tecnología aplicada en su manufacturación, se deslumbran las posibilidades de innovar sobre las características, formas, propiedades, usos, etc. de ese producto.

Cabe recordar Odagiri, Goto et al., (2010) que Japón adquirió autos americanos que luego fueron desamblados, para luego, desarrollar carros sin problema de

propiedad intelectual gracias a la adquisición de conocimientos a través de la Ingeniería Inversa.

Lo mencionado sobre Japón corrobora lo dicho por ESAN (2017) que la imitación y la copia después de la segunda guerra mundial fueron los motores de desarrollo en el mundo. Cuando hay más tecnología hay mayor productividad; ambos la economía y el conocimiento de la tecnología van de la mano. Además, agrega que cuando se crearon las patentes se le dio tal importancia que se frenó la innovación. Continúa, que por eso se debe tener un manejo de las patentes de tal manera que esto sea manejado de la mejor forma que favorezca al país.

La ingeniería inversa se emplea en nuestro medio de una manera desorganizada y sin apoyo de la dirección de las empresas y de los organismos del estado, sin tomar en cuenta las estadísticas del INEI (2015) en que al menos las empresas que tuvieron una actividad de innovación u objetivo fueron alrededor de 5,546 empresas.

11.3 Antecedentes Sectorial.

No se toma en cuenta la influencia que tiene la Ingeniería Inversa sobre la Innovación, ya que estas están relacionadas de tal manera que la Ingeniería Inversa contribuye a la abstracción de la tecnología, conocimiento para que se innove. Así mismo, se puede comprobar que se está rodeados de tecnología, la que se compra a través de productos a cada instante, tan solo, se sabe utilizar en el producto que lo venden y por paquetes, pero no se da mayor información sobre la tecnología usada.

La Ingeniería Inversa es aún poco empleada en el medio para la innovación, cada vez que se habla de la innovación no se relaciona con la herramienta de la

ingeniería inversa que es multidisciplinaria, pero que, el sector metal mecánico se tiene poco uso en comparación de otro sector como el desarrollo de software o informática.

En el estudio realizado por Botero (2011) menciona que la Ingeniería Inversa radica en el escaneo geométrico de un elemento tridimensional a través de un escáner láser o de ultrasonido para luego reconstruir su superficie en 3D con la ayuda de la herramienta CAD de cualquier pieza para luego ser maquinada o fabricada.

Esta técnica se emplea en la fabricación de piezas o componentes mecánicos, como también, en elementos plásticos duros.

Con la misma técnica antes mencionada y para tener una mayor visión de las posibilidades que se logran con la Ingeniería Inversa, es que se presenta el trabajo realizado por Ospina & Jiménez (2015) con la diferencia que esta vez se emplea una impresora tridimensional compatible con el software de la herramienta CAD para inyectado del producto.

Atendiendo este mismo procedimiento técnico, la empresa D3D Imagen Digital S.L. (2022) promueve sus servicios para el sector metal mecánico con las imágenes que se presenta a continuación.

Figura 6

Ingeniería Inversa de Piezas mecánicas.



Nota: Reproducido de: Digitalización 3d y reproducción de objetos en Madrid. Digitalización 3D, 2023.
[Digitalizacion-3d.com](http://www.digitalizacion-3d.com)

Esto tiene un gran empleo en la industria metal mecánica y no se necesita en algunos casos de toda esta tecnología para reproducir o rediseñar algunas piezas, por qué bastaría con mediciones de las partes con herramientas manuales de medición para conocer su forma geométricas, para luego, maquinar en tornos, cepillos mecánicos o lo que se necesite para darles la forma.

Como se ha mencionado, la Ingeniería Inversa y la Innovación van de la mano influyendo una sobre la otra. El caso del trabajo realizado por Aguirre (2017), en el que se emplea la ingeniería Inversa para obtener información sobre una pieza que se desgasta por el uso, la que no se encuentra también en el mercado debido a que son productos des continuados, por lo que es necesario innovar para darle también un factor de seguridad más alto con mayor tiempo de desgaste.

12. Bases Teóricas.

12.1 Modelo de la variable Independiente – Ingeniería Inversa.

Situación Actual:

Hoy en la actualidad existe el concepto Industria 4.0 refiere Lee (2013) que surge ante el avance vertiginoso de la manufactura computarizada impulsada por la conectividad y la revolución digital.

Aparecen nuevas tendencias tecnológicas que están potenciando los procesos industriales como la hiperconectividad de las redes, sistemas ciberfísicos, sensorial y computacional masivo, permitiendo la recepción de datos; además, de la toma de decisiones en tiempo real y máximo control en todos los procesos de la cadena de valor según (ACAN, 2017).

También se menciona que esta denominación de Industria 4.0 es una revolución digital más que industrial que engloba a muchas industrias y empresas de todo tipo, como también está sujeta a las tecnologías.

Ahora bien, como se ha podido ver, las diferentes aplicaciones de la Ingeniería Inversa la convierten en una herramienta multidisciplinaria empleada en disciplinas de la medicina, desarrollo de software, rediseños de productos, metal mecánico, alimentos, etc.

Los autores Gordon & Melvin (2003) coinciden en la definición Borja et al. (1998) en que la Ingeniería Inversa contribuye a identificar las características de un

producto, las relaciones entre sus sistemas para diseñar o rediseñar un producto de un nivel de abstracción más alto.

Además, observan que la Ingeniería Inversa ayuda a poder abstraer el conocimiento tecnológico de las cosas con las que se han diseñado, fabricado, sistematizado, para partir de este punto, poder innovar y mejorar lo existente.

12.2 Modelos de la Ingeniería Inversa:

a) Modelo de los Factores de Aplicación de Ingeniería Inversa en la Industria.

Este modelo fue realizado por Borja & Ramírez (1999) y que tiene la finalidad de la extracción de los datos geométricos del producto para luego procesarlo con la herramienta CAD, además, en este modelo emplean 7 factores de aplicación en la industria que dependerán del objeto, su uso o de lo que se requiera de él para ser representado en el sistema CAD.

Según lo que menciona Carro et al., (2014), unos de los mayores empleos de esto es el copiado o sustitución de parte a partir de una muestra o modelo referencial.

Como se puede deducir y lo dice Borja & Ramírez (1999), esto es un método para rediseñar productos a partir de uno existente.

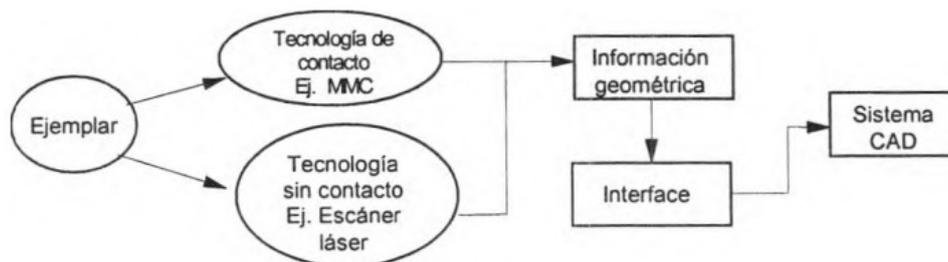
Todo esto hace concluir que la ingeniería inversa en componentes mecánicos permite obtener la información sin tener a la mano los planos u otros datos característicos para realizar las mejoras, como, por ejemplo, la función que cumple en la máquina, a los esfuerzos, a lo que está sometido o el proceso de diseño.

Para la obtención de los datos geométricos existen dos maneras de hacerlo según Bidanda & Hosni (1994):

1. **Métodos sin contacto.** Se emplea la cámara óptica, escáner o el escáner por dispositivo láser para una mejor profundidad o textura.
2. **Métodos con contacto.** Se procede de la forma tradicional utilizando instrumentos y técnicas convencionales. Como la máquina de medición por coordenadas y digitalización electromagnética y sónica.

Figura 7

Configuración Típica de un sistema de Ingeniería Inversa.



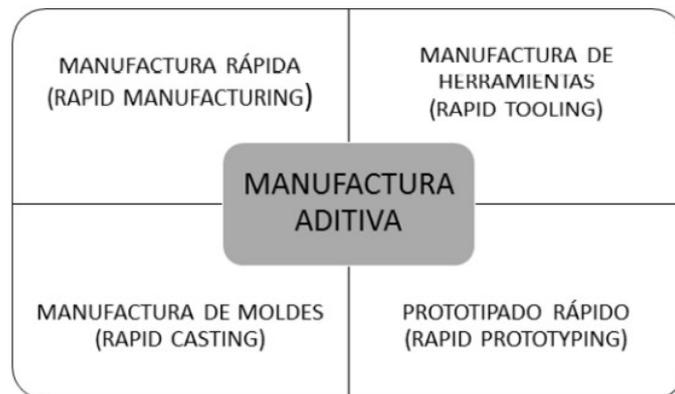
Nota: Bidanda B., H. Y. (1994). Reverse Engineering and its Relevance to Industrial Engineering: a Critical Review, Computers Ind. Engng. Centro de Diseño y Manufactura, Bidanda, B. et al., 1994. <http://dx.doi.org/10.22201/fi.25940732e.1999.01n2.007>

Definición de Manufactura Aditiva:

“La manufactura aditiva es una herramienta de prototipado rápido que su principal proceso de fabricación es por impresión 3D, el cual requiere la creación de archivos STL con la información digital del modelo” (Carro et al., 2019).

Figura 8

Técnica de Aplicación de Manufactura Aditiva.

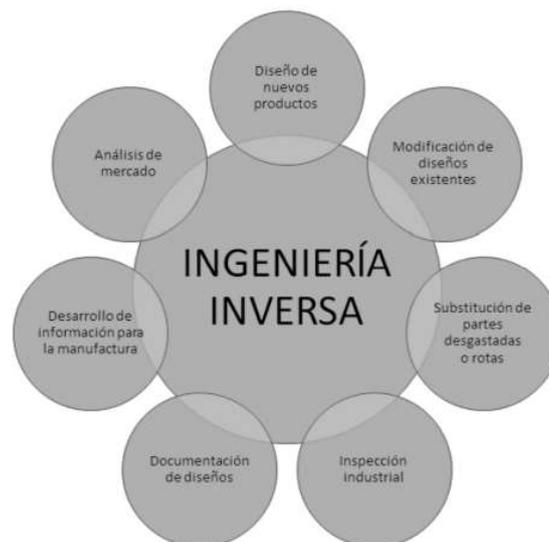


Nota: Carro et al, (2019). Industry 4.0 and Digital Manufacturing: a Design Method Applying Reverse Engineering, Carro et al, 2019. Tlaxcala: Revista Ingeniería.

Siendo la Ingeniería Inversa la variable independiente de este estudio, se presenta el modelo de Borjas et al. (1999), que plantea 7 factores para la Ingeniería Inversa para la Industria, (ver figura 9).

Figura 9.

Modelo con factores de la aplicación ingeniería inversa en el sector industrial.



Nota: Reproducido de: Ingeniería Industria 4.0 y Manufactura Digital, Borja et al, 1999. Método de Diseño Aplicando Ingeniería Inversa.

Siguiendo lo dicho por Soto (2021), en este modelo se debe conceptualizar los factores, los que pasarán a hacer nuestras dimensiones, para luego establecer los indicadores para cada uno de ellos, pero previamente se informa, que solo se tomara en cuenta aquellos factores o dimensiones que servirán para el propósito de este estudio.

En la actualidad existen innumerables técnicas para el diseño rápido que se aplican en la Ingeniería Inversa, como la digitalización, en las se emplean las herramientas CAD (diseño asistido por ordenador), CAM (manufactura asistida por computadora), CNC (control numérico computarizado) CAE (ingeniería asistida por computadora) y STL (STereo Lithography) entre otros softwares.

En este modelo se tiene 7 dimensiones cada uno con su respectivo indicador:

- Diseño de Producto Nuevo.

Diseño de producto nuevo realizado según a un modelo físico o prototipo.

Indicador: Números de diseños nuevos llevados a cabo.

- Modificación de diseños existentes.

Modificación de diseños basados a pruebas de comportamiento físico del prototipo, así como el análisis de otras pruebas mecánicas.

Indicador: Números de diseños modificados.

- Sustitución de partes desgastadas o rotas.

Recuperación de partes rotas y desgastadas sin contar con planos.

Indicador: Números de partes recuperadas, rotas y desgastadas sin contar con planos.

- Inspección Industrial.

Verificación de las dimensiones de la parte obtenida con el modelo para luego registrarlo o documentarlo.

Indicador: Números de partes verificadas con el modelo y

registradas.

- Documentación de Diseño.

Los planos se modifican por ajustes o mejoras durante el proceso de fabricación.

Indicador: Números de planos modificados por ajustes o mejoras.

- Desarrollo de información para la manufactura.

Indicador: Número de listas con la información completas por productos para la fabricación.

- Análisis de mercados.

Indicador: Números de productos desarrollados en relación con otras tecnologías e ideas mejores de productos del mercado de diferentes fabricantes competidores.

b) Modelo del Sistema de Ingeniería Inversa basado en Modelos de Producto.

Este es un modelo desarrollado por Motavalli et al., (1996), que crearon un sistema para obtener las características de un objeto a través de la tecnología de sin contacto y la tecnología con contacto (ver figura 10) para llegar a tener una representación computacional del objeto o componente. Esta representación computacional también debería ser representado en un sistema CAD (diseño asistido por computadora); además incluir “datos básicos referentes a la manufactura del componente, como acabados superficiales, tolerancias y materiales; y datos sobre las herramientas básicas y procesos requeridos para fabricar la parte” (Motavalli et al., 1996).

En este paso se realiza el modelo CAD solo en dos dimensiones, para luego generar un programa de control numérico.

Figura 10*Base de Datos para Ingeniería Inversa.*

Nota: Modular Software Development for Digitizing Systems data Analysis in Reverse Engineering Applications, Motavalli & Bidanda, 1994. <http://dx.doi.org/10.22201/fi.25940732e.1999.01n2.007>

c) Modelo de Ingeniería Inversa de Rekoﬀ.

La Ingeniería Inversa: “es el acto de crear un conjunto de especificaciones para sistemas hardware por medio del análisis y dimensionamiento de un espécimen (o de una colección de especímenes),” (Rekoﬀ, 1984).

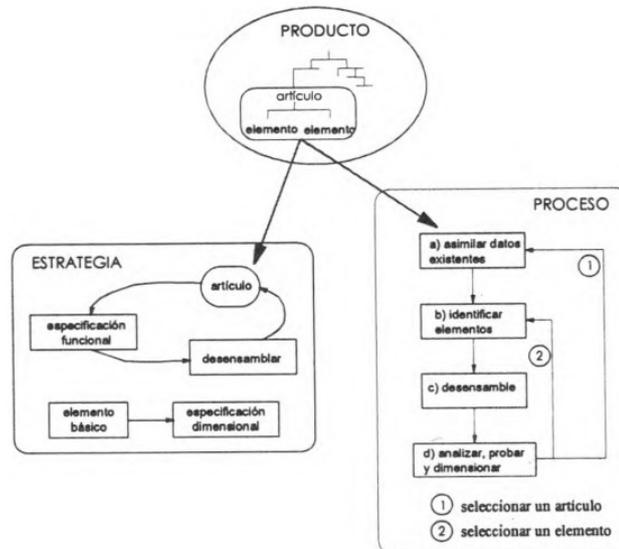
Por lo tanto, refiere Rekoﬀ, (1984), que un sistema hardware podría ser un sistema eléctrico, electrónico, software o mecánico. Agrega, también, la necesidad de entender su trabajo, como funciona, y así, cuando se malogra, poder hacer una copia para emplearse como refacción.

En la figura del modelo de Rekoﬀ (1984) se realiza la descomposición jerárquica del producto en dos elementos a su vez: “artículo y elemento”. Luego define dos especificaciones:

- 1 La funcional, describe como interactúan las partes en el trabajo que realizan.
- 2 La dimensional, especifica dimensiones, material, como se transforma durante la manufactura, propiedades técnicas y como se ensamblan.

