

FACULTAD DE  
INGENIERÍA  
INDUSTRIAL



# INGENIERÍA SIGLO XXI

REVISTA  
N.º 5 | VOL. 5





**REVISTA**  
Nº 5 | Vol. 5

**INGENIERÍA**  
**SIGLO XXI**

# CRÉDITOS

REVISTA ACADÉMICA  
**INGENIERÍA SIGLO XXI**  
CUARTA EDICIÓN  
N.º 5, VOL. 5  
2022

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

**RECTORA**

Dra. Jeri Gloria Ramón Ruffner de Vega

**VICERRECTOR ACADÉMICO DE PRE GRADO**

Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza

**VICERRECTOR INVESTIGACIÓN Y POS GRADO**

Dr. José Segundo Niño Montero

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Dr. Julio Alejandro Salas Bacalla

**VICEDECANO INVESTIGACIÓN Y POS GRADO**

Dr. Jorge Inche Mitma

**VICEDECANO ACADÉMICO DE PREGRADO FII**

Mg. Luis Rolando Ráez Guevara

**DIRECTOR DE LA UNIDAD DE POSGRADO FII**

Dr. Jorge Luis Inche Mitma

**DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN FII**

Mg. Daniel Humberto Mávila Hinojoza

**DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL  
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL FII**

Dr. Oscar Rafael Tinoco Gómez

**DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL  
DE INGENIERÍA DE TEXTIL Y CONFECCIONES FII**

Dr. Alfonso Ramón Chung Pinzás

**DIRECTOR DE LA ESCUELA  
PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO FII**

Mg. Jorge José Esponda Véliz

**COMITÉ EDITORIAL**

**EDITOR GENERAL**

Dr. Oscar Rafael Tinoco Gómez

**MIEMBROS**

Mg. Carlos Augusto Shigyo Ortiz  
Mg. Ana María Medina Escudero  
Mg. Fiorella Vanessa Güere Salazar  
Mg. Juan Cancio Suarez Fuentes  
Dr. Ernesto Altamirano Flores  
Mg. Marco Antonio Tello Miranda

**EDICIÓN, DIAGRAMACIÓN  
Y CORRECCIÓN DE ESTILO**

Lic. Maria Stefanny Ibarra Castillo

La revista Ingeniería Siglo XXI publica artículos resultado de los trabajos de investigación realizados por los alumnos de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM (FII) o de cualquier otra facultad de ingeniería de cualquier universidad ya sea como investigación primaria o revisión bibliográfica, siempre y cuando cumplan con la guía de autor y superen el proceso de revisión.

En el caso de articulistas de los programas de maestría o doctorado, la presentación de artículos no aplica a los trámites de sustentación de tesis.

La revista se publica una vez al año, en el mes de diciembre en formato electrónico y opcionalmente en formato impreso, además depende funcionalmente del instituto de Investigación de la FII.

# PRÓLOGO

---

Asistimos a la presentación de la Quinta Edición de la Revista “Ingeniería siglo XXI”, revista orientada a la investigación formativa, promovida, editada y financiada por la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Este número consolida la participación de estudiantes de pre grado y posgrado con temas relacionados a la Ingeniería Industrial, Ingeniería Textil y Confecciones, así como la Ingeniería de Seguridad y Salud en el Trabajo. Los artículos de pre grado son resultado de los trabajos de investigación realizados y presentados por nuestros estudiantes a los eventos académicos como el Congreso Internacional de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Industrial - CIIDEII 2022 y el Coloquio de Estudiantes de Ingeniería Industrial, organizados por la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial; así como en el Congreso Internacional Textil e Industria de la Moda - CITEXIM y el Coloquio de Investigación Textil, organizados por la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y Confecciones. En el caso del posgrado, son artículos de revisión.

La investigación formativa está en un proceso de expansión en las aulas universitarias y constatamos cada vez más la presencia de sus estrategias aplicadas en diferentes campos y especialidades de la formación profesional. Tal es el reto de esta Revista: el impulso, la difusión y desarrollo de la investigación formativa en el campo de la ingeniería,

Comité Editorial  
Diciembre 2022

---



## Tabla de contenidos

---

<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD EN BASE A LA NTP 011.300 DE LOS SACOS DE MANÍ DE LA EMPRESA GRANITOS DE VIDA EN LA PARADA, LIMA.</b>	<b>9</b>
<i>Araceli Cabrera Chulluncuy, Jeremy Castillo Osorio, Luis Cantorín Robles &amp; Eduardo García Ramírez</i>	
<b>ESTUDIO DE MÉTODOS DE TRABAJO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PESQUERA ARTESANAL DE CHIMBOTE, CHIMBOTE - 2018.</b>	<b>21</b>
<i>Angelith Mantilla Sánchez &amp; Stalin Quispe Pizarro</i>	
<b>ESTUDIO DE TIEMPOS SOBRE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA RACER CALLAO 2022.</b>	<b>31</b>
<i>Aaron Carrasco Leon, Vincent Ferida del Águila, Rosa Huamani Quispe &amp; Daniel Torres Sonico</i>	
<b>ANÁLISIS DEL APORTE DE LA INNOVACIÓN SOCIAL DURANTE LA PANDEMIA DEL COVID-19.</b>	<b>41</b>
<i>Bladimir Antigua Alejandro, Elmer Laguna Avila &amp; Johana Surco Huancas</i>	
<b>DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE ALUMNOS DE PREGRADO DE LA FII -UNMSM.</b>	<b>57</b>
<i>Jhan Cahuaya Coaquira, Sandra Huarcaya Gonzales &amp; Carlos Rodríguez Castro,</i>	

---

## Tabla de contenidos

---

---

ESTUDIO ACERCA DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS (APPCC) EN PERÚ. **69**

Yanela Urbina Ecos & Shaly Vargas Sumarriva

---

ESTUDIO Y APLICACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA LA MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACIÓN DE UNA EMPRESA. **81**

Victor Alpaca Chunga, Alavaro Masgo Minaya & Erika Sanchez Coello

---

DISEÑO DE UN ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE LAS BLOQUETAS DE CONCRETO Y VIBRADO EN LA CIUDAD DE HUANUCO, PERÍODO 2022. **93**

Luis Loyola Lavado

---

TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN ADITIVA Y CÓMO DECIDIR INTEGRARLAS EN SU ORGANIZACIÓN **103**

Anny Querevalu Morales

---

NUEVOS MATERIALES EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN ESPAÑOLA. **115**

Sheyla Milenka Flores Quispe

---

---

# **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD EN BASE A LA NTP 011.300 DE LOS SACOS DE MANÍ DE LA EMPRESA GRANITOS DE VIDA EN LA PARADA, LIMA.**

---

Statistical analysis of quality based on the NTP 011.300 of the bags of peanuts of the company Granitos de Vida in La Parada, Lima.

---

## **AUTOR(ES)**

**ARACELLI ELIZABETH  
CABRERA CHULLUNCUY**

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

aracelli.cabrera@unmsm.edu.pe

ORCID 0000-0003-1480-2517.