Figura 11

Modelo de Rekkoff para Ingeniería Inversa.



Nota: Reproducción de: Method for Reverse Engineering, Rekkoff, M. 1984. Instrumentation in the Aerospace Industry.

Según la figura, este modelo de ingeniería inversa se realiza en 5 pasos que son:

- 1) Asimilar datos existentes;
- 2) Identificar elementos;
- 3) Desensamblar;
- 4) Analizar; y
- 5) Probar y dimensionar.

Conforme se muestra en la figura 8 estos pasos se realizan de forma cíclica.

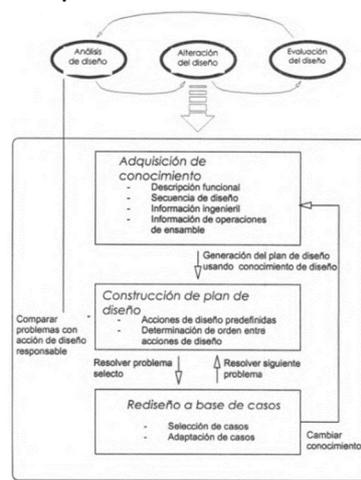
d) Modelo de Ingeniería Inversa Usando la Secuencia de Diseño.

Para Kim & Bekey (1994), este modelo se efectúa un rediseño usando una secuencia de diseño. Para ellos, "ingeniería inversa es la "actividad de: a) adquirir o inferir el proceso y la secuencia de diseño empleados para crear un producto dado; y

b) emplear el conocimiento inferido para recrear el diseño o rediseñar un producto” Kim & Bekey (1994). La idea de los autores es que se puede rediseñar un producto sin tener información de su diseño, ya que con la ingeniería inversa se puede asumir uno. A esto agrega Mostow 1989 que el proceso de diseño obtenido se emplea para rediseñar a través de una reejecución y cambio.

Figura 12

Arquitectura de REV-ENGE



Nota: Reproducción de: Generating Cartesian NC Tool. Kim, K. B. 1994. Computer Ind. Engng.

Kim y Bekey (1994) Indican que el resultado del producto rediseñado por este proceso es una copia idéntica del original, y que solo ha sido probado tomando en cuenta un proceso de diseño basado en el método de diseño para ensamble.

e) Modelo de Ingeniería Inversa en el Contexto de la Ingeniería Concurrente.

Este caso de Ingeniería Inversa es un caso particular de rediseño de un producto original basado en varios de sus aspectos y del análisis de un ejemplar. Se realiza cuando no hay documentación original de su fabricación o diseño.

Este modelo propone tres etapas:

1) Captura y análisis de la información del producto original.

Se trata del recojo de información del producto, del saber cómo se diseñó el producto cuyo sustituto se busca obtener.

2) Definición geométrica de un sustituto y de su funcionalidad.

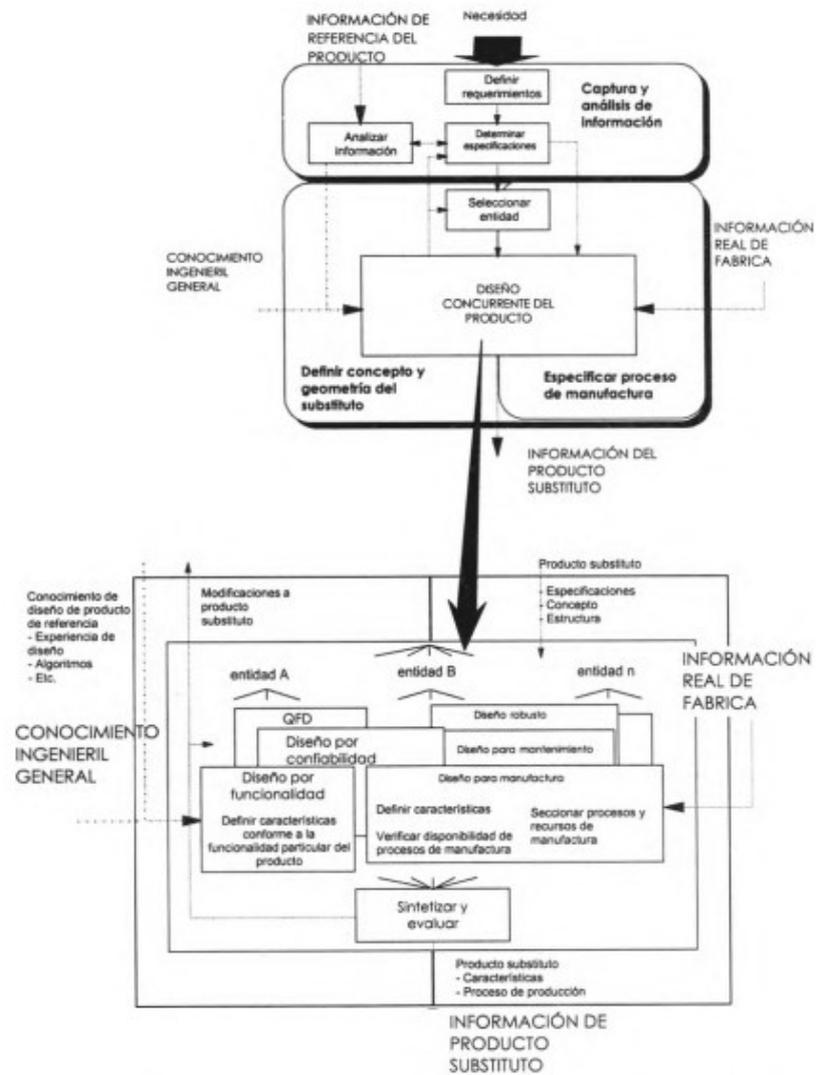
En esta etapa se evalúa y se modifica las especificaciones del sustituto basado en el conocimiento del producto original y del saber de las capacidades de manufactura disponibles.

3) Especificación del proceso de manufactura.

4) En las dos últimas etapas se ejecutan de forma simultánea y siguen el principio de ingeniería concurrente: “varias actividades se realizan en forma simultánea, se atacan diferentes aspectos del producto y se toman decisiones sobre el proceso productivo mientras se realiza diseño” (Borja 1997). (Ver figura 13).

Figura 13

El Proceso de Ingeniería Inversa.



Nota: Reproducido de: Estado del arte y tendencias futuras en ingeniería inversa, Borja, 1997. <http://dx.doi.org/10.22201/fi.25940732e.1999.01n2.007>

CONCLUSIONES

Los modelos presentados de Ingeniería Inversa bajo el contexto de ingeniería mecánica se centran en que todos tiene el fin de la digitalización y modelos CAD, centrándose en la obtención de piezas de refacción y la documentación.

De todos los modelos presentados, a excepción del primero “Modelo de los Factores de Aplicación de la Ingeniería Inversa en la Industria”, en sus momentos de creación no contaban con una eficiente norma internacional de representación e intercambio de dato de productos que facilitara el uso y la transferencia de información al sistema CAD/CAM. Sin embargo, todos coinciden en la importancia de hacer productos no solo basado a su geometría o dimensiones, si no, de una forma más integral, tomando en cuenta su funcionalidad y proceso de diseño.

Todas estas teorías, a excepción de la de Modelos de Factores de aplicación de ingeniería inversa en la industria, no han sido actualizados; pero, sin embargo, el avance de los últimos años de la tecnología digitales, así como, de la Ingeniería Inversa y de los demás procesos como CAD, CAE y CAM; son suficientes razones para ser incorporados a la Industria 4.0 que su principal valor es la digitalización de los procesos como lo menciona Borjas - Ramírez (1999) y teniendo en cuenta que existe propuesta de diseño para la manufactura con el enfoque de Industrial 4.0 incluyendo el nuevo concepto de manufactura digital.

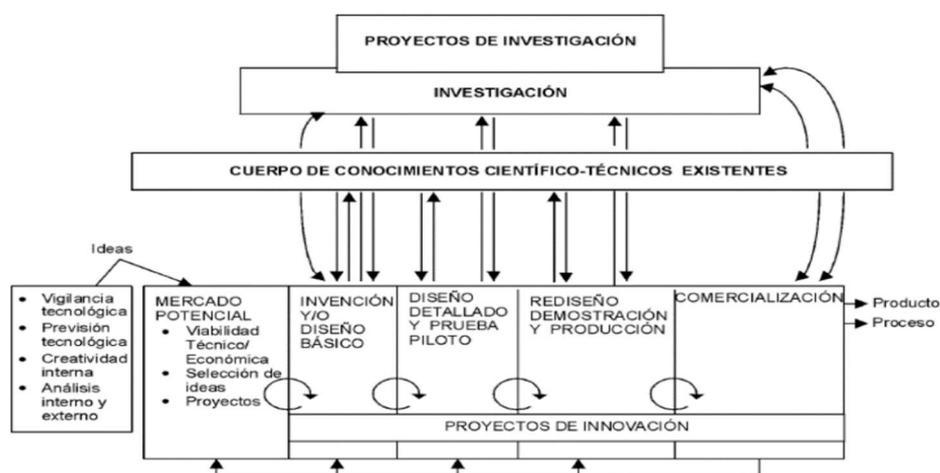
13. Modelos de Innovación.

13.1 Modelo del proceso de I+D+i (Para el sector Industrial metal Mecánico).

Como lo menciona Terán (2009), la innovación contribuye en las organizaciones a mantener las ventajas competitivas empresariales. En este estudio tratará el proceso de la innovación en el sector Industrial, para tal efecto se empleará el modelo propuesto por las normas españolas UNE 166002 sobre sistema de gestión de innovación.

Figura 14

Modelo del Proceso I+D+i



Nota: En este modelo en el que se desencadena los proyectos de innovación que constan de 5 etapas: diseño básico, diseño detallado, prueba piloto, rediseño y producción, y comercialización.

Reproducida de: Sistema de Gestión de Innovación, AENOR, 2016, UNE 16002.

Este modelo tiene la particularidad haber sido creado para gestión de sistemas de innovación AENOR, (2006); además, tiene 5 etapas de procesos de innovación, las que se definirán como lo menciona Soto (2021) para que luego pasen a ser las dimensiones de nuestra variable de estudio dependiente y luego se determine sus Indicadores de cada una.

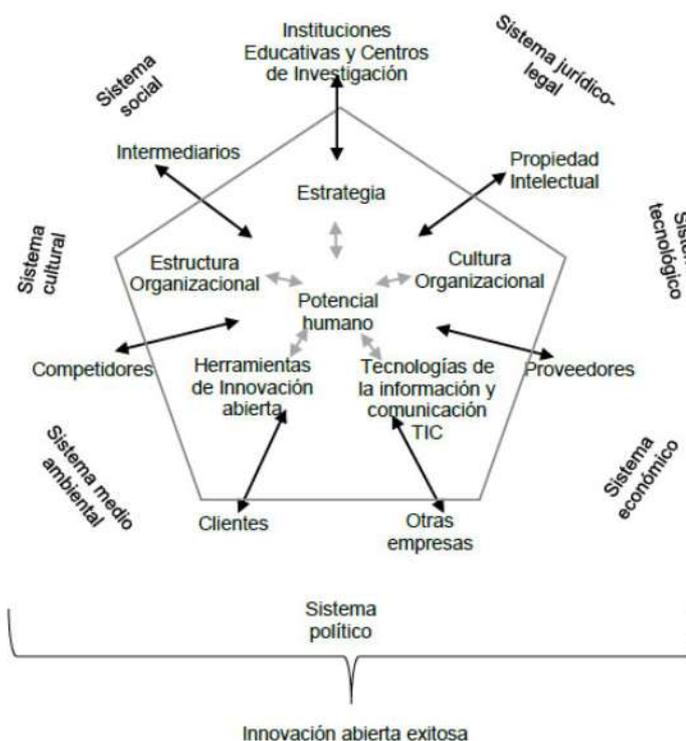
13.2 Modelo Dinámico.

Modelo Abierto.

De acuerdo con Chesbrough (2008), “la innovación abierta (IA) es un modelo mediante el cual las empresas pueden hacer uso intensivo de conocimiento tanto interno como externo, con el objetivo de potenciar y acelerar su innovación interna y expandir los mercados para el uso externo de la innovación” (Erick L Álvarez-Aros, 2017).

Figura 15

Modelo de Innovación Abierta con Énfasis en el Potencial Humano.



Nota: Reproducida de: Énfasis en el Potencial Humano, Erick L. Álvarez-Aros, 2017. Scielo.

En este modelo, la innovación tiene un enfoque integral entre las empresas y las personas que las componen y a su vez con su entorno tanto regional, nacional y global. De esta manera se logra potenciar e internacionalizar los procesos, pudiéndose

enfrentar a las dificultades que provienen de estos mismos procesos con innovación o actividades de innovación. Desde el punto de vista del potencial humano, quien es los más importantes para los logros de los objetivos estratégicos de las organizaciones (Cornell University et al., 2014; Drucker, 2005; González y García, 2011; KPMG, 2014).

13.3 Modelo Tecnológico.

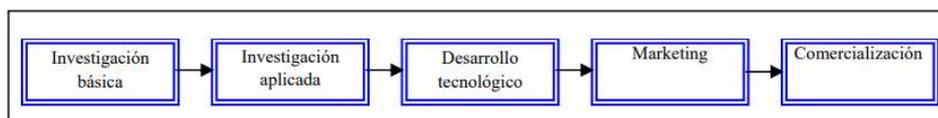
Modelo lineal de Innovación.

Menciona Godin (2006), Este modelo lineal de innovación tiene la finalidad de hacer entender la relación entre la ciencia y la tecnología que inicia con la investigación básica, pasando hacia la aplicada, el desarrollo y la difusión. Se prioriza la investigación científica como base a la innovación.

El proceso de innovación lineal se desprende dos modelos, el “Science Push” y “Demand Pull”. En el modelo de Science Push se tiene como prioridad el conocimiento científico, ya que la investigación básica promueve la invención conllevando a la innovación y finalmente a la difusión. (Ver figura 16).

Figura 16

Modelo Lineal del Proceso de Innovación. (Sciene Push).



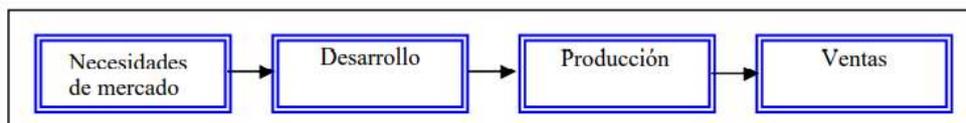
Nota: Reproducida de: Innovación Abierta, González, R. 2001, www.madrid.org/bvirtual/BVCM001260.pdf.

“Como segundo modelo de innovación lineal, el Demand Pull que está basado en el Market Pull (tirón de mercado), o sea, en la demanda del mercado, y supone el progreso de la tecnología orientada en primer lugar hacia una necesidad

específica del mercado y solo, de forma secundaria, hacia el incremento del rendimiento tecnológico” (González, 2011). (Ver figura 13).

Figura 17

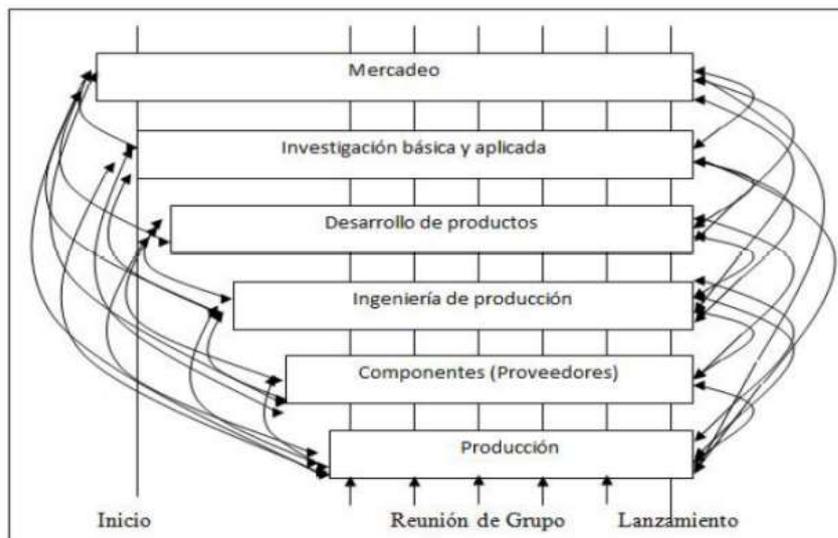
Modelo Lineal de la Innovación (Demand Pull).



Nota: Reproducida de: Innovación Abierta, Gonzáles, R. 2001, www.madrid.org/bvirtual/BVCM001260.pdf.

13.4 Modelo Integrado:

“Este modelo fue propuesto por Rothwel en 1994, quien consideró y denominó como modelo de Cuarta generación. Desde el periodo de los ochenta hasta los inicios de los noventa se empezó a considerar que las fases de innovación, desde el punto de vista operativo o de gestión, se deberían considerar mediante procesos no secuenciales; es decir, de procesos solapados o incluso simultáneos o concurrentes como consecuencia de la necesidad de acortar el tiempo de desarrollo del producto para introducirlo al mercado” (Velasco & Zamanillo, 2007).

Figura 18*Modelo de Innovación Tecnológica Integrado.*

Nota: Reproducida de: La Gestión de la Innovación y la Tecnología en la Organizaciones, Nuchera et al, 2002, Pirámide.

El trabajo en equipo y una buena gestión es muy importante para efectuar trabajos paralelos, acompañados de un plan de ejecución que tome en cuenta todo el pormenor de los tiempos de las tareas que se efectúan simultáneamente, identificando aquellas que son críticas para evitar desviaciones, controlando el proceso; además, de una buena comunicación para que al final todas las tareas conjuguen en el último tramo del montaje.

13.5 Modelo de Red.

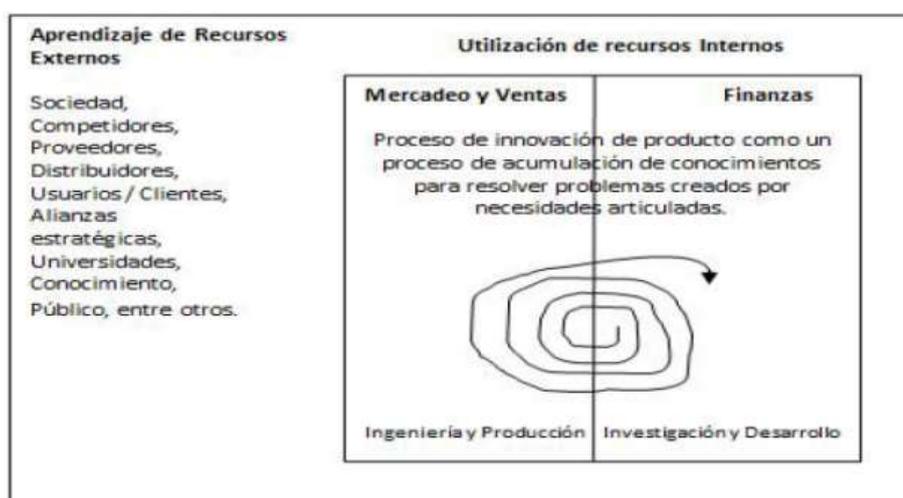
Este modelo de quinta generación toma la importancia de la capacitación tanto a nivel interno como externo entre las organizaciones y resalta que la innovación es generalmente y fundamental un proceso distribuido en red. Sin embargo, para Velasco et al. (2007) destaca la utilización de tecnología electrónica que incrementa la eficiencia y prontitud del desarrollo de nuevos productos y procesos dentro y externamente la red de proveedores, clientes y colaboradores externos.

La gestión de este tipo de procesos de innovación demanda amplio conocimiento, lo que demanda alto costo de inversión en equipos y formación, como de mucho tiempo.

Así mismo, López et al (2009), refiere que los beneficios son considerables a largo plazo: eficiencia y manejo de información en tiempo real a través de todo el sistema de innovación (López et al. O. Blanco, 2009).

Figura 19

Modelo de Red.



Nota: Reproducido de: Evolución de los Modelos de la Gestión de Innovación, López et al, 2009. http://www.web.facpya.uanl.mx/rev_in/Revistas/5.2/A7.pdf.

La innovación se puede tomar como un aprendizaje, dice Rothwell (1994); como Know-How que supone temas de aprendizaje tanto internos como externos (Rothwell, 2002).

Sin embargo, los beneficios de potenciar a largo plazo son considerables: eficiencia y manejo de información en tiempo real a través de todo el sistema de innovación (incluyendo funciones internas, proveedores, clientes y colaboradores).

CONCLUSIONES

Todos los modelos presentados son susceptibles de ser mejorados en el transcurso de tiempo, por lo pronto no hay un modelo generalizado debido a los innumerables temas por abordar y del cual cada una tiene particularidades de estudio deferentes.

Pero, sin embargo, el “Modelo del Proceso I+D+i” y que fuera propuesto por la norma española sobre sistemas de gestión de innovación, está orientado hacia el sector industrial. Este modelo de innovación es compatible al “Modelo con factores de la aplicación de Ingeniería Inversa en el sector industrial” y a su vez con el proceso de diseño sugerido para este mismo modelo de Ingeniería Inversa. En el desarrollo de estos modelos de factores de aplicación de ingeniería inversa y del modelo de proceso de gestión I+D+i se puede observar que ambos caminan al lado del desarrollo tecnológico, acoplando sus procesos de desarrollo sin mayores problemas.

CAPÍTULO III – MARCO REFERENCIAL

La aparición de la actividad metal mecánica en nuestro país se remonta al tiempo colonial en la necesidad de fabricar armas como sables, cañones y repuestos; además de cubrir las necesidades de las iglesias en la adquisición de campanas, puertas, ventanas, etc.

Esta época estuvo caracterizada por la dependencia de la exportación de bienes desde Europa; sin embargo, se recoge históricamente la aparición, aunque no se registra mucha documentación de talleres artesanales, de una de la primera fábrica de fundición de mayor significado y reconocimiento del momento, cuyo nombre era “El Águila” o “Eagle Iron Works S. A.” establecida en 1866 del inglés Guillermo de Coursey, y se encontraba en el barrio Chucuito del Callao. Hacia el año 1868 publicó un aviso en el que ofrecía todo tipo de trabajo de fundición y herrería.

“La fundición el Águila se especializará en la fabricación de maquinaria minera, maquinaria industrial, metalurgia, fundición, calderería, mecánica” (Gobierno Regional del Callao, 2021).

A los mediados de los años 40 se inició la fabricación de bienes para el sector minero y refiere Tavera (2020): “por su condición de transversalidad con los demás sectores productivos se genera una dinámica innovadora importante en el resto de la economía”.

En el año de 1956 en el gobierno de presidente de la república General Manuel Odría se funda la empresa siderúrgica SIDERPERU en la ciudad de Chimbote y la

central hidroeléctrica del Cañón del Pato en Huallanca que suministraría energía a la siderúrgica, y en julio de ese mismo año se inauguró el tren laminador de planchas de la Planta de Laminación.

El sector metal mecánico fabrica y brinda servicio de mantenimiento. Fabrica máquinas eléctricas, carrocerías, piezas fundidas, aleación de minerales, metales básicos, entre otros.

A nivel mundial, el que lidera en el sector metalmecánica se encuentra a Estados Unidos y Japón, seguidos por Alemania y España. Mientras que en América del Sur se encuentra en vía de desarrollo como otros sectores.

Entre tanto, en el Perú el sector metal mecánico representa un rol muy importante en la estructura económica, así lo manifestó el Decano de la Facultad de Ingenieros de la Universidad tecnológica del Perú (UTP) y director de la Sociedad Nacional de Industria (SIN), Mariátegui (2020), que además, dijo que este sector suministra artículos y bienes para otros sectores como la industrial, minería, pesca, electricidad, construcción, transporte, lo que contribuye a generar empleos concadenados a estas actividades.

El resultado de la Encuesta Nacional de Innovación de la Industria Manufacturera 2015 publicado en el INEI (2017) indica: las empresas que más contribuyeron a la innovación fueron las de otros equipos de transporte, como las locomotoras, buques, aeronaves, entre otros.

Según el “Reporte de Producción Manufacturera” elaborado por Ministerio de la Producción (2022), el sector representó en el año 2020:

Tabla 4

Desempeño Económico 2021

Valor Agregado Bruto (VAB) ¹	9.50%	60 855 millones de soles
Producto Bruto Interno (PBI)	1.20%	486 737 millones de soles

Nota: ¹ valores a precios constantes de 2007.

Por otra parte, las empresas metalmeccánicas en el año 2020 fueron alrededor de 54 930 empresas formales, de las cuales (ver tabla 5):

Tabla 5

Porcentaje Empresarial Metalmeccánica en Función al Tamaño 2020.

Micro empresas	94.80%
Pequeñas empresas	4.70%
Mediana empresas	0.10%
Grandes empresas	0.40%

Nota: Se puede deducir que el 99.6% corresponde a Mipymes.

Se puede observar que las industrias metal mecánico no muestran un crecimiento sostenido, por ser un sector con menos desarrollos al carecer de condiciones que las estimulen; “además, que las grandes empresas concentran un mayor aporte productivo en el mercado”, (Ministerio de la producción, 2022).

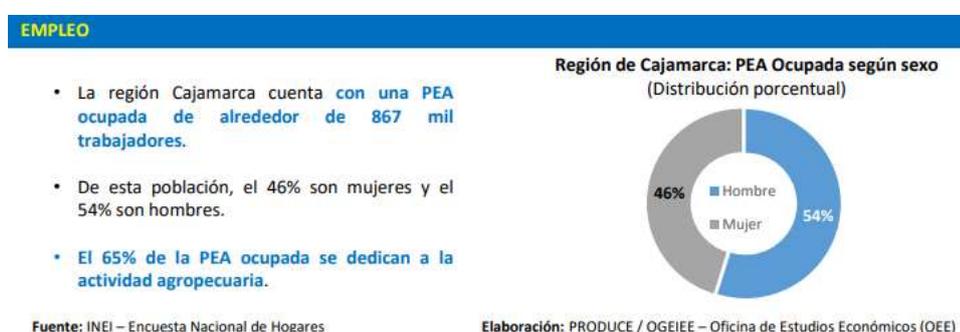
Lo referente a lo geográfico, el informe de PRODUCE (2022), señala que 84.4% de las empresas del sector se concentraron en diez regiones (ver tabla 6):

Tabla 6*Porcentaje de Factorías Según Nivel Geográfico.*

REGIÓN	TASA
Lima	46.30%
Arequipa	6.80%
La Libertad	4.60%
Callao	4.10%
Cuzco	4.10%
Junín	3.70%
Piura	3.40%
Ancash	3.20%
San Martín	2.60%
Lambayeque	2.60%

El sector metal mecánico, como empresa manufacturera que multiplica el empleo por cuatro, está muy ligada a la inversión del sector minero, según lo manifestado por Butrica (2022), vicepresidente de la Asociación de Empresas Privadas Metal Mecánicas del Perú (Aepme).

Según el ministerio de la producción, el estudio realizado en la región de Cajamarca la PEA se compone de la siguiente forma (ver figura 20):

Figura 20*La PEA en la Región de Cajamarca.*

Nota: Reproducida de: Desempeño de la Industria Metalmeccánica 2021, PRODUCE 2022, oficina de estudios económicos.

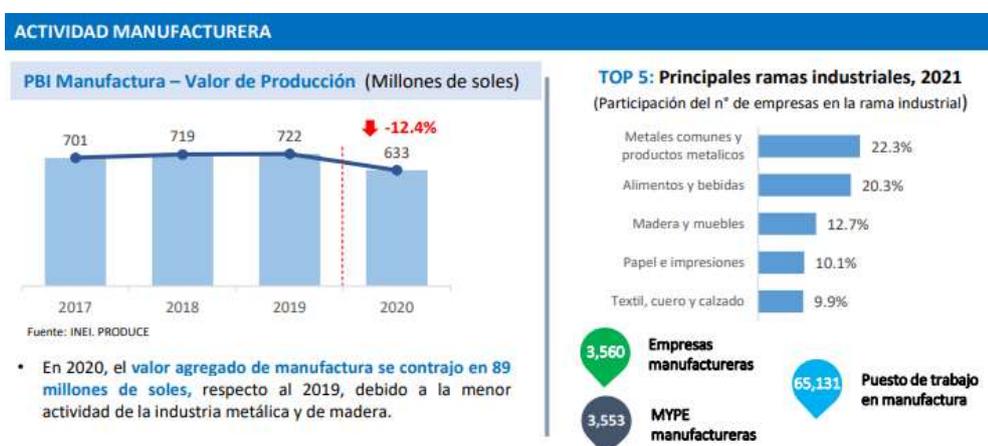
Pero esto, dependerá de una política adecuada del gobierno y la solución de los conflictos sociales de las poblaciones de influencia con las minas. Además, habría que mencionar que pese al esfuerzo del sector que surte de maquinarias, herramientas o bienes metálicos a la cadena de suministro de otros sectores, hasta el final del cierre 2021 no había alcanzado sus niveles a la prepandemia.

La región de Cajamarca, pese a ser una zona minera, no se encuentra dentro de las diez regiones que concentra una cifra significativa de tasa de empresas manufacturera metalmeccánica. Sin embargo, el Gobierno regional de Cajamarca ha realizado esfuerzos “con el objetivo de organizar, capacitar e insertar en el mercado regional y nacional a los empresarios... se instaló la mesa de metal mecánica presidido por la dirección regional de Producción” (Gobierno regional de Cajamarca, 2012).

Según la estadística del Ministerio de la Producción, el año 2012 se contaba en la Región de Cajamarca con alrededor de 600 empresas dedicadas al sector metal mecánico, hasta el año 2021 se tiene el siguiente cuadro de las actividades manufactureras de la región según Produce (ver figura 21):

Figura 21

Actividades Manufactureras de la Región de Cajamarca.



Nota: Reproducida de: Desempeño de la Industria Metalmeccánica 2021, PRODUCE 2022, oficina de estudios económicos.

La industria de metales comunes entre los años 2016 y 2020 tuvo un ligero descenso de (-0.8%) de la producción, siendo este sector unos de los pilares de la producción, el cual está estrechamente relacionada con la minería, esto es debido a que la minería le suministra materia prima y este a su vez le proporciona los bienes o productos para sus operaciones. Todo esto ayuda a generar 11 000 puestos de trabajo directo en un año.

Según la Gerencia de Manufacturas de la Asociación de Exportadores (ADEX) (2022), el Perú exporto por más de S/2 000 millones en los sectores manufacturas y metalmeccánica, de los USD, 3 736 millones de la exportación manufacturera desde enero hasta agosto del 2021. Además, hace mención que este monto es superior al periodo del 2020, que registro USD, 2 402 millones y que parte de estos montos lo constituyen productos de la industria metalmeccánica. Los productos de los sectores manufacturas y metalmeccánica son de un sector business to business (B2B), multiplicadores de puestos de trabajos y de las industrias afines.

Las cadenas de este suministro mencionan Merzthal (2022), son complejas y requieren de industrias que van desde los sectores primarios, pasando por los secundarios e incluyendo todo tipo de tamaños de empresas (inclusive las Pymes) que abastecen repuestos y servicios en toda su cadena de valor.