**EDUARDO ANTONIO  
GARCÍA RAMÍREZ**

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

eduardo.garcia6@unmsm.edu.pe,

ORCID 0000-0002-9415-0338.

**JEREMY DAVE  
CASTILLO OSORIO**

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

jeremydave.castillo@unmsm.edu.pe

ORCID 0000-0003-0141-649X

**LUIS MIGUEL  
CANTORÍN ROBLES**

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

luis.cantorin@unmsm.edu.pe

ORCID 0000-0002-4809-0784

# RESUMEN

# ABSTRACT

El maní es una oleaginosa con nutrientes como proteínas, vitaminas y minerales, con una producción a nivel mundial aproximada de 40 millones de toneladas por año siendo parte de la lista de productos que ofrecen las empresas de alimentos. Una de ellas es Granitos de Vida EIRL que en este artículo a través de un procedimiento de muestreo elaborado en base a la NTP 011.300, un catálogo de defectos basado en la CODEX STAN 200-1995 y herramientas como los gráficos de control se busca determinar la calidad de los sacos de maní de la empresa mediante el software SPSS. Los resultados fueron un catálogo de defectos acorde a la realidad de la empresa, puntos fuera de los límites de control y rachas en los gráficos que permitieron concluir que los procesos de defectos y pesos, rasgos de la calidad del producto, se encuentran fuera de control estadístico.

**Palabras clave:** Maní, calidad, control estadístico, herramientas estadísticas, gráfico de control.

Peanut is an oilseed with nutrients such as proteins, vitamins and minerals, with a worldwide production of approximately 40 million tons per year being part of the list of products offered by food companies. One of them is Granitos de Vida EIRL which in this article through a sampling procedure based on NTP 011.300, a catalog of defects based on CODEX STAN 200-1995 and tools such as control charts seek to determine the quality of the company's peanut bags using SPSS software. The results were a catalog of defects according to the reality of the company, points outside the control limits and streaks in the graphs that allowed us to conclude that the processes of defects and weights (traits of the product quality) are out of statistical control.

**Keywords:** Peanut, quality, statistical control, statistical tools, control chart.

## 1. INTRODUCCIÓN

El maní o *Arachis Hypogagea* L., es una oleaginosa de la familia de plantas Fabaceae y tiene origen en Sudamérica, también se le conoce como cacahuate, caguante, cacahuete, etc. (Montero, 2020). Desde una perspectiva nutricional contiene antioxidantes, grasas, proteínas, carbohidratos, fibras crudas, vitaminas y minerales, teniendo una alta demanda por el consumidor que busca productos naturales y nutritivos (Montero, 2020).

Desde el plano comercial, es la tercera leguminosa de importancia a nivel mundial, siendo Perú reconocido como centro de diversificación genética. También, es probable que el maní o *Arachis Hypogagea* L., tenga origen al sur de Bolivia y el noreste de Argentina; pero, aún no hay suficientes pruebas para determinar cuál fue el primer país donde se domesticó (Rimachi et al., 2012).

La producción de maní a nivel mundial es aproximadamente 42.63 millones de toneladas por año siendo los principales países productores de maní: India, con una producción del 31% del mercado de maní; Estados Unidos, con el 27%; Argentina, con 15%; China, con 6%; Brasil, con 5%; Myanmar, con 4% y Senegal, con 4%. Además, Bolivia ocupa el puesto 20 entre 125 países productores (Montero, 2020).

Perú, también cuenta con una producción de maní; sin embargo, la calidad del maní boliviano es mucho mejor, originando que varios comerciantes prioricen exportar. Este es el caso de la empresa Granitos de Vida EIRL, que tiene más de 10 años de experiencia en el rubro de ventas de maní al por mayor.

La empresa Granitos de Vida EIRL anteriormente conocida como Inversiones Cori EIRL tiene origen en Desaguadero-Puno, donde actualmente cuenta con un almacén y su tienda principal se encuentra en La Parada-La Victoria. Granitos de Vida EIRL adquiere maní en Santa Cruz-Bolivia, luego lo transporta a su almacén en Desaguadero-Puno para posteriormente mandarlo a la tienda en La Parada.

Al exportarse productos de consumo alimentario estos deben cumplir con ciertos parámetros mínimos que avalen que son aptos para el consumo humano, de esto se encarga el Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA). SENASA, cuenta con una sede en Puno desaguadero que se encarga de hacer el

muestreo y pruebas de laboratorio necesarias para expedir el certificado fitosanitario (Arias, 1993).

La calidad con la que pasa la frontera el maní es buena; pero, con el transporte y el paso del tiempo esta disminuye. Los factores que influyen en la calidad de los granos postcosecha son los daños mecánicos, el almacenamiento, el transporte, impurezas, humedad, temperatura, microorganismos, hongos e insectos (Arias, 1993). Como factores de calidad específicos referenciales la FAO, considera un 9% de humedad máxima para maní en grano y considera como defectos granos descoloridos, granos dañados, granos quebrados o partidos, también si el tamaño no coincide bajo límites máximos permisibles (Codex Alimentarius, 1995).

Para determinar la calidad de un lote se necesita retirar pequeñas cantidades de granos una cantidad de veces representativa, este subconjunto representa la muestra (Arias, 1993). La NTP-011.300 facilita definiciones de maníes; como maní en vaina, en grano, partido, etc. y brinda un tamaño de muestreo significativo con límites máximos para granos defectuosos (Instituto Nacional de Calidad, 2011).

Las herramientas de control estadístico sirven para mejorar el proceso de producción de productos en cualquier empresa o microempresa. Se pueden usar hojas de control, diagramas de flujo, diagrama causa-efecto, histograma, diagrama de dispersión y diagrama de control (Huamán y Chancayauri, 2019). Las cartas control estadístico son una herramienta que nos permite saber si un proceso está bajo control estadístico; para determinar si los procesos de Agrinuts en Bolivia estaban bajo control estadístico se usó cartas cualitativas p y np, concluyendo que sus procesos estaban fuera de control estadístico (Villa, 2016).

El objetivo general de la investigación es determinar la calidad de los sacos de maní mediante el uso de herramientas de calidad y la NTP 011.300 de la empresa Granitos de Vida mediante SPSS en La Parada, Lima. Para lograr esto, nos centramos en 3 objetivos específicos: Primero, elaborar un catálogo de defectos respecto a los granos de maní; segundo, comprobar si los defectos de los sacos de maní se encuentran bajo control estadístico mediante el uso de gráficas de control y tercero, comprobar si los pesos de los sacos de maní se encuentran bajo control estadístico mediante el uso de gráficas de control.

El motivo por el que se realiza la investigación es porque la empresa Granitos de Vida EIRL no es una empresa productora, sino que revende el maní, por lo cual no cuenta con métodos de control adecuados. Una vez que el producto pasa la frontera los controles de calidad que aplica la empresa son muy rudimentarios, lo que fomenta el deterioro del maní y esto se puede ver por las quejas de los clientes.