Tabla 7

Números de Empresas Exportadoras Según Sector y Tamaño

N° de Empresas según Sector y Tamaño*	Feb-22			Enero-febrero 2022			Récord Histórico		Microempresa		Pequeña		Mediana		Grande	
	N° de Empresas	Variación	Var.%	N° de Empresas	Variación	Var.%	N° de Empresas	Año	N° de Empresas	Variación	N° de Empresas	Variación	N° de Empresas	Variación	N° de Empresas	Variación
Tradicionales	451	104 ▲ 30.0%		580	119 ▲ 25.8%		580	2022	86	-18	323	131	24	-2	147	8
Minería	267	62 ▲ 30.2%		334	89 ▲ 36.3%		334	2022	12	-1	204	98	18	-4	100	-4
Agricultura	136	45 ▲ 49.5%		191	39 ▲ 25.7%		191	2022	67	-9	100	35	3	1	21	12
Pesca	31	-3 ▼ -8.8%		34	-4 ▼ -10.5%		69	2000	1	-3	12	-4	3	2	18	1
Hidrocarburos	17	0 ▬ 0.0%		21	-5 ▼ -19.2%		28	2018	6	-5	7	2	0	-1	8	-1
No Tradicionales	3,441	145 ▲ 4.4%		4,629	163 ▲ 3.6%		4,629	2022	3,018	80	1,223	84	70	-11	318	10
Agroindustria	1,028	-5 ▼ -0.5%		1,272	9 ▲ 0.7%		1,272	2022	659	0	470	18	18	-12	125	3
Químico	467	6 ▲ 1.3%		627	-23 ▼ -3.5%		650	2021	405	-23	156	-9	14	7	52	2
Metalmecánico	457	60 ▲ 15.1%		615	85 ▲ 16.0%		615	2022	487	61	96	10	8	3	24	11
Prendas de vestir	410	36 ▲ 9.6%		577	-15 ▼ -2.5%		834	2012	446	-16	114	15	3	-2	14	-12
Textil	167	-4 ▼ -2.3%		243	3 ▲ 1.3%		313	2020	151	-8	75	14	4	-2	13	-1
Minería no metálica	129	3 ▲ 2.4%		208	11 ▲ 5.6%		214	2014	156	37	34	-19	3	-2	15	-5
Sidero-metalúrgico	160	-16 ▼ -9.1%		188	-13 ▼ -6.5%		197	2021	107	16	57	-15	4	-4	20	-10
Pesca y Acuicultura	145	-11 ▼ -7.1%		182	-11 ▼ -5.7%		248	2014	66	-74	76	41	8	4	32	18
Maderas	75	11 ▲ 17.2%		99	17 ▲ 20.7%		189	2008	70	10	26	7	1	-2	2	2
Varios	403	65 ▲ 19.2%		618	100 ▲ 19.3%		644	2011	471	77	119	22	7	-1	21	2

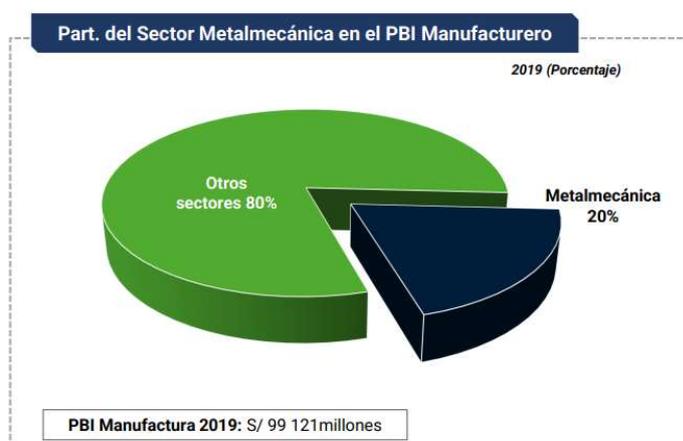
*La suma no coincide con el número total de empresas porque una misma empresa puede exportar de varios sectores.

Nota: Números de Empresas Exportadoras Según Sector y Tamaño, CIEN – ADEX, 2022. SUNAT / ADEX Data TRADE.

Las empresas metalmecánicas por su transversalidad con otros sectores tienen una gran importancia en la estructura productiva de la economía, siendo una actividad importante de eslabonamientos productivos y de empleo. Es así, que en el año 2019 las empresas manufactureras tuvieron una participación del 20% del PBI productivo (ver figura 22):

Figura 22

Participación del Sector Metalmeccánico en el PBI Manufacturero (2019).



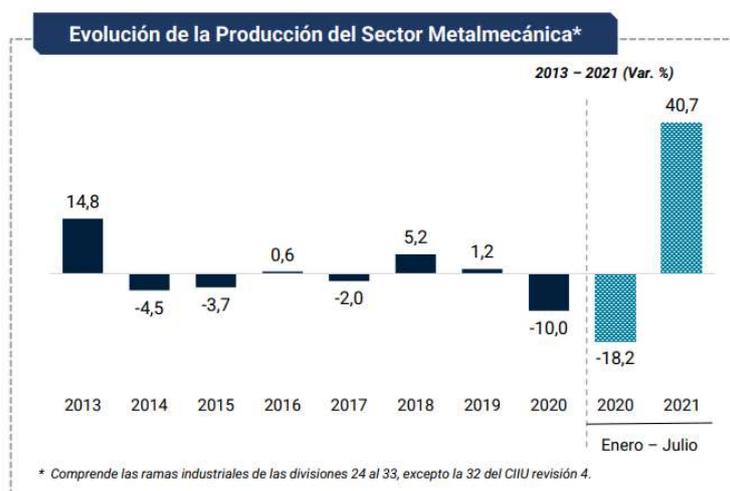
Nota: Comprende las ramas industriales de las divisiones 24 al 33, excepto la 32 del CIU revisión 4.
Reproducción de: Industria Metalmeccánica, Instituto de Estudios económicos y Sociales, 2019. INEI.

Como se puede observar en la figura 23, el sector metalmeccánica tuvo un crecimiento de 40.7% entre los meses de enero y julio del 2021, en comparación como se muestra en la figura 23 del mismo periodo del año anterior.

En el año anterior 2020 se redujo el sector un 10% debido a la falta de dinamismo por la pandemia (Ver figura 19), iniciando la recuperación en la primera fase de reactivación, reflejándose al final del año 2020:

Figura 23

Producción Nacional de la Industria Metalmeccánica.

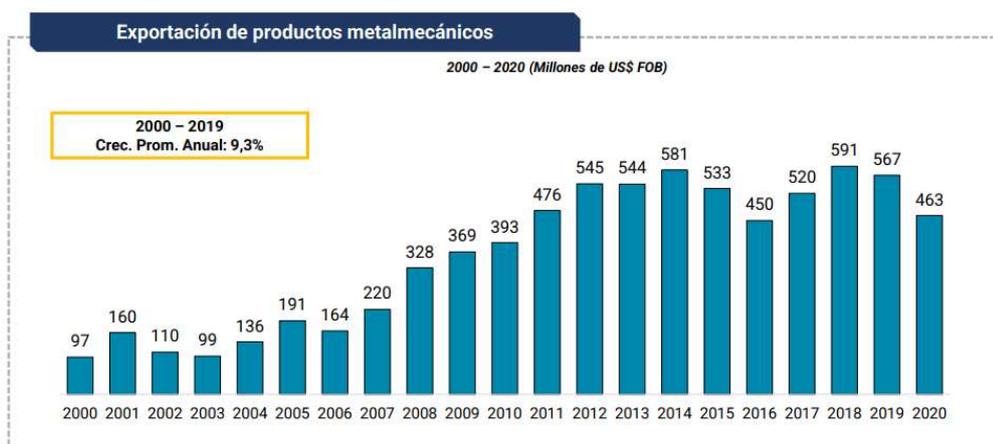


Nota: Reproducida de: Desempeño de la Industria Metalmeccánica 2021, PRODUCE 2022, oficina de estudios económicos.

Las exportaciones aumentaron desde US\$ 97 millones a US\$ 567 millones, incrementando una tasa en promedio de 9.3%. Se debe indicar que en el año anterior 2020 se tuvo una caída en la exportación en este rubro de -18.4%.

Figura 24

Exportaciones de la Industria Metalmeccánica.



Fuente: BCRP
Elaboración: IEES - SNI

14. ANÁLISIS FODA DEL SECTOR METALMECÁNICA

14.1 FORTALEZAS:

- Experiencia dada por la antigüedad, de contar con muchos años en el sector metalmecánica.
- Yacimientos mineros proporcionan materia prima nacional para el sector.
- Bajo costo de mano de obra.
- Certificación ISO, que cuentan las principales empresas medianas y grandes.
- Suficiente conocimiento y dominio del sector de tecnología para la elaboración de productos de dificultad mediana, intermedias y algunas pocas altas.

14.2 OPORTUNIDADES:

- Acuerdos comerciales con países como Estados Unidos que ayuda a dinamizar mayor demanda de productos metal mecánico.
- Procesos de descentralización y regionalización en el país.
- Desarrollar marca país.
- Crecimiento de otros sectores como la minería y la construcción.
- Mayor compra del estado.

14.3 DEBILIDADES:

- Alto costo de la energía eléctrica.
- Poca mano de obra calificada.
- Carencia de una política sectorial de desarrollo de largo plazo (discontinuidad de políticas).
- Débil alianza entre empresas y universidades.

- Desventajas en la forma de pago del estado a las empresas del sector nacional que lo realiza a tres meses, mientras que a las internacionales es en menor tiempo.
- Tecnología obsoleta principalmente en pequeñas empresas.

14.4 AMENAZAS:

- Incremento de informalidad.
- Competencia desleal de Asia (principalmente China).
- Ingreso de productos a precios dumping. (ángulos, fierros de construcción, tubos, etc.).
- Aumento de los precios en el mercado internacional del petróleo y acero (fletes marítimos).
- Mayor aceleración del cambio tecnológico en desmedro de los productos peruanos.

15. Estrategias: Matriz FODA

15.1 ESTRATEGIA FO:

- Realizar alianzas con el estado y universidades para incrementar el nivel de desarrollo de la tecnología en el sector metalmecánica.
- Crear una marca país de los productos metalmecánicas, los cuales se destaquen por su tecnología y calidad.
- Incentivar la participación de las empresas nacionales en las licitaciones de obras del estado con políticas transparentes y que pongan en relieve el apoyo del estado hacia ellas.
- Políticas de incentivos del estado para demandar las compras de bienes y servicio al sector metalmecánica nacional y regional por parte de las empresas mineras y de construcción de la región, para

que de esta manera crezca el sector metalmecánico.

- Capacitación de manos de obra para realizar trabajos en el sector metalmecánica con la intención de incrementar el valor de la misma y aumentar la productividad.

15.2 ESTRATEGIA DO:

- Motivar la asociatividad de las empresas metal mecánica para insertarla en el mercado regional y nacional; además, aprovechar la capacidad instalada, poder realizar intercambio tecnológico y aunar esfuerzos para la exportación.
- Incrementar la capacitación de profesionales y técnicos del sector metalmecánica a través de convenios con universidades e institutos.
- Incentivar la innovación para reducir costos y obtener mayor productividad.

15.3 ESTRATEGIA FA:

- A través de bancos, empresas privadas o con la conformación de consorcios, obtener la financiación para participar de proyectos metalmecánicas de envergadura.
- Promover la formalización de empresas con la finalidad que los empresarios del sector se beneficien con los incentivos tributarios y financieros.
- Estar a la expectativa de nuevas tecnologías, innovando, creando mejores procesos y productos, dando mayor valor a sus actividades.

15.4 ESTRATEGIA DA:

- Diversificar sus productos y aplicaciones para no depender de los sectores de minería y construcción.
- Hacer visitas a países industrializados para traer tecnología del sector metalmeccánica.
- Hacer ingeniería inversa a productos para obtener tecnología y poder diseñar e innovar.

DIAGNÓSTICO DEL SECTOR

El sector metalmeccánico si bien tiene muchos años en el Perú, aún no ha terminado de madurar, teniendo algunos empujes de crecimientos como el año 2019 que avanzó en los primeros meses 17.9% en comparación al año anterior 2018, según PRODUCE. Esto es debido a la recuperación del sector construcción en ese año y de la reactivación del sector minero, haciendo notar la estrecha relación de estos sectores con el sector metalmeccánica.

Es necesario que exista una política estratégica continua a largo plazo por parte de los gobiernos de turno, como también, un mayor incentivo al sector, proporcionando puntos a favor en las licitaciones a empresas locales y por mantenerse operando en el país.

Siendo este sector de gran importancia para el PBI y de participación multisectorial, debe de diversificar sus productos y procesos para no estar dependiendo solo de los sectores de construcción y minería, para esta manera también, mantener los puestos de trabajo, bajando el nivel de estacionalidad, siendo constante sus

operaciones. Además, se reduce la volatilidad de los ingresos y se reduce el poder de negociación del cliente.

Es necesario proteger al sector con normas legales que la proteja de los contratos nocivos y de las competencias desleales, así como también, crear barreras a los productos del extranjero con precios dumping.

Desarrollar en el sector la capacidad de investigación, desarrollo e innovación, para esto, debe haber una alianza de las empresas y el gobierno, con los institutos y universidades. De esta manera, se podrá hacer que el sector sea más competitivo y productivo, convirtiendo a las empresas del sector más rentables.

ANÁLISIS CRITICO

El sector metalmecánica es de mucha importancia para la economía del país, por lo que se debe dar la importancia correspondiente, esto es, por la participación que tiene en otros sectores económicos. Como una columna vertebral en las que se soportan otros sectores, esta tiene que ser impulsada a un desarrollo constante por el estado, promoverlas y apoyarlas económicamente, en el país hay materia prima y necesitan ser tratadas para darles un valor agregado.

La investigación, desarrollo e innovación es muy importante para todo sector económico; pero para el sector metalmecánica es mucho más, esto es, porque, las herramientas y máquinas que se emplean en las industrias de los demás sectores son muy caras por la tecnología que representan y, además, solo los manuales nos explican cómo emplearlas, pero desconocemos la tecnología que usamos.

Muchos países han crecido económicamente comprando máquinas, herramientas y todo tipo de producto para luego mejorarlas, como ejemplo tenemos a China que luego de un estudio de su compra se atrevieron a mejorar el producto para comercializarlos.

En la pandemia se fabricó respiradores para los pacientes del COVID-19 con apoyo de la Universidad de Ingeniería, de la Marina de Guerra del Perú, de empresas privadas y profesionales de la medicina, obteniendo resultados para el bien común de nuestra sociedad con una inversión mínima que no superaba el costo de estos equipos en el mercado.

Como se puede ver, contamos con excelentes profesionales de diversas disciplinas y con la ayuda de la herramienta multidisciplinaria de la Ingeniería Inversa (II) pueden obtener la tecnología y el conocimiento de las cosas para mejorarlas y acrecentarlas.

No pueden pretender desarrollar la tecnología a partir de la invención de la rueda, porque ya está inventada o comprar el patente del fuego, porque este es libre. Lo que deben hacer, es desarrollar la tecnología y obtener el conocimiento a partir de lo que se encuentra en frente, entre las manos y mejorar el producto e innovando a partir de este.

CAPÍTULO IV – RESULTADOS

16. MARCO METODOLÓGICO

Arias (2012) señala que el marco metodológico es el “conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas”. En otras palabras, es el proceso que lleva a poder recolectar, ordenar y analizar la información y su interpretación basada en la formulación de una hipótesis, la cuales pueden ser validadas o negada por la investigación.

16.1 Diseño de la Investigación

Dado que el motivo del estudio será analizar la influencia de la Ingeniería Inversa en la Innovación de las Empresas del Sector Metalmeccánica, se recurre a un diseño de investigación que es básico debido a que no tendrá un uso inmediato. También, de corte transaccional descriptivo, debido a que tiene el objetivo de averiguar lo que ocurre y los valores entre los que se manifiestan las variables dentro de un enfoque cuantitativo que servirá para describir, comprender e interpretar, la influencia de la ingeniería inversa en la innovación de las empresas del sector metalmeccánica.