Como limitaciones de la investigación se tiene que la balanza usada para el muestreo tiene como unidades mínimas de medida 50 gramos; pero, para pesos más elevados permite medir variaciones de 10 gramos. Esto porque se usó la balanza de la empresa que está enfocada en medir pesos más elevados.

## 2. METODOLOGÍA

Se plantea una investigación de tipo descriptiva y de campo. Descriptiva, porque se busca conocer todos los defectos presentes en los granos de maní para poder elaborar su catálogo de defectos; y posteriormente verificar el estado de la calidad de los granos de maní. De campo, debido a que, se busca analizar los defectos totales de los sacos de maní para determinar la calidad mediante gráficos de control estadístico hechos con el software SPSS. Además, del uso del diagrama de Pareto para identificar los defectos más frecuentes que se encuentran en los granos de maní. El diseño de investigación es de tipo

cuantitativo; ya que, se realizará la recolección de datos mediante observación, encuestas o entrevistas a los trabajadores de la empresa.

Se estudiará a la empresa GRANITOS DE VIDA en la mejora de sus controles de calidad de los granos que venden. Específicamente, serán estudiados los sacos de 50 kg de grano de maní, que es el producto de la empresa más demandado por el mercado interno.

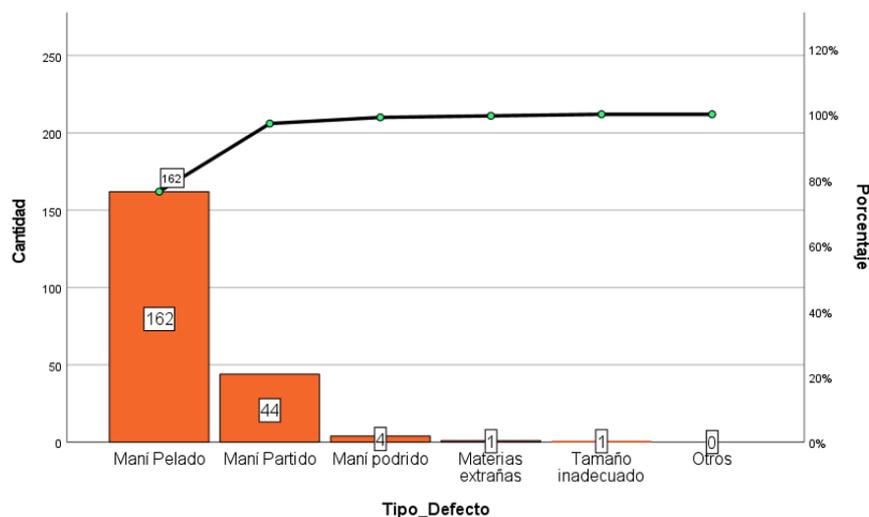
Para mejorar la confiabilidad de los procedimientos y disminuir los posibles sesgos en la obtención de los datos, se plantea una prueba piloto tomando los tipos de defectos y su cantidad de granos correspondiente en una muestra de 500 g de maní. A continuación, se muestra un resumen de lo encontrado.

**Tabla N.º1. Cantidad de defectos de los maní defectuosos**

Defectos	Cantidad
Maní pelado	162
Maní partido	44
Maní podrido	4
Materias extrañas	1
Tamaño inadecuado	1
Otros	0

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N.º1. Diagrama de Pareto de los defectos encontrados en una muestra de 500g de uno de los sacos del lote del 28 de noviembre**



Fuente: Elaboración Propia.

Se debe considerar que se toma como base al Codex Stan 200 - 1995, cuyo objetivo es proteger la salud del consumidor y asegurar la aplicación de prácticas equitativas en el comercio de los alimentos (Codex Alimentarius, 1995), para la selección de defectos presentes en los granos de maní, por ejemplo, maníes partidos, maníes germinados, maníes enmohecidos; entre otros.

Por otro lado, la muestra seleccionada se estableció considerando el tamaño de lote de 550 sacos, por la NTP 011.300, que menciona que para el tamaño de lote de 513 a 729 envases se debe usar 27 como número de muestras (Instituto Nacional de Calidad, 2011).

Por lo cual, la muestra es de 27 sacos de maní por cada lote y se estableció el procedimiento de extracción en cantidades de 800 gramos por saco para su análisis. De estos 800 g, se separaron por cuarteo en cuatro porciones. Donde una muestra quedó para el productor, dos fueron destinadas al análisis y la última quedó como contramuestra.

La técnica de recolección de datos fue mediante observación y tomando apuntes en una lista de comprobación para medir los defectos totales en el maní. Además, de las encuestas realizadas a los trabajadores de la empresa.

### 3. RESULTADOS

La recolección de datos debe ser de característica sistemática y ordenada; por esa razón, el uso de un catálogo de defectos en los granos de maní contribuye a calificar los defectos y separar el producto entre defectuosos y aprobados. A pesar de que, el subproducto es incluido en la clasificación de defectos puede ser vendido a un precio menor de lo establecido e incluido como parte de los demás productos listos para su distribución y venta como se indica en la tabla 2.

**Tabla N.º 2.** Catálogo de defectos de los granos de maní

Defectos	Definición	Imagen
Maní pelado	Subproducto, se vende como maní pelado a menor precio.  En gran cantidad puede afectar la venta.	
Maní se parte (Maní quebrado y partido)	Subproducto, se vende como maní partido a menor precio. En gran cantidad puede afectar la venta.	
Dañado por gorgojos y otros insectos	La presencia mínima afecta el lote completo.	No hay imagen
Peso del saco no es exacto	Afecta la venta, se repone el peso en caso se haga la venta.	
El tamaño no corresponde (Granos de maní diferente al tipo correspondiente al saco)	Subproducto, se vende como grano de tamaño correspondiente a menor precio.	

Maní podrido	Se nota a simple vista su descomposición. Subproducto, se puede vender como comida de cerdos. Debe haber muy poca cantidad por saco para no afectar la venta.	
Desperdicio (Materia extrañas)	Maíz, plantas, polvo, roca, polvo, tallos, etc.	
Maní rancio	Grano en el que se ha producido la oxidación de lípidos o ácidos grasos libres, lo cual genera que tenga sabor desagradable.	No hay imagen
Maní germinado	Grano que ha germinado.	No hay imagen
Maní enmohecidos	Presenta filamentos con moho visible a simple vista.	No hay imagen

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla **N.º 3** se realizó la revisión de cada saco de maní, donde se muestra los resultados obtenidos y registrados durante el tiempo de verificación de cada saco del lote recibido el 28 de noviembre del 2022, con pesos entre 50.075 0.775 kg. Para obtener el registro del peso de los granos de maní que presentan defectos se realizó la inspección de sacos de maní, que tardó aproximadamente 7 horas, el cual inició a las 8:00 am manteniendo un intervalo de 15 minutos; se obtuvo la cantidad pesada en gramos subdividida en 2 categorías: defectos y aprobados.