De acuerdo con Baena (2014), manifiesta que la investigación pura “es el estudio de un problema, destinado exclusivamente a la búsqueda de conocimiento” (p. 11). El fin es el incremento de conocimiento o cambiar los preceptos teóricos e incrementar los saberes científicos.

Mientras que Hernández (1998) indica que “Los diseños de investigación transaccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables, y analizar su incidencia e interrelación en un

momento dado...pueden abarcar varios grupos o subgrupos de personas, objetos o indicadores". Se toma información en la línea de tiempo, en un solo punto en el que se interrelacionan las variables de estudio.

16.2 Población objeto de estudio:

Se tiene como objetivo de estudio a las industrias metalmecánicas ubicadas en la ciudad de Cajamarca, que son pequeñas, medianas y grandes empresas, que su trabajo radica en la reparación, fabricación, ensamblaje y trabajos con metales.

Se tomó como base el Análisis Regional de Empresas Industriales elaborado por la Región de Cajamarca, en el último censo realizado en el 2011, tan es así que, en la ciudad de Cajamarca hasta el 2011 se contaba con 10 pequeñas empresas y 2 entre mediana y grande, no tomándose en cuenta los talleres de las grandes mineras que realizan trabajos de este sector metalmecánica para sus operaciones, contando con hasta más de 200 trabajadores.

Se tomó como criterio el número de trabajadores de las empresas según el MINISTERIO DE TRABAJO Y PROMOCIÓN SOCIAL para su clasificación en pequeña, mediana y gran empresa. Se consideró las empresas grandes como pilar de la muestra de este estudio, debido a que estas empresas tienen un grado de estructura importante que juega un rol significativo aumentando su nivel de innovar.

16.3 Determinación de la Muestra:

Este estudio es de naturaleza descriptiva y se basa a una investigación de campo a ocho (8) industrias del sector metalmecánica de las 14 existentes, tomando en cuenta

a las medianas, pequeñas y grandes industrias, asumiendo la clasificación de la Dirección general de Industria de la región de Cajamarca, detallando que las pequeñas tienen entre 10 y 49 trabajadores, las medianas entre 50 y 199 trabajadores, mientras que las grandes industrias entre 199 a más trabajadores.

Tabla 8

Muestra

Tipo de Industria	Número de trabajador	Porcentaje
Pequeña	10 a 49	3(37.5%)
Mediana	50 a 199	2(25%)
Grande	199 a más	3(37.5%)
Total		8(100%)

De acuerdo con lo obtenido en la tabla anterior, el 37.5% de las industrias son pequeñas, el 25% son medianas y el 37.5% son grandes industrias.

16.4 Instrumentos (Cuestionario)

Este estudio se realiza en la ciudad de Cajamarca del departamento del mismo nombre, usando dos (2) cuestionarios con escalamiento tipo Likert, basado en la norma española UNE 166002.

Estos dos cuestionarios les servirán para obtener datos relevantes sobre el nivel de empleo de los modelos de la ingeniería inversa e innovación y su aproximación en cuanto a la influencia de una sobre la otra, además, el grado de desarrollo de las innovaciones que se podría alcanzar diseñando con el empleo de estas herramientas.

Los cuestionarios tipos Likert constan de preguntas dirigidas para obtener información sobre el grado de conocimientos y el nivel de sus aplicaciones de sus

factores en la industria del sector metalmecánica, tanto del modelo de la innovación y de la ingeniería inversa, como, de las influencias de una sobre la otra, pasos del modelo de la ingeniería inversa e innovación; además, para este fin se elaboró los cuestionarios que se encuentran el anexo 1, estos se encuentran estructurado con la calificación siguiente: (1) deficiente, (2) insuficiente, (3) suficiente, (4) bueno y (5) excelente.

16.5 Evaluación de los resultados de los cuestionarios:

Como resultado de la evaluación que realizaron a los instrumentos diseñados para este fin, se evaluarán en primer lugar:

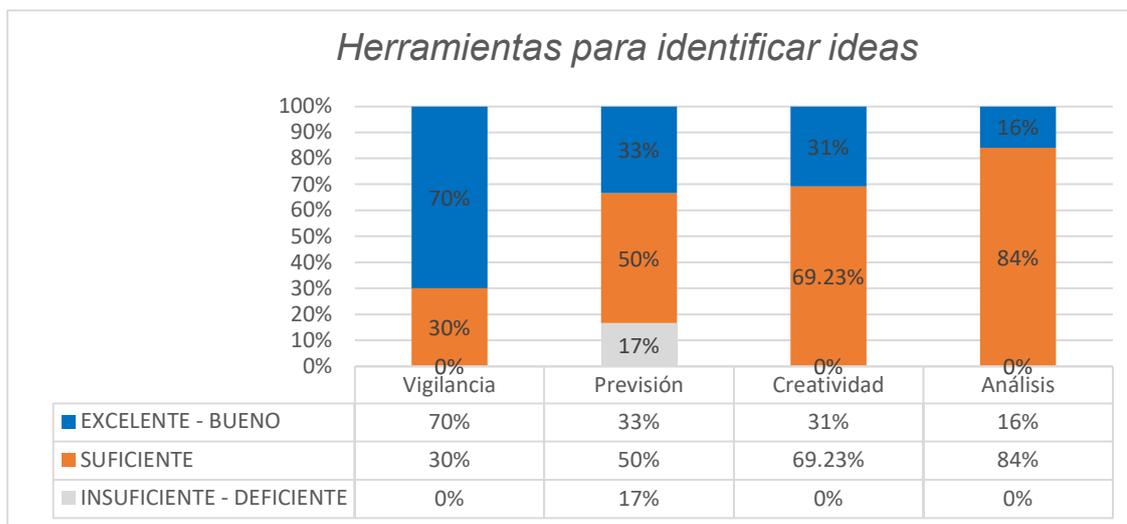
16.6 Las herramientas utilizadas para encontrar ideas: del modelo de innovación aplicado al sector metalmecánica y estas herramientas son:

- Vigilancia tecnológica
- Previsión tecnológica
- Creatividad
- Análisis externo e interno

Las herramientas antes mencionadas son necesarias que sean conocidas por todas las industrias, con la finalidad que puedan alcanzar sus objetivos, y su uso requiere apoyo de otras organizaciones alcanzando los objetivos trazados en el momento de lograr administrar la etapa del modelo de innovación.

Figura 25

Herramientas para Identificar Ideas



En la figura 25 se observa que en la **vigilancia** tecnológica, que vendría hacer el saber de lo nuevo de las tecnologías claves para el negocio, que podrían ser oportunidades o amenazas, se alcanza un 70% como excelente-bueno impulsado este índice por las grandes empresas que trabajan en la ciudad de Cajamarca con las mineras. Sin embargo, con un 30% de suficiente y un 0% en insuficiente-deficiente que indica que nadie niega el desconocimiento de los avances tecnológico de su negocio y esto puede ser gracias a la conectividad actual, pero a su vez, señala el resultado el desconocimiento de qué hacer con lo que se sabe para acrecentar sus negocios o la falta de recursos para implementar avances tecnológicos.

En relación con la **previsión** tecnológica, siendo esta una herramienta que se debe valorar por estimular a la creatividad o detectar nuevas ideas que ayuden al crecimiento de los negocios; sin embargo, no es tomada en cuenta en el sector metalmecánica, que es tan importante y transversal con otra industria. Además, con un 17% de insuficiente-deficiente, es decir, que las empresas consideran esta tarea de

mucho trabajo, de elevado costo y extenso, no tomando en cuenta que esta es una tarea del día al día, es decir, continua. Mientras tanto, un 33% manifiestan que la valoran como excelente-bueno y solo un 50% lo indican como suficiente pese a su importancia para el sector.

En cuanto a la **creatividad**, un 31% en excelente-bueno, no es nada despreciable, pero podría ser mejor esta cifra para el sector, si su creatividad se orientara hacia la innovación tecnológica. Mientras tanto, un 69% de suficiente, contrario a un 0% en insuficiente-deficiente que podría indicar que los problemas del sector se resuelven de manera tradicional, saliendo del momento de los problemas de manera empírica o no renovadora.

Sin embargo, el **análisis** externo e interno ayuda a entender y comparar la organización con la realidad del exterior, compararnos con las competencias, observar las tendencias, considerar alianzas con otras empresas del sector. El análisis interno ve por los recursos internos de la empresa como capital humano, procesos de clase mundial, impulsar I+D+i brindando todos los recursos necesarios y desarrollar proyectos previos al análisis de éxito por mencionar algunos, tan es así que, el 16% se obtuvo de excelente-bueno en el sector contra un 84% de suficiente.

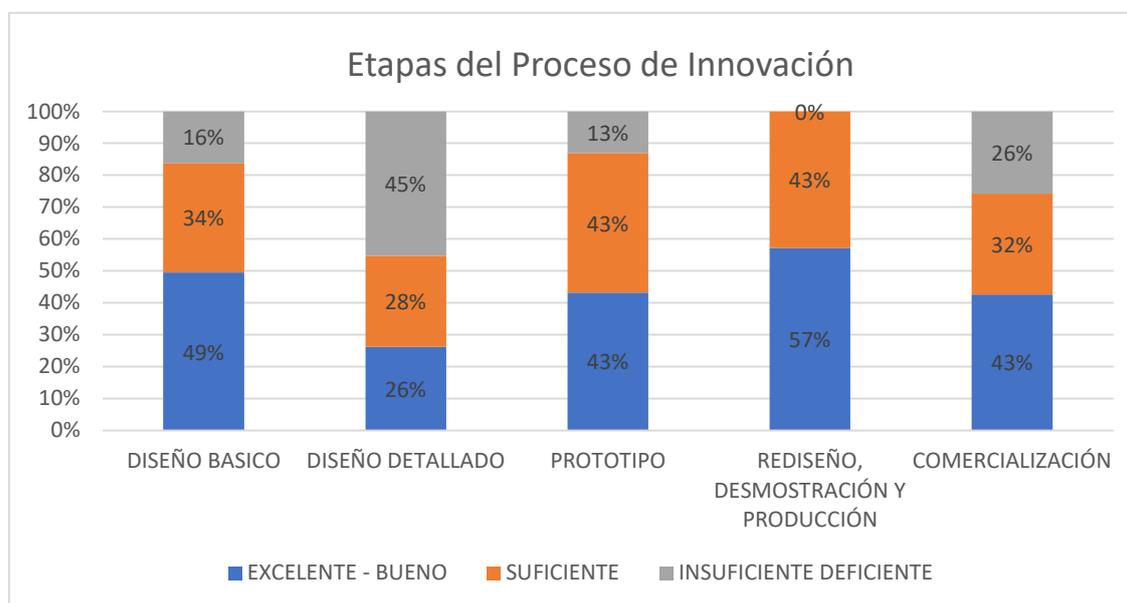
Como se podrá ver, la herramienta más utilizada en el sector metalmecánica en el nivel de excelente-bueno es el de vigilancia con el 70%, y en el nivel de suficiente la herramienta análisis con 84%, y como de menor uso la previsión con el 17%.

16.7 Las etapas del proceso de innovación: ahora se verá lo que representan en este estudio las etapas del proceso de innovación según el modelo presentado, los cuales son:

- Diseño básico
- Diseño detallado
- Prototipo
- Rediseño y producción
- Comercialización

Basado en la norma UNE 166002 (AENOR) se inicia con el **diseño básico** que toma los conocimientos nuevos existentes provenientes de estudios científicos, técnicos o ya existentes. Se tiene que, el 49% de las empresas del sector metalmecánica realiza esta tarea de forma excelente-bueno, el 34% de forma suficiente y tan solo el 16% de manera insuficiente-deficiente. Esto implica que se emplea la planificación de recursos, los planos preparatorios y el bosquejo de diseño, sobre las demás tareas.

Figura 26

Etapas del Proceso de Innovación

En tanto, el **diseño detallado** arroja un 26% de excelente-bueno, indicando un bajo empleo de esta etapa que impactaría a la calidad de la manufactura, mientras tanto, un 28% es el valor de suficiente que constituyen otras actividades como estructura de comunicación, descripción de diseño, equipo de diseño, entre otras tareas. Entre tanto, un 45% ejecuta estas tareas de manera insuficiente-deficiente.

Luego del diseño detallado viene el **prototipo** o la **prueba ensayo** que muestra una baja tendencia en un 43% del nivel excelente-bueno. Mientras tanto, el nivel suficiente también se encuentra en un 43% y en 14% el nivel de Insuficiente-deficiente. En este paso se realiza la convalidación del trabajo, los protocolos para la realización de cambios, adaptaciones y actualizaciones; por último, su aprobación.

Además, el **rediseño y producción** se inicia cuando se da el visto bueno del prototipo, pudiéndose realizar ajustes y retoques de la operatividad, que al final de todo

queda como último diseño. Su valoración es excelente-bueno en un 57%, en 43% lo suficiente.

La **comercialización**, esta etapa tiene una valoración de 56% en lo suficiente y de 44% en excelente-bueno, debiendo ser una de las etapas de mayor interés para las industrias, mantiene una baja referencia. Aquí es, donde se realizan los lanzamientos de nuevos productos o mejorados, al menos que no los tengan. Esta es la etapa que debería ser para confrontación del nuevo desarrollo para el mercado, donde surja la oportunidad de satisfacer a los clientes y motivando a la innovación.

Lo observado en este estudio se deduce que las etapas de diseño básico, obtienen la mayor atención con un 49%, pudiéndose quedar en solo proyecto sin alcanzar las otras etapas, esto muestra una falta de apoyo por la dirección y de organizaciones de estudio, como incentivo por parte del gobierno para impulsar la innovación como motor del desarrollo.

Cabe mencionar, que para que se considere a una industria innovadora se debe de cumplir todas las etapas de manera secuencial, conforme lo indica el modelo de innovación, porque de lo contrario no se consideraría como tal.

16.8 Factores de aplicación de la Ingeniería Inversa:

En el modelo de la ingeniería inversa ya presentado se compone de factores de aplicación, los cuales son:

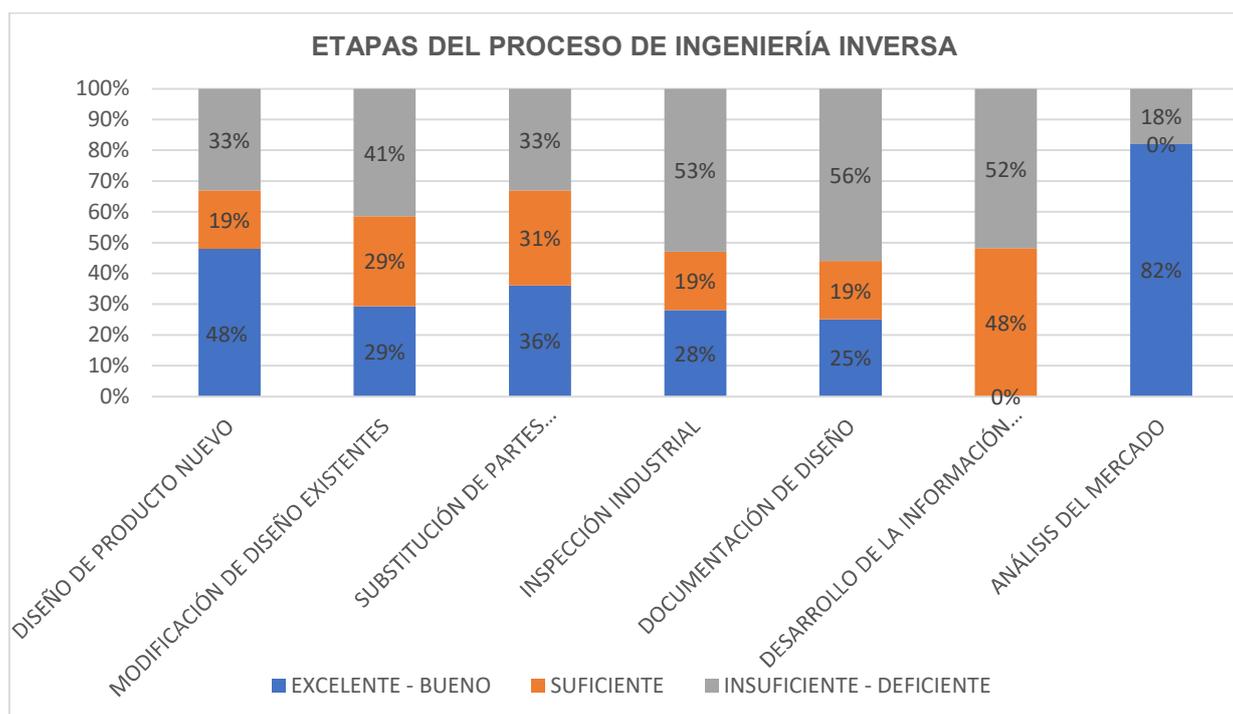
- Diseño de producto nuevo
- Modificación de diseño existente
- Substitución de partes desgastada o rotas

- Inspección Industrial
- Documentación de diseño
- Desarrollo de información para la manufactura
- Análisis de mercado

La ingeniería inversa tiene siete factores de estudio para su aplicación con el modelo de la innovación que ayudarían a las industrias metalmeccánica a su crecimiento empleando la modelación digital.