A continuación, se presentan los datos obtenidos de cada saco.

**Tabla N.º 3. Lista de verificación de defectos y peso por cada saco del lote inspeccionado**

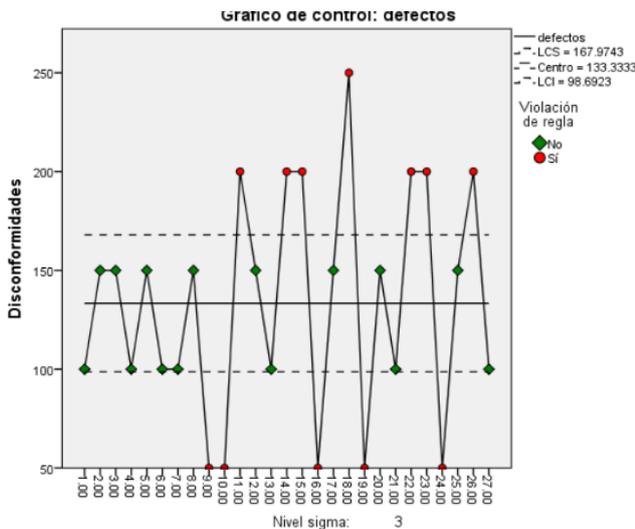
Reporte de muestreo de defectos por Lote	
Fecha de inspección: noviembre 28 de 2022	Fecha de llegada del lote: 28 de noviembre del 2022
Productos: Sacos de maní 50kg	Área: Almacén
Proceso: Almacenamiento	Turno: Mañana

Hora de inicio de inspección: 8:00 am		Intervalo de tiempo: 15 minutos		
Encargado(s) de la toma de datos: Grupo 2 (García, Cabrera, Cantorín y Castillo)				
Saco	Defectos (en g)	Aprobados (en g)	Gramos totales	Peso Saco (kg)
1	100	300	400	50.25
2	150	250	400	50.2
3	150	250	400	50.05
4	100	300	400	49.7
5	150	250	400	49.95
6	100	300	400	49.95
7	100	300	400	49.65
8	150	250	400	49.4
9	50	350	400	49.85
10	50	350	400	49.55
11	200	200	400	50.2
12	150	250	400	50.85
13	100	300	400	49.3
14	200	200	400	49.75

15	200	200	400	49.6
16	50	350	400	49.4
17	150	250	400	50.6
18	250	150	400	49.65
19	50	350	400	49.95
20	150	250	400	50.65
21	100	300	400	49.65
22	200	200	400	50.7
23	200	200	400	50.3
24	50	350	400	49.9
25	150	250	400	49.45
26	200	200	400	50.05
27	100	300	400	50.2
Total	3 600	7 200	1 0800	1 348.75
%	33.33%	66.67%	100.00%	-

Fuente: Elaboración propia.

**Figura N.º 2. Gráfica de control C para defectos de los sacos del lote**



Fuente: Elaboración propia.

La gráfica de control C, nos muestra las variaciones del número de disconformidades en cada saco. De cada saco se analiza 400 gramos de maní, de lo cual se clasifica en defectos y aprobados. La gráfica nos muestra la relación de los datos medidos en gramos de la variable defectos con la cantidad de muestras que se han sacado, 27 muestras, y se analiza el subgrupo con una constante de 400 gramos.

Con los datos de cada muestra de la variable defectos hallamos el promedio, el cual denominamos con la letra C para fines prácticos.

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{27} X_i}{N}$$

Donde :

$X_i$  = peso en gramos de maní con defectos.

$N$  = número de muestras

Con el dato obtenido de C hallamos la desviación estándar para después hallar los límites de control: Límite Inferior de Control (LIC), Línea Central y Límite Superior de Control (LSC)

$$S = \sqrt{C}$$

$$LIC = C - 3 \times S$$

$$\text{Línea Central} = C$$

$$LSC = C + 3 \times S$$

A partir de las limitaciones, podemos analizar en la gráfica los puntos que exceden al límite superior o están por debajo del límite inferior con un nivel de sigma 3. El gráfico nos muestra que el saco n.º9, n.º10, n.º11, n.º14, n.º15, n.º16, n.º18, n.º19, n.º22, n.º23, n.º24, n.º26 no cumplen con las reglas de control.

**Figura N.º 3. Muestra de sacos por encima o por debajo del nivel sigma 3.**

**Violaciones de reglas**

Nº Saco1	Violaciones de puntos
9	Menor de -3 sigma
10	Menor de -3 sigma
11	Mayor que +3 sigma
14	Mayor que +3 sigma
15	Mayor que +3 sigma
16	Menor de -3 sigma
18	Mayor que +3 sigma
19	Menor de -3 sigma
22	Mayor que +3 sigma
23	Mayor que +3 sigma
24	Menor de -3 sigma
26	Mayor que +3 sigma

12 puntos violan las reglas de control.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N.º 4. Tabla de datos para el gráfico de individuos y rangos móviles

N. muestra	Peso saco(kg)	Media	LIF	LSC	Rango móvil	Promedio	LIF	LSC
1	50.25	49.954	48.629	51.278				
2	50.2	49.954	48.629	51.278	0.05	0.498	0	1.627
3	50.05	49.954	48.629	51.278	0.15	0.498	0	1.627
4	49.7	49.954	48.629	51.278	0.35	0.498	0	1.627
5	49.95	49.954	48.629	51.278	0.25	0.498	0	1.627
6	49.95	49.954	48.629	51.278	0	0.498	0	1.627
7	49.65	49.954	48.629	51.278	0.3	0.498	0	1.627
8	49.4	49.954	48.629	51.278	0.25	0.498	0	1.627
9	49.85	49.954	48.629	51.278	0.45	0.498	0	1.627
10	49.55	49.954	48.629	51.278	0.3	0.498	0	1.627
11	50.2	49.954	48.629	51.278	0.65	0.498	0	1.627
12	50.85	49.954	48.629	51.278	0.65	0.498	0	1.627
13	49.3	49.954	48.629	51.278	1.55	0.498	0	1.627
14	49.75	49.954	48.629	51.278	0.45	0.498	0	1.627
15	49.6	49.954	48.629	51.278	0.15	0.498	0	1.627
16	49.4	49.954	48.629	51.278	0.2	0.498	0	1.627
17	50.6	49.954	48.629	51.278	1.2	0.498	0	1.627
18	49.65	49.954	48.629	51.278	0.95	0.498	0	1.627
19	49.95	49.954	48.629	51.278	0.3	0.498	0	1.627
20	50.65	49.954	48.629	51.278	0.7	0.498	0	1.627
21	49.65	49.954	48.629	51.278	1	0.498	0	1.627
22	50.7	49.954	48.629	51.278	1.05	0.498	0	1.627
23	50.3	49.954	48.629	51.278	0.4	0.498	0	1.627
24	49.9	49.954	48.629	51.278	0.4	0.498	0	1.627
25	49.45	49.954	48.629	51.278	0.45	0.498	0	1.627
26	50.05	49.954	48.629	51.278	0.6	0.498	0	1.627
27	50.2	49.954	48.629	51.278	0.15	0.498	0	1.627

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica Individuos con rango móvil para el peso de cada saco nos permite evaluar la variabilidad de la media de las muestras registradas; subdividido en dos gráficos uno con respecto a los individuos y otro con respecto al rango móvil, en el que en este caso utiliza una amplitud de 2. Para realizar los cálculos de los límites de control de cada gráfico, primero hallamos la media de los valores de los sacos de maní pesados en kg.