Figura 27

Factores de la Ingeniería Inversa.



El **diseño de producto nuevo** tiene como valor 48% de excelente-bueno y de 19% de suficiente, pudiendo esto aumentar con aplicaciones computacionales de diseño y modelos físicos o prototipos. Se puede observar que el valor para insuficiente-deficiente va a la par con los otros dos valores, habiendo una brecha para mejorar al

poder reducir este último valor obtenido. Cabe mencionar que en el modelo de la innovación presenta dos etapas que son el diseño básico y diseño detallado, siendo altamente mejorados a partir del diseño computacional que optimiza el diseño a través del sistema CAD. Obteniendo diseños de los productos de la competencia y mejorándolos u optimizando esos productos o innovando a partir de ellos.

La **modificación de diseño existente** se tuvo como resultado el 29% de excelente-bueno, así mismo también, en suficiente con 29% y finalmente el 41% en Insuficiente-deficiente. En los modelos realizados, la modificación de diseño es una opción y ventajas cuando se realiza a través de los sistemas de ingeniería asistida en las mejoras de productos, para realizar pruebas de comportamiento físico a prototipos o mejoras, como el análisis de esfuerzos estáticos, dinámicos e impacto.

Así tenemos, que la **substitución de partes desgastadas o rotas** alcanzo un 36% en excelente-bueno, mientras que lo suficiente alcanza un 31% indicando que lo más práctico es sustituir una pieza antes que fabricarla o reconstruirlas. Mientras que insuficiente-deficiente se obtuvo un 33% ratificando lo antes dicho.

La **inspección industrial** obtuvo un valor de 28% de excelente-bueno y el de suficiente al 19%, para finalmente tener el 53% en insuficiente-deficiente. Estos valores bajos se deben al escaso conocimiento de la aplicación de comparar dimensiones físicas con el modelo CAD, sin necesidad de alterar el diseño, inspeccionarlo o documentarlo.

La **documentación del diseño** alcanzó al 25%, 19% y 56% correspondientes a excelente-bueno, suficiente e insuficiente-deficiente respectivamente, los bajos valores se deben a que aún no es muy difundida esta técnica digital de realizar documentación (plano) del modelo CAD. El desconocimiento de esta técnica, su poco uso y la poca preparación del personal sobre su empleo se refleja en números.

El **desarrollo de información para la manufactura** tiene en suficiente el 48%, mientras que en insuficiente-deficiente el 52%, con un 0% en excelente-bueno. Esto se debe que a la nueva forma de extraer información a través de un escáner y poder ser llevado esta información 3D a otros equipos tecnológicos, como a un torno con control numérico computarizado (CNC) y poder seguir trayectorias físicas, todavía no son muy usados en el medio por las industrias.

El **análisis de mercado** alcanza a 82% en excelente-bueno y un 18% en insuficiente-deficiente, mostrando la gran importancia en el diseño de productos de la competencia con la finalidad de obtener las mejores características de ellos, para luego realizar las mejoras en el suyo.

Se puede ver que la ingeniería inversa, es una herramienta muy potente para la obtención de información de productos fabricados, para la generación de prototipos y mejoras de productos en forma continua. El modelo que se tiene de esta herramienta potenciaría la innovación, trabajando de la mano, debido a que, se suministraría mucha más información y conocimientos que con sus herramientas con las que se apoya para identificar ideas; esto se debe a que, la ingeniería inversa se basa a tecnología de última

generación y va a la par con Industria 4.0 que hace que la manufacturación digital sea rentable y competitivas, además de sustentable.

El modelo de innovación tiene dentro de sus etapas de proceso el diseño, prototipado y rediseño, que también contempla el modelo de ingeniería inversa, siendo este de mayor potencia, haciendo que la innovación pueda alimentarse, apoyarse de este sistema.

Sus herramientas para identificar ideas también son en cierta forma cubierta por la ingeniería inversa, ya que la información que provee es muy grande, obteniéndola del análisis de los productos de la competencia o de otras fuentes publicadas o dadas a conocer.

La ingeniería inversa es una herramienta probada en el campo de creación de software, de donde se inicia esta aplicación, llegando a incursionar en otros campos de la ciencia tecnológica, actualmente en la industria manufacturera y del sector metalmecánica.

Las encuestas en lo que se refiere a las herramientas de la innovación, para identificar ideas en la que se apoya, muestra una baja alerta sobre la vigilancia y previsión, esto se debe a que no es estructurado y gestionado de la mejor manera a falta de una integración entre los modelos de innovación e ingeniería inversa que fortalecería la creatividad para la innovación.

El resultado de la encuesta también muestra el poco conocimiento de los profesionales sobre la existencia y aplicación de esta herramienta, sobre todo en los

sectores productivos. Esto se debe a la mala fama que se ha realizado a esta herramienta, quienes refieren que es una forma de realizar plagios o no respetar patentes.

17. Chi Cuadrado de Pearson

Se emplean en este test estadístico para conocer la independencia entre dos variables categóricas; en este caso, entre las variables de Ingeniería Inversa e Innovación, de esta manera, se podrán determinar si en realidad existe una influencia de una sobre la otra variable.

Para la realización de este cálculo se usará los datos obtenidos en la encuesta Likert realizadas a cada modelo de las variables de estudio, haciéndose el cálculo Chi Cuadrado a cada dimensión de la variable de Ingeniería inversa versus la variable Innovación.

Los valores que se obtuvo con la escala Likert, de las encuestas, se podrá sumar o promediar según su nivel o categoría para su operatividad y aplicación con la herramienta estadística.

Primero se realizará el cálculo de las variables Ingeniería Inversa versus Innovación.

17.1 Cálculo del Chi Cuadrado de las variables Ingeniería Inversa e Innovación:

17.2 Hipótesis General:

Las hipótesis de estudio general para la prueba estadística no paramétrica de Chi Cuadrado:

H₀= Independencia de las variables.

H₁= Variables relacionadas.

Se debe entender que las variables a las que hace referencia las hipótesis son ingeniería inversa e innovación; además, que la hipótesis nula hace indicación a la

independencia entre las variables y la hipótesis alternativa supone variables relacionadas o dependencia entre las variables.

17.3 Cuadros de contingencias

Para crear el primer cuadro de contingencia se tomó las frecuencias observadas de los resultados de las encuestas realizadas a las empresas metalmeccánica sobre las dimensiones del modelo de Ingeniería Inversa.

Variable V1: Ingeniería Inversa.

Variable V2: Innovación.

Nivel de significancia = 0.05

Figura 28

Ingeniería Inversa vs. Innovación

	DEFICIENTE /INSUFICIENTE	SUFICIENTE	EXCELENTE/BUENO	TOTAL
Ingeniería Inversa	106	66	97	269
Innovación	81	120	142	343
total	187	186	239	612

Valores o frecuencias observadas (F_o).

Para calcular los valores o frecuencia esperadas (F_e) se emplea la siguiente formula:

$$F_e = \frac{\text{total columnas} \times \text{total filas}}{\text{suma total}}$$

Se obtiene el siguiente cuadro:

Figura 29

Cuadro de Valores o Frecuencia Esperada

	DEFICIENTE /INSUFICIENTE	SUFICIENTE	EXCELENTE/BUENO
ANÁLISIS DE MERCADO	82.19	81.75	105.05
COMERCIALIZACIÓN	104.81	104.25	133.95

Valores o Frecuencias esperadas (F_e).

Con los valores observados y esperados de cada cuadro se procederá a obtener el Chi Cuadrado calculado con la siguiente fórmula:

$$X^2 \sum \frac{(F_o - F_e)^2}{F_e}$$

Esta fórmula se emplea en todas las celdas del cuadro de los valores esperados de esta manera:

$$X^2 \sum \frac{(F_o - F_e)^2}{F_e} = \frac{(106 - 82.19)^2}{82.19} + \frac{(66 - 81.75)^2}{81.75} + \frac{(97 - 105.05)^2}{105.05} + \frac{(81 - 104.81)^2}{104.81} + \frac{(120 - 104.25)^2}{104.25} + \frac{(142 - 133.95)^2}{133.95}$$

Figura 30 *Tabla del Chi Cuadrado Calculado*

	DEFICIENTE /INSUFICIENTE	SUFICIENTE	EXCELENTE/BUENO
ANÁLISIS DE MERCADO	6.89	3.04	0.62
COMERCIALIZACIÓN	5.41	2.38	0.48
CHI CUADRADO CALCULADO =			18.82

Por lo tanto, él $X^2_{calculado} = 18.82$

17.4 Cálculo del Chi Cuadrado Critico

Primero se realiza el Cálculo del grado de libertad:

Números de filas: 2

Números de columnas: 3

$$gl = (\text{número de fila} - 1) \times (\text{número de columnas} - 1)$$

$$gl = (2-1) \times (3-1) = 2$$

El grado de libertad es (gl): $gl = 2$

Nivel de significancia es: $\alpha = 0.05$

$$\therefore X^2_{critico} = X^2_{calculado}; 0.05 \Rightarrow X^2_{critico} = 5.99$$

$$X^2_{calculado} = 18.82 > X^2_{critico} = 5.99 \text{ (Tabla Chi cuadrado)}$$

Por lo tanto, el valor del Chi Cuadrado crítico, para el valor del nivel de significancia de 0.05 y el Chi Cuadrado calculado, será de 5.99, cifra obtenida de la tabla estadística del Chi Cuadrado (X^2).

Por el resultado obtenido se descarta la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa H_1 en la que se cumple que las variables están relacionadas.

18. Cálculo de Chi Cuadrado de la variable Innovación vs. las dimensiones de la Variable Ingeniería Inversa.

Como segundo paso, se realizó la misma operación que se hicieron para el cálculo del Chi-cuadrado entre las dos variables de la hipótesis general, para obtener el valor calculado de la comparación estadística de la variable Innovación versus las dimensiones de la variable Ingeniería Inversa.

Se realizó el cálculo en mención y se obtuvo los siguientes valores de Chi-cuadrado de los pares resultantes entre la variable Innovación y las dimensiones de la variable de Ingeniería Inversa, para que, se dé respuestas a las hipótesis específicas.

18.1 Hipótesis Específicas:

Las hipótesis específicas de estudio para la prueba estadística no paramétrica de Chi Cuadrado:

H_0 = Independencia de las variables.

H_1 = Variables relacionadas.

En la tabla (31) se muestra los resultados realizados a la variable innovación versus las dimensiones del modelo de ingeniería inversa, para resolver las hipótesis específicas, siendo el grado de libertad de 2 y el nivel de significancia 0.05.

Figura 31 *Innovación vs. Dimensiones de la Ingeniería Inversa*

Innovación vs. Dimensión de Ingeniería Inversa	$X^2_{Calculado}$	$X^2_{Crítico}$
GESTIÓN DE INNOVACIÓN	6.83	$>$ 5.9915
Diseño de Producto Nuevos	6.26	
GESTIÓN DE INNOVACIÓN	6.13	
Modificación de Diseños Existentes	24.51	
GESTIÓN DE INNOVACIÓN	7.57	
Substitución de Partes Desgastadas o Rotas	22.84	
GESTIÓN DE INNOVACIÓN	19.83	
Inspección Industrial		
GESTIÓN DE INNOVACIÓN		
Documentación de Diseño		
GESTIÓN DE INNOVACIÓN		
Desarrollo de la Información Para la Manufactura		
GESTIÓN DE INNOVACIÓN		
Análisis de Mercado		

Grado de libertad: 2 y nivel de confianza 0.05.

Como se observa, los Chi-cuadrados calculados que se obtuvieron son mayores al Chi-cuadrado crítico de 5.9915, por tal motivo, se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa H_1 en la que se afirma:

H_1 : Variables Relacionadas.

Ante todo, lo comprobado y expuesto se concluye lo siguiente:

- La ingeniería inversa tiene influencia en la innovación, potenciándola con su aplicación dentro del sector metal mecánico en Cajamarca, 2012.
- El diseño de productos nuevos tiene influencia en innovación industrial, mejorando su competitividad de las empresas en Cajamarca, 2022.
- La modificación de diseños existentes influye al aumento de innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.
- La sustitución de partes desgastadas o rotas influye en el uso de la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.

- La inspección industrial influye en la verificación de partes mecánicas para su comprobación de sus medidas y luego fabricación en la innovación industrial de las empresas del sector mecánico en Cajamarca, 2022.
- La documentación de diseño influye significativamente en la modificación por medio del sistema CAD en la innovación industrial de las empresas del sector mecánico en Cajamarca, 2022.
- El desarrollo de información para la manufactura influye significativamente en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.
- El análisis de mercado influye significativamente en la innovación industrial de las empresas del sector metal mecánico en Cajamarca, 2022.

RESULTADOS

La manera que se realiza la innovación en las empresas de la ciudad de Cajamarca indican que están aisladas de la herramienta de la ingeniería inversa, porque se realiza de manera tradicional, es decir, apartada de los últimos avances de las ciencias tecnológicas, como es la digitalización de los procesos y de la productividad aditiva o del modelo de diseño 3D. Así mismo, lo demuestra los resultados de las encuestas tipo Likert realizadas a diversas empresas del sector metalmecánica en Cajamarca.

La ingeniería inversa se basa y fortalece con los conocimientos surgidos de la cuarta revolución industrial, es decir, de la Industria 4.0 que digitaliza los procesos de innovación y diseño.

El desconocimiento de los encuestados sobre el nuevo modelo de innovación y de ingeniería inversa, como impulsor del desarrollo digital, presentado en este estudio; ase saber, la falta de una política de estado encaminada a desarrollar el conocimiento y la innovación. Sumándose todo esto, a la falta de inversión e interés de muchas industrias y del estado en la aplicación de estos métodos tecnológicos.

Cabe mencionar que Suiza, país europeo, encabeza el primer lugar en el mundo de los países más innovadores con una fuerte inversión del PBI alrededor del 3% en I+D+i, estos pilares que conforman el modelo de gestión de la innovación expuesto en este estudio.

Mientras tanto, Japón, país dentro de los más innovadores, emplea la ingeniería inversa desde hace mucho tiempo para su desarrollo tecnológico y de innovación, alcanzando de esta forma desarrollo económico.

Como se podrá ir deduciéndose del estudio realizado que, la aplicación de la ingeniería inversa influye fuertemente sobre el sistema de gestión de innovación

AENOR 2016 presentada y que este va a la par con el modelo de ingeniería inversa aplicable al sector industrial.