En la siguiente ecuación, denominamos X barra como la media del peso de los sacos.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{27} X_i}{N}$$

Calculamos el rango de los pesos como la resta en valor absoluto del valor sucesor con el valor actual para luego definir su media de los valores obtenidos, el cual es representado por la letra R barra.

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^{27} X_i}{N}$$

Para los límites de control con los valores obtenidos de X barra y R barra hallamos los límites de control para la gráfica de individuos.

$$LIC = \bar{X} - 3 \times \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$\text{Línea Central} = \bar{X}$$

$$LSC = \bar{X} + 3 \times \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Donde el valor  $d_2$  es 1.128

En el gráfico podemos ver que ninguna muestra supera el límite inferior ni el límite superior (ver **Figura N.º 4**).

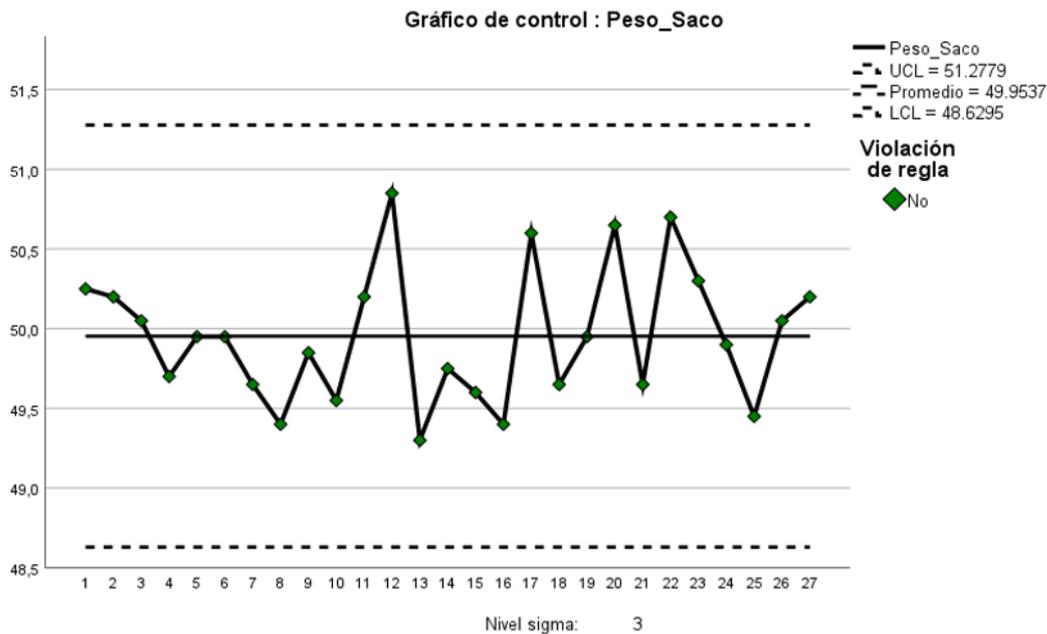
A diferencia del gráfico de individuos, el gráfico de rangos móviles utiliza los valores de  $\bar{y}$  para su cálculo en los límites de control. Estos valores están determinados y son obtenidos por una tabla que lo proporciona, el cual es según el valor de la amplitud; como en el caso de las gráficas el valor de la amplitud es 2, los valores de  $\bar{y}$  son 0 y 3.267 respectivamente.

$$LIC = D_3 \times \bar{R}$$

$$\text{Línea Central} = \bar{R}$$

$$LSC = D_4 \times \bar{R}$$

**Figura N.º 4.** Gráfica de control Individuos - Rango Móvil para peso de cada saco



Fuente: Elaboración propia.

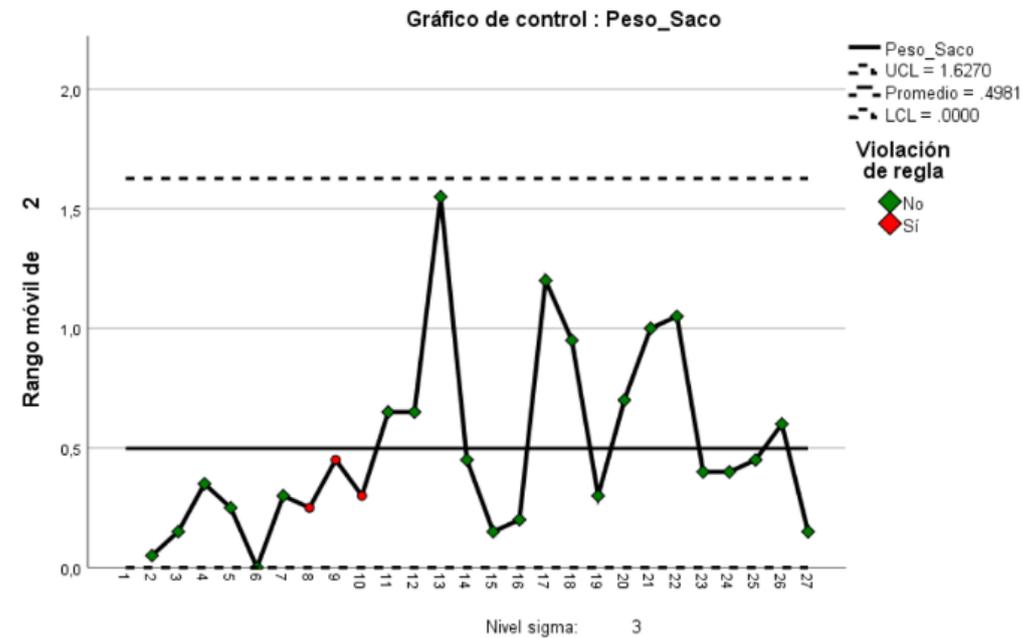
En el gráfico podemos observar que a pesar de ser una gráfica muy ruidosa ninguna muestra excede el límite superior de control. Sin embargo, se observa una tendencia hasta la muestra n.º8, n.º9 y n.º10, el cual nos indica que el proceso está fuera de control; ya que, es poco probable que suceda este fenómeno (Ver **Figura N.º 5**).

## 4. DISCUSIÓN

Con la gráfica de control C para defectos de los sacos de maní se ve que el proceso se encuentra fuera de control estadístico, esto relativo al lote que llegó el 28 de noviembre a la empresa. Esto se indica por la gran cantidad de puntos fuera de los límites de control, por lo que resulta necesario detectar las causas ligadas a esta situación.