Se comprueba a partir del análisis estadístico Chi-cuadrado que las variables Ingeniería Inversa e Innovación están relacionadas con un resultado de Chi-cuadrado calculado de 18.82 frente a un Chi-cuadrado crítico de 5.99, con grado de libertad de (df.) 2 y valor de significancia de $\alpha = 0.05$.

El resultado de la comparación de las variables de estudio indica que existe una relación entre ellas descartándose la hipótesis nula (H_0) y que las dimensiones de la ingeniería inversa también comparten esta relación con la variable innovación, llegando a ser todos sus resultados mayores al Chi-cuadrado crítico como se muestra en la figura 31 de la pág. 96.

Este resultado entre las variables no indica un grado o nivel de relación entre ellas, pero sí, la influencia de una sobre la otra y, sobre todo, la relación e influencia de las dimensiones de la ingeniería inversa vs. la variable innovación. Por lo tanto, se puede concluir que la relación entre las variables hace que una pueda influir sobre la otra y sobre todo cuando se comprueba la relación de las dimensiones de una sobre la otra. En consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa:

H_1 : Variables relacionadas.

Esta hipótesis es aceptada concluyéndose que la: “La ingeniería Inversa Influye Significativamente en la Innovación Industrial de las Empresas del Sector Metal Mecánico en Cajamarca, 2022”. A sí mismo, se acepta todas las hipótesis específicas por similares resultados del Chi-cuadrado calculado mayor al crítico (ver figura 32).

Además, se puede concluir que el modelo de la ingeniería inversa se puede complementar al sistema de gestión de innovación debido a que algunas de las dimensiones de los modelos coinciden y otras son compatibles con el propósito de los

modelos, dando como repuesta a un nuevo modelo de producción aditiva, ágil y tecnológica.

Finalmente, la influencia de la ingeniería inversa sobre la innovación existe, tan solo, habría que impulsar su uso y capacitar a las personas.

Figura 32

Fusión de modelos Ingeniería Inversa e Innovación



Nota: Modelo del sistema de gestión de innovación fusionado con el modelo de factores de la aplicación de Ingeniería Inversa.

CAPÍTULO V: SUGERENCIAS

Luego de todo lo expuesto en el capítulo anterior, se sugiere:

- La divulgación de la herramienta de la Ingeniería Inversa en el ámbito académico y profesional, con la finalidad que sea el motor de empuje para el desarrollo de nuevas innovaciones.
- El desarrollo de un modelo en que se articule ambos sistemas, la ingeniería inversa y la innovación.
- Que ambas, la innovación y la ingeniería inversa sean concebidas como procesos integrales.
- Que la ingeniería inversa sea empleada para generar ideas en el proceso de innovación.
- Que se impulse el rediseñado con el uso de la ingeniería inversa y la innovación con la finalidad de afrontar el mercado y obtener ventajas competitivas en el sector metalmecánica.
- El empleo de la innovación y de la ingeniería inversa debe ser ordenado, sistematizado y organizado, evitando saltos dentro de sus procesos.
- Que se realice estudios para la aplicación de la ingeniería inversa conjuntamente con la innovación en otros sectores productivos.
- Promover el rediseñado de equipos de producción para mejorar su rendimiento productivo.
- Buscar el compromiso del estado, instituciones educativas y de entes particulares para el desarrollo de la ingeniería inversa y la innovación, en su conjunto, como la efectuada en los inicios de la pandemia (Covid 19) para la fabricación de ventiladores. (Respiradores)

Las recomendaciones que puedo compartir con relación a este tema, es el uso de esta herramienta en componentes desgastados, rotos e inservible por alguna razón, donde sea fácil tomar medidas longitudinales, sin la necesidad de un escáner profesional, pero siguiendo el modelo presentado, sin saltarse los pasos.

Siempre hay que estar en alerta a las nuevas tecnologías y sobre todo aquella que pudiera afectarnos en el negocio, salud, en la vida cotidiana, están frente a nosotros, nos las venden en paquete, la sabemos usar, pero desconocemos su esencia. Podemos sacar provecho de ellas e inclusive ganar dinero, pero hay tener curiosidad y buscar herramientas que nos ayuden a descifrar el misterio. Dentro de estas herramientas se encuentra la ingeniería inversa. La innovación nos ayudará a modificar lo que encontramos para un empleo en particular, pero eso es lo que debemos hacer para crear y rediseñar.

CONCLUSIONES

Una vez visto los modelos de la innovación y de la ingeniería inversa, así como, su empleo en la industria y demás aplicaciones, se puede decir que el empleo de la ingeniería inversa contribuye a la aplicación del modelo de la innovación, potenciándola, haciéndola más innovadora.

El trabajo de estas dos herramientas logra complementarse, poniendo en relieve la tecnología para los diseños y mejoras continuas de productos en las industrias, llevando a tener ventaja competitiva en las empresas que empleen estas metodologías.

El Perú es un país en el cual mayoritariamente vende materia prima y productos intermedios en un 60% según el INEI de importación, no da valor agregado a sus productos, como debiera, por la falta de máquinas y de innovación, pero ya se cuenta con las herramientas, como el modelo de la innovación que conjuntamente bajo la influencia de la ingeniería inversa puede impulsar al país.

La ingeniería inversa en mucha parte se ha estado utilizándose, pero de una manera desordenada, sin orientación y la innovación (según IGI, Perú, puesto 65) caminando sola sin poder aliarse con alguna otra herramienta para poder manifestarse.

Existe una relación entre la ingeniería inversa y la innovación comprobada por el análisis estadístico del Chi-cuadrado calculado con un resultado de 18.82 contra el Chi-cuadrado crítico de 5.99; de igual forma, se cumple con los demás resultados de las hipótesis específicas, con sus Chi-cuadrados calculados que son mayores al Chi crítico (ver figura 32).

Por tanto, se cumple la hipótesis de que: “La Ingeniería Inversa Influye en la Innovación Industrial de las Empresas del Sector Metal Mecánico en Cajamarca, 2022”, la que acompañada de esta última mejorará la competitividad del país de manera global.

Bibliografía

- ACAN. (2017). *La industria 4.0. Tecnologías habilitadoras*. Obtenido de https://clusterautomocionnavarra.com/wp-content/uploads/2017/10/ACAN-Tecnolog%C3%ADas_habilitadoras.pdf: http://clusterautomocionnavarra.com/wp-content/uploads/2017/10/ACAN-Tecnolog%C3%ADas_habilitadoras.pdf
- AENOR. (2022). *UNE 71401:2022 IN*. Obtenido de <http://www.aenor.com>
- AGUIRRE, J. S. (2017). *IMPLEMENTACIÓN DE LA INGENIERÍA INVERSA PARA EL DESARROLLO DE PIEZAS DE USO MECÁNICO EN LAS ATRACCIONES DEL PARQUE DEL CAFÉ*. PEREIRA: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.
- Álvarez, E., & Sánchez, K. (2016). *Ingeniería Inversa para un Prototipo Anatómico de un Articulador Dental de Plástico*. Tianguistenco: Tesis.
- Anabel Terán Rojas, C. R. (2009). *El proceso de innovación en las industrias metalmeccánicas del estado Lara*. San Cristobal: Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2009).
- Arellano. (2019). *Apps de delivery: Una lucha a toda velocidad*. Lima: <https://www.arellano.pe/apps-delivery-una-lucha-toda-velocidad/>.
- Arévalo, N. C. (01 de Julio de 2018). BID: ¿Por qué la productividad se ha estancado en el Perú? *El Comercio*.
- Arias, F. (2012). Proyecto de investigación: introducción a la metodología científica (5° ed.) Caracas: Espíteme.
- Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR. (2006). “Norma 166000. Gestión de la I+D+i: Terminología y definiciones de las actividades de I+D+i”. Madrid.
- BANCO CENTRAL RESERVA DE TRUJILLO. (2021). *CARACTERIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA*. TRUJILLO.
- BBVA. (2022). *El Índice Global de Innovación: qué es, para qué sirve y qué usos tiene*.
- Bidanda B., H. Y. (1994). Reverse Engineering and its Relevance to Industrial Engineering: a Critical Review, *Computers Ind. Engng. Centro de Diseño y Manufactura*, 26(02), 343 - 348. doi:DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/fi.25940732e.1999.01n2.007>
- Borjas Ramirez V., L. P. (1999). *Estado del Arte y Tendencias Futuras en Ingeniería Inversa*. Obtenido de <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.1999.01n2.007>
- Botero, F. (2011). *INGENIERÍA INVERSA APLICADA*: . Medellin: UNIVERSIDAD EAFIT.
- Carrasco. (2016). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima, Lima, Perú: San Marcos. Recuperado el 07 de 2016, de www.editorialsanmarcos.com
- Carro et al., F. F. (2019). Industry 4.0 and Digital Manufacturing: a design. *Ingeniería*, 24(1), 6-28. doi:DOI:<https://doi.org/10.14483/23448393.13821>
- Carro Suárez Jorge, F. S. (2019). *Industry 4.0 and Digital Manufacturing: a design method applying Reverse Engineering*. Tlaxcala: Revista Ingeniería.
- Castillo, N. (2018). *¿Por qué la productividad se ha estancado en el Perú?* Lima: El Comercio.
- Chesbrough, H. W. (2008). *Open Innovation: Reaching a New Paradigm*. USA, New York.

- Cornell University, I. y. (2014). The Human Factor in Innovation, second printing. *The Global Innovation Index 2014*.
- Corte Suprema de EE.UU. (2021). Ingeniería inversa y la ley: comprender las restricciones para minimizar los riesgos. *IPWatchdog*.
- COTEC. (2015). *La fundación*. Madrid.
- Cotxto. (2020). *¿Qué hacen las apps de entrega, como Rappi, para ganar en América Latina?* Madrid.
- Cristian Albeiro Ospina Pérez, B. Y. (2015). *APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA INVERSA EN LA REPRODUCCIÓN DE UNA PIEZA PLÁSTICA INYECTADA*. Pereira: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.
- D3D IMAGEN DIGITAL S.L. (2022). *UTILIDADES DE LA DIGITALIZACIÓN 3D*. Madrid: D3D IMAGEN DIGITAL S.L.
- Daly, A. (18 de ENERO de 2022). *BANCA PRIVADA, ECONOMÍA, EDUCACIÓN FINANCIERA*. (B. S.A., Editor) Recuperado el 06 de 10 de 2022, de El Índice Global de Innovación: qué es, para qué sirve y qué usos tiene: <https://www.bbva.ch/noticia/el-indice-global-de-innovacion-que-es-para-que-sirve-y-que-usos-tiene/>
- Daren Tang. (2022). *Resumen: Índice mundial de Innovación 2022*. Ginebra: OMPI.
- Drucker, P. E. (2005). El desafío de la nueva competitividad. Innovar. *Universidad Nacional de Colombia*.
- E. Hozdic. (2015). Smart factory for industry 4.0: a review. *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*, 7(1), 28 - 35.
- ECB. (2017). How does innovation lead to growth? <https://www.ecb.europa.eu/ecb/educational/explainers/tell-me-more/html/growth.en.html>.
- EFE. (2020). *Mercedes readapta su fábrica a la producción de respiradores: Automovilismo Coronavirus*. Madrid: Agencia EFE S.A.
- El Peruano. (2018). *Tecnología para más empresas*. Lima: El Peruano.
- Erick L Álvarez-Aros, C. A.-T. (2017). Modelo de Innovación Abierta: Énfasis en el Potencial Humano. *Scielo*, 28(1). doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000100007>
- ESAN. (2017). *La tecnología como clave para reactivar el sector manufacturero en el Perú*. Lima: ESAN.
- Friedman, R. (2021). *Decorating Greatness*.
- Global Innovation Index. (2022). *Global Innovation Index 2021*. WIPO.
- Global, K. (2014). HR as a driver for organizational innovation.
- Godin, B. (2006). The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework». *Science, Technology, & Human*, 31(6), 639 - 667. doi:[doi:10.1177/0162243906291865](https://doi.org/10.1177/0162243906291865)
- Gonzale, A. (2017). Definición de CAD/CAM. Obtenido de <https://definicionabc.com/cadcam/>
- Gonzales, M. A. (2014). *Lider ágil, Scrum Master*.
- González, A. (2001). La innovación: un factor clave para la competitividad de las empresas. *Confederación Empresarial de Madrid (CEIM). Dirección General de Investigación. Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid. España*.
- González, R. G. (2011). Innovación abierta: Un modelo preliminar desde la gestión del conocimiento. *Intangible Capital*, 7(1), 82 - 115.
- Google. (2022). *Google Trends*. Peru.

- Gordon, R., & Melvin, C. (2003). *Reverse Engineering the Embryo: a Graduate Course in Developmental Biology for Engineering Students at University of Manitoba, Canada*. Canada: Tesis.
- Hernández, R. F. (2014). *Metodología de la Investigación*. MEXICO: McGraw-Hill/INTERAMERICA EDITORES, s:a: DE C.V.
- Hull, C. (1986). Apparatus for Production of Three-Dimensional Objects by Stereolithography. doi:4,575,330
- Instituto Nacional de Estadística e informática. (2022). *La producción de 12 departamentos aumentó por encima de la producción nacional en el primer trimestre de 2022*. Lima.
- J. Carro, I. F. (2014). Ingeniería Inversa e Ingeniería Asistida por Computadora como Factores de Innovación en los Procesos de Embutido. *Coloquio de Investigación Multidisciplinaria*, 02(01), 456 - 464.
- J. J. Camargo-Vega, J. F.-O.-A. (2015). KNOWING THE BIG DATA. *FACULTAD DE INGENIERÍA*, 24(38), 63 - 77. doi:<https://doi.org/10.19053/01211129.3159>
- J. Lee, E. L. (03 de 10 de 2013). Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment. *ResearchGate*.
- Jean Pierre Seclén Luna, F. P. (2017). ¿Innovación en el Perú?: una reflexión a partir de. *DialNet*.
- Jimenez, L., Acevedo, N., & Castaño, N. (30 de JUNIO de 2017). Index for measuring of innovation for improvement of national. *ESPACIOS*, 38(51), 2. doi:ISSN 0798 1015
- Juan F. Arroyave Londoño, C. A. (Diciembre de 2012). Reverse engineering of a worm gear reducer. *Scientia et Technica Año XVII*, (52). Pereira, Colombia.
- Juan José Delfín Vázquez, E. J. (2015). *Ingeniería Inversa: Metodología y aplicaciones*. Cajame.
- Kim, k. B. (1994). Generating Cartesian NC Tool. *Computers Ind. Engng*, 26(2), 356 - 367.
- La Republica. (2017). *Las diferencias entre los servicios ofrecidos por Rappi y UberEats*. Lima. Obtenido de <https://www.larepublica.co/empresas/las-diferencias-entre-los-servicios-ofrecidos-por-rappi-y-ubereats-2569114#:~:text=Desde%20manicure%20a%20domicilio%2C%20pasando%20por%20servicios%20de,Ruales%2C%20director%20comercial%20para%20Am%C3%A9rica%20Latina%20d>
- López, O., & Blanco, M. y. (2009). Evolución de los modelos de la gestión de innovación. Obtenido de http://www.web.facpya.uanl.mx/rev_in/Revistas/5.2/A7.pdf.
- M. A. K. Bahrin, M. F. (2016). Industria 4.0: a review on industrial automation and robotic. *Jurnal Teknologi*, 78(6), 137 - 143.
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 38-47. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>.
- M. Rubmann, M. L. (2015). *Industry 4.0: The future of productivity and growth in Manufacturing Industries*. Obtenido de https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx.
- Ministerio de la Producción. (2020). INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA Y EN LAS EMPRESAS DE SERVICIOS INTENSIVOS EN CONOCIMIENTO. *Análisis de los resultados de la ENIIMSEC 2018*, 25.