Como los sacos recién arribaron al local la misma fecha de la inspección, la gran cantidad de defectos se puede atribuir a condiciones

Figura N.º 5. Gráfica de control Rango Móvil para peso de cada saco



Fuente: Elaboración propia.

correspondientes a etapas como su cosecha, envasado y transporte. Entonces de acuerdo con el diagrama de Pareto elaborado, los defectos más significativos son maní pelado y maní partido; por lo que, para mejorar el proceso debemos enfocarnos en las causas que originan estos tipos de defectos.

Sin embargo, de acorde a la situación actual de la empresa se puede atribuir como una de las causas de esta gran cantidad de defectos a la ausencia de una organización en el control de calidad en las diferentes partes del proceso en las que ha transcurrido el maní desde su paso en la frontera de Perú - Bolivia (el cuál es realizado por SENASA) hasta su almacenamiento previo a su venta. Al no realizarse una preselección de los tipos de maní con relación a los límites de tolerancia de defectos que establezca la empresa de acorde a sus clientes termina afectando a la calidad, precio de venta, prestigio y entre otros aspectos que repercuten en sus ganancias.

Esto contrasta con el trabajo elaborado por Villa (2016) en el que la empresa que se analiza si cuenta con un laboratorio de control de calidad y para solucionar los problemas detectados por las gráficas de control, realizó un diagrama de Pareto para la cinta donde se escoge al maní con el que se detectó a la Ergonomía y cansancio visual de las palliris como los principales problemas. Tras el uso de cojines para los asientos de las palliris y

realización de ejercicios de relajación muscular, las nuevas gráficas del control indicaron que no hay puntos encima de los límites de control.

Si bien el diagrama de Pareto indica que se debe detectar las causas que originan el maní pelado y partido, la empresa primero debe implementar un proceso y área de control de calidad en las etapas que transcurre el maní de acorde a sus objetivos para obtener sacos con una menor cantidad de defectuosos, que si bien los defectos en su mayoría son menores y generalmente tolerables por los clientes contribuiría con un mayor prestigio y ganancias.

Por otro lado, la gráfica de control de individuos de los pesos de los sacos de maní indica que se encuentran bajo control; ya que, no hay patrones no aleatorios ni puntos que rebasen los límites de control. Sin embargo, la gráfica complementaria, la de rangos móviles, presenta una racha de varios puntos consecutivos debajo de la línea central a partir de los sacos n°8, n°9 y n°10 que, en términos de probabilidades, es muy raro que ocurra; por lo que, es un indicio de una anomalía en el proceso y que este está fuera de control estadístico en cuanto a variabilidad. Esto último, podría significar que los límites de la gráfica de individuos no son exactos, algo similar a lo que podría ocurrir con las gráficas de control X-R, entonces no podemos concluir

que este proceso se encuentra bajo control estadístico solamente considerando la gráfica de individuos.

Así, en el trabajo elaborado por Huamán y Chancayauri (2019) se utilizó otro tipo de gráfica para variables, la gráfica X-R, mediante la que se determinó que la media del proceso del peso de las bolsas de galletas de agua no era estable por la presencia de un dato atípico; en cambio, la variabilidad del proceso si era estable. Para solucionar este problema del punto fuera del límite de control se elaboró un diagrama de Ishikawa, en el que se detectó que las causas de ello fueron la falta de supervisión, falta de una técnica de embolsado y una actitud desganada del personal.

Por lo que, en un caso futuro que se pueda presentar dentro de la empresa, donde las gráficas de control de individuos y rangos móviles indiquen que el proceso de los pesos de los sacos está fuera de control estadístico, se podría utilizar como herramienta el diagrama de Ishikawa para la detección de los principales problemas una vez organizado un control de calidad en la empresa.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se elaboró el catálogo el cual registró diez características de las cuales nueve corresponden a un aspecto desfavorable que podría presentar el maní, mientras que la restante está enfocada en el peso del saco. Además, el producto disminuye su valor monetario al presentar algún defecto; cuando presenta algunos de los defectos registrados se puede clasificar en subproducto o desecho.

Se comprobó que los defectos de los sacos de maní se encuentran fuera de control estadístico mediante el uso de la gráfica C con el software SPSS; debido a, que nos muestra que el saco n°9, n°10, n°11, n°14, n°15, n°16, n°18, n°19, n°22, n°23, n°24, n°26, en total 12 sacos, no cumplen con las reglas de control.

Tras aplicar la gráfica de control de individuos y rangos móviles, se concluye que el proceso de control, respecto a la variable peso total de los sacos de maní se encuentra fuera de control estadístico; debido a, que la última se encuentra fuera de control por la presencia de una racha entre los 10 primeros sacos.

Se sugiere a la empresa la implementación de un sistema de control de calidad que inspeccione a los sacos de maní desde la frontera hasta su almacenamiento previo a su venta, implementando para ello el procedimiento de muestreo realizado de acorde a la NTP 011.300 y herramientas de calidad como las hojas de verificación, gráficas de control, diagramas de Pareto y de Ishikawa para la recopilación de datos, detección de estabilidad de los procesos y hallar los principales problemas para lograr la mejora continua de las características de sus productos.

Asimismo, se recomienda la incorporación de instrumentos con una sensibilidad adecuada para la toma de pesos de los defectos con los que cuentan cada uno de los sacos de los lotes recibidos, como también instrumentos de medición de las condiciones de la temperatura y humedad de los almacenes en tiempo real como el termohigrómetro.

## 6. AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias, por brindarnos el apoyo incondicional en cada momento de nuestra vida universitaria.

Al señor Ernesto Cori Chama y a los trabajadores de la empresa, por brindarnos la accesibilidad, su amabilidad, su confianza y la información necesaria para llevar a cabo nuestro trabajo.

Y al magister Jorge Luis Roca Becerra; por asesorarnos durante la investigación.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIAS, J.  
1993 Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural. Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <https://www.fao.org/3/x5027s/x5027S00.htm#Contents>
- CODEX ALIMENTARIUS  
1995 Norma para el maní. (CXS 200-1995)
- HUAMÁN, J. Y CHANCAYAURI, L.  
2019 Aplicación de las herramientas estadísticas en el control de procesos para variables [tesis de

licenciatura, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional UNSAAC. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4339>

INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD

2011 Maní Generalidades. (NTP 011.300)

MONTERO, J.

2020 Importancia nutricional y económica del maní (*Arachis hypogaea* L.). Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 7(2), 112-125. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182020000200014&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182020000200014&lng=es&tlng=es).(DOI)

PAPEL, G.

2017 Calidad de servicios en la certificación sanitaria del servicio del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), en el distrito de Tambopata - 2017. Repositorio UNAMAD. <http://hdl.handle.net/20.500.14070/316>

RIMACHI ET. AL.

2012 Variabilidad genética y distribución geográfica del maní, *Arachis hypogaea* L. en la región Ucayali, Perú. Revista Peruana de Biología, 19(3), 241-248. <https://doi.org/10.15381/rpb.v19i3.1000>

VILLA, M.

2016 Control de calidad mediante la implementación del control estadístico de procesos Agrinuts [tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional UMSA. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/21434>

---

# **ESTUDIO DE MÉTODOS DE TRABAJO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PESQUERA ARTESANAL DE CHIMBOTE, CHIMBOTE – 2018.**

---

Study of work methods to increase  
productivity in the production line  
of the Artisanal Fishing Company of  
Chimbote, Chimbote - 2018.

---

## **AUTORES**

**ANGELITH THAIZ MANTILLA SÁNCHEZ**

Universidad César Vallejo

stalinqp.22@hotmail.com

**STALIN CHRISTIAN QUISPE PIZARRO**

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

thaizmasa30@gmail.com

# RESUMEN

# ABSTRACT

La presente investigación titulada "Estudio de métodos de trabajo para aumentar la productividad en la línea de producción de la empresa pesquera artesanal de Chimbote, Chimbote 2018", se llevó a cabo mediante un estudio de investigación de tipo pre-experimental; se desarrolló a través de la observación directa, aplicándose a diez operarias que laboraban en la operación de corte y eviscerado, definidos según criterios de inclusión. Los instrumentos que se utilizaron para un mejor análisis fueron el cursograma analítico, en el cual se registró los movimientos y desplazamientos que realizaba el trabajador en el desarrollo de la operación; posteriormente se empleó un diagrama bimanual para la descripción de los movimientos de las extremidades que la operaria emplea, por último a través de la técnica de las 5w, se implementó el nuevo método de trabajo con el propósito de incrementar la productividad. También, se realizó un estudio de tiempo y balance de línea para aumentar el número de balanzas y reducir tiempos improductivos dentro de la línea de producción. Finalmente, se llegó a la conclusión que, al ejecutar un estudio de tiempos y movimientos, y estableciendo un tiempo estándar y aplicando un nuevo método de trabajo, se logra un incremento del 50.13% de productividad de la materia prima y finalmente un incremento de la productividad de la mano de obra con relación a dólares de un 51%. Lo cual beneficia a la empresa económicamente obteniendo una mayor utilidad en los meses que se implementó el nuevo método de trabajo.

**Palabras clave:** Balance de línea, estudio de tiempo, método de trabajo, muestreo de trabajo, productividad.

The current research project aims to study working methods to increase productivity in the production line of the artisanal fishery company of Chimbote, 2018, it is a pre-experimental research type; It is applied through direct observation, applying on the crew who work in the cutting and eviscerating operation, according to the inclusion criteria. The instruments that were used for a better analysis were the analytical handwriting, in which the movements and displacements that the worker made in the development of the operation were verified; later, a bimanual diagram was used to describe the movements of the extremities that the operator uses. Finally, through the 5w technique, the new work method was implemented with the purpose of increasing productivity. A study of time and a balance of lines was also carried out to increase the number of scales and reduce unproductive periods times within the production line. Finally, it was concluded that, when executing a study of times and movements, establishing a standard time and applying a new working method, the productivity reised to 50.13% of the raw material and finally an increase of the production of the workforce with a relation of 51% dollars. Wich is an economical benefit for the company, obtaining a greater utility in the months that the new working method.

**Keywords:** Line balance, time study, work method, work sampling, productivity.

## 8. INTRODUCCIÓN

El sector económico más importante de Chimbote es el pesquero, este impacta en el desarrollo económico de la ciudad, y, por consiguiente, las empresas necesitan y buscan ser más productivas. Por lo mismo, los procesos deben ser eficientes y mejorados continuamente para aumentar la productividad, como indicador de desempeño clave para lograr las metas pronosticadas. La empresa Pesquera Artesanal de Chimbote E.I.R.L no solo se preocupa por obtener ganancias monetarias, sino evaluar las acciones que se deben realizar. En esta localidad, en la empresa Pesquera Artesanal de Chimbote E.I.R.L., se detectaron los procesos que afrontaban problemas relacionadas a la productividad, por fallas de tiempo y paradas inesperadas entre procesos. En la recepción de materia prima, el problema que tenía un índice de frecuencia alto era la demora en la aceptación del lote de anchovetas, esto hacía que todo el proceso tarde. Los operarios de descarga, al realizar esta actividad al inicio de la jornada, lo hacían con rapidez constante, pero mientras iba transcurriendo el tiempo ejecutaban la actividad de manera cada vez más lenta, afectando directamente al proceso porque las mesas de corte se iban quedando sin materia prima. El segundo proceso de corte y eviscerado es de tipo HGT que tiene medidas estandarizadas, para las cuales el personal debía estar debidamente capacitado para identificar los tipos de corte. Se procede con el pesado, contaba con una balanza y una persona que es la encargada de apuntar el peso de cada personal de corte al terminar de completar una coladera, el peso límite es de 8 kilos. Antes de ser pesado, se verifica que el producto este cortado adecuadamente, si fuera así, se procede a pedir el código de la persona y apuntar el dato del peso, en caso contrario debía corregir el trabajo. En esta actividad se encontraban más retrasos de tiempos que en las anteriores tareas, ya que el personal constantemente hacía colas muy largas para poder pesar y las controladoras tenían que ayudar con el desorden que se generaba debido al comportamiento del personal de corte. En ocasiones, cuando la balanza se descomponía o cuando se limpiaba la zona del pesado el personal por querer cortar más cantidad se aglomeran de pescado cortado colocándolo en las mesas y no se le es permitido pesar más de dos veces. El problema en el proceso de empanizado era la falta de operarios en la actividad. Teniendo en cuenta los problemas ya

mencionados con anterioridad, se generaba una sumatoria de tiempos perdidos generada por las actividades de la línea de producción.

La justificación de esta investigación fue conocer la productividad actual y el proceso de anchoas en salazón, para así implementar un nuevo método de trabajo que aumente la productividad en la línea de producción. Esta investigación se desarrolló con los siguientes objetivos, primero determinar la productividad inicial, segundo identificar los problemas actuales que se relaciona con la productividad en la línea de producción, tercero implementar los nuevos métodos de trabajo en la línea de producción y finalmente medir la mejora de la productividad en la línea de producción de la Empresa Pesquera Artesanal de Chimbote.

## 9. METODOLOGÍA

Esta investigación fue de tipo Pre-Experimental, en tanto este "diseño no presenta manipulación de la variable independiente, donde por medio de un estímulo se maneja la pre prueba y la post prueba. Por esa razón, se aplica una prueba a la productividad inicial, después se realiza el estudio de método de trabajo y finalmente se le aplica una prueba posterior a la productividad final, es decir, hay un seguimiento". (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Entre productividad inicial y productividad final podrían ocurrir otros acontecimientos capaces de general cambios, además, debido a que analiza el efecto que genera el estudio del trabajo reflejado en la productividad. 01: Productividad inicial. 02: Productividad final. X: Estudio de método trabajo.