- Mujica, A. (2021). ¿Qué es CNC? Conoce cómo funcionan las máquinas y cómo puedes crear la tuya. Obtenido de <https://www.crehana.com/blog/transformacion-digital/que-es-cnc/>
- Nuchera Hidalgo, A., & León Serrano, G. y. (2002). La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones. *Pirámide*.
- Odagiri, G. S. (2010). *INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS, DEVELOPMENT, AND CATCH UP: AN INTERNATIONAL COMPAR*. OXFORD UNIVERSITY PRESS.
- OECD. (1996). *The Observer*. Paris: OECD Publishing. Obtenido de <https://doi.org/10.1787/observer-v1996-3-en>
- Ortiz, F. B. (2007). Sistema de medición de la capacidad de innovación. *Vol. II(42)*.
- Pantigoso, P. (marzo de 2022). La innovación es un promotor del desarrollo del país y desde EY buscamos potenciarlo. *EY*.
- Peil, C. (21 de Marzo de 2019). Obtenido de <https://peillaw.com/the-legalities-of-reverse-engineering/>
- Peiro, R. (2019). Innovación. *Economipedia.com*.
- R., M. S. (1996). 9(5), 354 - 368.
- R., M. S. (1996). Object-Oriented Modelling of a Feature-based Reverse Engineering System. *Int. J. Computer Integrated Manufacturing*, 09(05), 354 - 368.
- Rekoff, M. G. (1984). Method for Reverse Engineering, Instrumentation in the Aerospace Industry. 30, 619 - 625.
- Reverse Engineering the Embryo: a Graduate Course in Developmental Biology for Engineering Students at University of Manitoba, C. (08 de 1998). *dx.doi.org*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.22201/fi.25940732e.1999.01n2.007>
- Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. En *International Marketing Review* (Vol. 11, págs. 7 - 31).
- Rothwell, R. (2002). Towards the fifth-generation innovation process.
- S. Dutta, B. L.-V. (2019). Which economies rank high on Creative outputs? *GLOBAL INNOVATION INDEX 2019*, 24.
- SAGASTI, F. (2017). Políticas de ciencia, tecnología e innovación. *DialNet*.
- San Román, A. (2021). El nuevo Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - Sinacti. *La Ley*.
- Seliger, T. S. (2016). *Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.129>
- SNCI. (2021). *Índice Global de Innovación (Global Innovation Index)*.
- Soto Abanto, S. E. (2021). *Determinacion de Dimenciones e Indicadores*. tesis ciencia. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=uXabEQ4Rp7E&t=472s>
- Soumitra Dutta, B. L.-V. (2021). Índice Global de Innovación (Global Innovation Index). *Global Innovation Index 2021*.
- Tamayo, I. D. (2018). Parámetros de bomba centrífuga de doble succión. *REVISTA CIENCIA TÉCNICAS AGROPECUARIAS*.
- Tribunal Supremo de los Estados Unidos. (15 de Noviembre de 2020). *CopperpodIP.com*. Obtenido de <https://www.copperpodip.com/post/reverse-engineering-and-the-law>
- Trott, P. (2002). Innovation Management and new product development.
- V. Borja-Ramirez, R. B.-P.-G.-G. (1999). Estado del Arte y Tendencias Futuras de Ingeniería Inversa. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 01(02), 51 - 58. doi:DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/fi.25940732e.1999.01n2.007>
- Velasco Balmaseda, E., & Zamanillo Elguezabal, I. y. (2007). Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación: Desde el modelo lineal hasta los

- sistemas de innovación. *XX Congreso anual de AEDEM, 02*. Obtenido de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2499438>.
- Velasco Balmaseda, E., & Zamanillo Elguezabal, I. y. (2007). Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación: Desde el modelo lineal hasta los sistemas de innovación. *XX Congreso anual de AEDEM, 02*. Obtenido de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2499438>. Tomado el 19-09-2016.
- Viernheim, K.-A.-A. (2017). *¿ Qué es Ingeniería asistida por computadora ? Una definición*. Obtenido de Goebel Engineering.
- VINUESA, P. (2021). LA PECULIAR RELACION DE LA INGENIERIA INVERSA CON LA SEGUNADA GUERRA MUNDIAL. *LA INGENIERIA INVERSA, SEMILLA DE INNOVACION Y ARMAS DE GUERRA*.
- WIPO. (2022). *¿Cómo contribuye la innovación al crecimiento? GLOBAL INNOVATION INDEX*, 19.

Anexo 1

NEWMAN ESCUELA DE POSGRADO

Encuestador: Jorge Wilfredo Roman Castro

Donde se realiza el cuestionario: _____

Departamento: Cajamarca Ciudad: Cajamarca Distrito: Cajamarca

Fecha: _____ Cuestionario N°: 1

Estimado jefe:

El motivo de la siguiente encuesta es conocer hasta que punto es empleado la herramienta de la "Ingeniería Inversa". La información se utilizarán para fines meramente académicos. La encuesta es anónima por lo que solicitamos contestar con sinceridad.

Datos iniciales:

Empresa (No es obligatorio): _____

Área de trabajo en la empresa: _____

Profesión: _____ Edad: _____ años.

Cargo: _____

Antigüedad: _____

Definiciones:

***Definición de "Ingeniería Inversa" para el presente estudio:**

"La ingeniería inversa es el proceso de diseñar un sustituto, el cual remplace de forma aceptable a un producto o parte. En este caso, la ingeniería inversa es en particular el rediseño que se fundamenta en diversos aspectos del producto original y en el análisis de un ejemplar y se aplica cuando el proceso de diseño o la documentación original no está disponible" (Borja, López, Santillan, Gonzáles, & Bell, 1998)

***Ingeniería Asistida por Computadoras (CAE):** "En el ámbito técnico, este término engloba todos los métodos de diseño, cálculo y simulación por ordenador que aceleran considerablemente el proceso de desarrollo de los productos" (Viernheim, 2017).

***Diseño Asistido por Ordenador (CAD):** El diseño asistido por ordenador (CAD) consiste en el uso de programas de ordenador para crear, modificar, analizar y documentar representaciones gráficas bidimensionales o tridimensionales (2D o 3D) de objetos físicos como una alternativa a los borradores manuales y a los prototipos de producto.

***STereo Lithograpy (SLA):** "La estereolitografía (en acrónimo SLA por eSTerelitoGrAfia - o, en inglés, Stereo Litography Apparatus- o SL; también conocida como fabricación óptica, foto-solidificación, entre otras) es una de las tecnologías para la manufactura aditiva (cuya modalidad mediáticamente más conocida es la de impresión 3D)" (Hull, 1986)

Anexo 2

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE INGENIERÍA INVERSA

Esta encuesta tiene como finalidad de recabar información sobre el grado de influencia que tiene la herramienta o sistema de la "Ingeniería Inversa" sobre la innovación en el sector metalmecánica, con el objeto de impulsar y lograr su desarrollo.

Este instrumento se ha conformado por las dimensiones del modelo de la Ingeniería Inversa que son siete áreas:

ÁREA I: Diseño de Producto Nuevos

ÁREA II: Modificación de Diseños Existentes

ÁREA III: Substitución de Partes Desgastadas o Rotas

ÁREA IV: Inspección Industrial

ÁREA V: Documentación de Diseño

ÁREA VI: Desarrollo de la Información Para la Manufactura

ÁREA VII: Análisis de Mercado

Cuestionario Linkert:

Instrucciones: Marque con una "X" la respuesta de su preferencia.

Valore las opciones según su criterio:

1. Deficiente
2. Insuficiente
3. Suficiente
4. Bueno
5. Excelente

Anexo 3

ETAPAS DEL PROCESO DE INGENIERÍA INVERSA

Área I: Diseño de Producto Nuevos	1	2	3	4	5
ÍTEM					
1. ¿Iniciás el prototipo o modelo típico del proceso de diseño con algunos componentes, estructuras o partes?					
2. ¿Se empleá información computacional para el prototipado de componentes, estructuras o partes?					
3. ¿Creé usted que la Ingeniería Inversa ayudaría a su prototipo o modelado de componentes, estructuras o partes?					
Área II: Modificación de Diseños Existentes					
4. ¿Realizó modificaciones a los componentes, estructuras o partes?					
5. ¿Usá el sistema de ingeniería asistida (CAE) para la modificación de diseños cuando se requiere realizar pruebas físicas?					
Área III: Substitución de Partes Desgastadas o Rotas					
6. En el caso que una parte unica se rompa o desgaste y no se cuenta con planos ¿es posible que puedan fabricar una copia usando su modelo CAD?					
7. ¿Sé ha realizado recuperación de partes rotas y desgastadas sin contar con planos?					
Área IV: Inspección Industrial					
8. ¿Verificá las dimensiones de las partes mecánicas con un modelo CAD?					
9. ¿Se puede obtener un modelo por medio de reconstrucción de imágenes parciales y ser empleado sin alterar el diseño, inspeccionarlo o documentarlo?					
10. ¿Registra o documenta las partes, estructuras o componentes que se inspeccionan a partir de un modelo?					
Área V: Documentación de Diseño					
11. ¿Son los planos del modelo CAD actualizados, modificados para que puedan ser los correspondientes al resultado final en cualquier momento?					
12. Los planos se modifican por ajustes o mejoras durante el proceso de fabricación.					
Área VI: Desarrollo de la Información Para la Manufactura					
13. ¿Desarrollan información extraídas a partir de componentes, estructuras o partes para la generación de la trayectoria de herramientas o información a través de los archivos STL (Stereo Lithography).					
14. ¿Desarrollan información extraídas a partir de componentes, estructuras o partes para la generación de la trayectoria de herramientas en control numérico computarizado? (CNC)					
Área VII: Análisis de Mercado					
15. ¿Se realiza el análisis de varios diseños, de diferentes fabricantes, para identificar mediante un estudio específico las mejores ideas y tecnologías?					

Anexo 4**NEWMAN ESCUELA DE POSGRADO****Encuestador:** Jorge Wilfredo Roman Castro**Donde se realiza el cuestionario:** _____**Departamento:** Cajamarca **Ciudad:** Cajamarca **Distrito:** Cajamarca**Fecha:** _____ **Cuestionario N°:** 2**Estimado jefe:**

El objetivo de este instrumento es recabar información sobre el modelo del Sistema de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), con la finalidad de medir su grado de influencia en el sector metalmecánica y la influencia que pueda recibir de la herramienta de Ingeniería Inversa. Sus respuestas son estrictamente confidenciales y permanecerán en el anonimato.

Datos iniciales:**Empresa (No es obligatorio):** _____**Área de trabajo en la empresa:** _____**Profesión:** _____ **Edad:** _____ años.**Cargo:** _____**Antigüedad:** _____**Definiciones:*****Definición de "Ingeniería Inversa" para el presente estudio:**

"La ingeniería inversa es el proceso de diseñar un sustituto, el cual remplace de forma aceptable a un producto o parte. En este caso, la ingeniería inversa es en particular el rediseño que se fundamenta en diversos aspectos del producto original y en el análisis de un ejemplar y se aplica cuando el proceso de diseño o la documentación original no está disponible" (Borja, López, Santillan, Gonzáles, & Bell, 1998)

***Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i):** I+D+I o lo que es lo mismo, Investigación, desarrollo e innovación, es un nuevo concepto adaptado a los estudios relacionados con el avance tecnológico e investigativo centrados en el avance de la sociedad, siendo una de las partes más importantes dentro de las tecnologías.

Anexo 5

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DEL MODELO DEL PROCESO DE I+D+i.

Esta encuesta tiene como finalidad de recabar información sobre el modelo de la gestión de la innovación.

Este instrumento se ha conformado con las dimensiones del modelo de la Innovación que son 12 áreas.

ÁREA I: Herramientas para identificar ideas.

ÁREA II: Acciones.

ÁREA III: Producto I+D+i.

ÁREA IV: Resultados del proceso de I+D+i.

ÁREA V: Compromiso de la dirección.

ÁREA VI: Recursos Humanos.

ÁREA VII: Enfoque a las partes interesadas.

ÁREA VIII: Diseño básico.

ÁREA IX: Diseño detallado.

ÁREA X: Prototipo.

ÁREA XI: Rediseño, demostración y producción.

ÁREA XII: Comercialización.

Questionario Linkert:

Instrucciones: Marque con una "X" la respuesta de su preferencia.

Valore las opciones según su criterio:

1. Deficiente
2. Insuficiente
3. Suficiente
4. Bueno
5. Excelente

Anexo 6

GESTIÓN DE INNOVACIÓN

ÁREA I: Herramientas para Identificar ideas	1	2	3	4	5
ÍTEM					
1. ¿Utilizá vigilancia tecnológica?					
2. ¿Utilizá previsión tecnológica?					
3. ¿Utilizá la creatividad?					
4. ¿Utilizá el análisis externo e interno?					
ÁREA II: Acciones					
5. ¿Identificá y analiza los problemas y oportunidades?					
6. ¿Analizá y selecciona las ideas de I+D+i?					
7. ¿Planificá, sigue y cóntrola la cartera de proyectos?					
8. ¿Utilizá la transferencia de tecnología?					
ÁREA III: Producto I+D+i					
9. ¿Concretá las ideas en un diseño basico?					
10. ¿Completá los detalles del diseño antes de las pruebas?					
11. Crear un prototipo (prueba piloto)					
12. Rediseñar, demostrar (en real) y producir.					
13. Comercializar.					
14. ¿Documéntá todos los cambios durante el proceso?					
ÁREA IV: Resultados del proceso de I+D+i					
15. ¿Documentá los resultados del proceso de I+D+i?					
16. ¿Protegé y explorá los resultados de las actividades de I+D+i?					
ÁREA V: Compromiso de la dirección					
17. Comunicación de la importancia de las actividades de I+D+i					
18. Establecer la política de I+D+i					
19. Establecer los objetivos de I+D+i					
20. Crear el departamento de I+D+i					
21. Asegurar la disponibilidad de recursos materiales					
22. Aprobar y revisar el presupuesto de I+D+i					
23. Establecer la política de protección y explotación de los resultados.					
ÁREA VI: Recursos Humanos					
I+D+i					
25. Motivar al personal					
26. Impulsar la participación de todo el personal					
27. Fomentar la creatividad y el trabajo en equipo					
28. Simplificar y facilitar los aportes de información de los distintos departamentos					
ÁREA VII: Enfoque a las partes interesadas					
29. Atender la demanda de los proveedores y clientes					
30. Atender la motivación de los empleados					
31. Atender la demanda de los dueños					
32. Atender los requisitos legales					
33. Atender las innovaciones y cambios tecnológicos requeridos por el mercado.					

Anexo 7

GESTIÓN DE INNOVACIÓN

ÁREA VIII: Diseño básico	1	2	3	4	5
ÍTEM					
34. ¿Sé recoge los nuevos conocimientos generados tanto de los conocimientos científicos-técnicos existentes o de investigación?					
35. ¿Sé describe el diseño básico y sus característica de su perfilado?					
36. ¿Sé planifica los recursos para el diseño básico?					
37. ¿Sé hacen los planos preliminares en el diseño básico?					
Categoría IX: Diseño detallado					
38. ¿Sé describe el diseño detallado?					
39. ¿Sé cuenta con apoyo o infraestructura?					
40. ¿Sé cuenta con equipo de diseño?					
41. ¿S e cuenta con una estructura de comunicación?					
42. ¿Sé cuenta con un proceso de implantar el diseño?					
ÁREA X: Prototipo (Prueba piloto)					
43. ¿Sé describe la situación real del trabajo?					
44. ¿Existen procedimiento para adaptar y actualizar los cambios?					
45. ¿Existen procedimiento para convalidar el prototipo?					
ÁREA XI: Rediseño, demostración y producción					
46. La información generada durante la demostración ¿sé recircula a las etapas anteriores para definir el prototipo de producción definitivo?					
ÁREA XII: Comercialización					
47. ¿Sé confronta el nuevo elemento desarrollado para ver como satisface a las partes interesadas?					
48. ¿Sé realizan cambios y modificaciones a matices no aprendidas en las fases anteriores que se deben de tener en cuenta?					