## 10. RESULTADOS

### 10.1. Determinación de la productividad inicial en la línea de producción

#### 10.1.1 Productividad actual de la operación de corte y eviscerado

Para el resultado de la Tabla 1 se consideró los días de producción de 20 toneladas de materia prima, para poder calcular la productividad de corte y eviscerado de los meses de abril, mayo y junio.

**Tabla N.º 1. Productividad en la operación de corte y eviscerado**

PRODUCTIVIDAD - CORTE Y EVISCERADO			
	abril	mayo	junio
Promedio	9.3 Kg/h-H	10.26 Kg/h-H	10.05Kg/h-H

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla N.º 1** se observa que la productividad del mes de mayo fue 10.3 % mayor a la del mes de abril debido a que en el mes de mayo el promedio del personal fue 16.1% menor que el mes de abril. Esto fue porque en el mes de abril y junio hubo un mayor incremento de materia prima anchoveta en las empresas pesqueras, esto provoca que los operarios de corte se dispersen por diferentes empresas, ocasionando una ausencia de operarios de un 8.65% respecto al mes de abril. Por esa razón, la productividad de mayo es mayor a los otros meses de estudio

### 10.1.2 Productividad del costo de la mano de obra en la operación de corte y eviscerado (\$)

Para el resultado de la Tabla 2 se consideró el costo de la mano de obra y el tiempo de producción para calcular la productividad del costo de la mano de obra.

**Tabla N.º 2 . Productividad de costo de mano de obra en el área de corte y eviscerado (\$)**

PRODUCTIVIDAD - M.O (\$)			
	abril	mayo	junio
Promedio	0.62 Kg/\$	0.68 Kg/\$	0.67 Kg/\$

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla N.º 2** se observa que la productividad del costo de mano de obra del mes de mayo es mayor a la del mes de abril y junio, por que cortaron la misma cantidad de materia prima aproximadamente comparado al mes de mayo y junio con el 16.1% menos personal.

### 10.1.3 Eficiencia actual de la materia prima (%)

En la **Tabla N.º 3** se pasó a calcular el porcentaje de eficiencia de materia prima, para eso se registraron las cantidades de materia prima cortada (peso neto) en kilogramos y la cantidad de pescado entero (peso bruto) también en kilogramos, en el mes de abril, mayo y junio.

En la **Tabla N.º 3** se puede observar que en el mes de mayo el porcentaje de la materia prima fue menor en 6.9%, esto es contrario a la productividad de la Tabla 1, es decir la velocidad de producción fue mayor, pero dañando más la materia prima. Esto debido a la falta de métodos de trabajo estandarizados para el cortado y

eviscerado y la falta de tiempos estandarizados para el manejo de la materia prima. Como se puede comparar en la Tabla 1, hubo menos personal y se hizo mayor producción, pero deteriorando más el producto terminado por la falta de un método de trabajo y la estandarización de sus tiempos.

**Tabla N.º 3. Eficiencia materia prima de método de trabajo de corte y eviscerado (%)**

EFICIENCIA DE MATERIA PRIMA			
	abril	mayo	junio
Promedio	61%	59%	62%

Fuente: Elaboración propia.

### 10.1.4 Eficiencia de materia prima (dólares)

En la **Tabla N.º 4** se pasó a calcular el porcentaje de eficiencia en dólares de la materia prima, para eso se registró el costo de la materia prima bruta en dólares y el precio de venta del producto terminado también en dólares.

**Tabla N.º 4. Eficiencia de Materia Prima en Dólares (%)**

EFICIENCIA DE MATERIA PRIMA			
	abril	mayo	junio
Promedio	56%	51%	59%

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla N.º 4** la eficiencia física de la materia prima tiene un impacto directo sobre la eficiencia económica por un menor aprovechamiento de la materia prima. Siendo el mes de mayo con menor eficiencia en un 8.9%, respecto al mes de abril y un 15.6% respecto al mes de junio.

## 10.2. Diagnóstico de los problemas que se relacionan con la productividad

### 10.2.1 Identificación de problemas de mayor ocurrencia con la técnica de muestro de Trabajo.

En la aplicación del muestreo de trabajo se consideró un nivel de confianza de 95% y Z de 1.96. El detalle de la aplicación de la técnica del muestreo del trabajo se muestra en el anexo 5, a continuación, se presentan los resultados:

**Tabla N.º 5. Problemas de mayor ocurrencia en el proceso productivo de anchoas en salazón.**

Proceso	Estado	%
Recepción de MP	Activo	90%
	Inactivo	10%

Corte y eviscerado	Activo	22%
	Inactivo	78%
Pesado	Activo	19%
	Inactivo	81%
Lavado	Activo	79%
	Inactivo	21%
Empanizado	Activo	86%
	Inactivo	14%
Envasado	Activo	81%
	Inactivo	19%
Embarque	Activo	86%
	Inactivo	14%

Fente: Elaboración propia

El porcentaje de tiempo activo varía según el área; el área de recepción de materia prima es el área con mayor proporción de tiempo activo mientras que el área corte y eviscerado y pesado es el área con menor tiempo activo con 22% y 19 %, respectivamente.

### 10.3. Implementación de los nuevos métodos de trabajo en la línea de producción de la Empresa Pesquera Artesanal de Chimbote.

#### 10.3.1 Cálculo del tiempo normal y estándar para el proceso de anchoas en salazón.

Se desarrolló el estudio de tiempos para el proceso actual. A continuación se presentaron los resultados en la **Tabla N.º 6**.

**Tabla N.º 6.** Tiempo promedio, tiempo normal y tiempo estándar del proceso de salazón

Proceso	Promedio	1+ Factor de Valoración	Tiempo normal	1 + %Holgura	Tiempo estándar
Corte y eviscerado	37.87	1.19	45.06	1.13	50.92
Pesado	0.52	1.19	0.61	1.13	0.69
Lavado	0.53	1.19	0.62	1.13	0.71
Empanizado	0.55	1.19	0.65	1.13	0.74
Envasado	0.92	1.19	1.09	1.13	1.23

Fuente: Elaboración propia

Se registraron los tiempos que se obtuvieron de una muestra de 10 observaciones de cada proceso, con el fin de obtener los tiempos promedio de ejecución actual de cada proceso, se observó que el proceso con mayor tiempo es el proceso de pesado, esto se debe a las demoras que se generaban en muchas ocasiones por la falta de balanza, esto ocasionaba largas colas del personal, además de los transportes que realizaban.

#### 10.3.2 Balance de Línea

Se reflejarán los procesos consecutivos que se llevan a cabo con los respectivos tiempos que le conciernen a cada operación trabajando a un

ritmo normal. En el balance de línea se utilizan una unidad de análisis y un tiempo de ciclo recomendado. La unidad de análisis utilizada es de 25 kilogramos de materia prima, la cual se representa en toneladas; se utiliza ésta unidad en el estudio propuesto, por la razón que durante el proceso se utiliza canastillas, teniendo éstas una capacidad de 25 kilogramos, durante el proceso las canastillas son llenadas de materia prima para su traslado de un proceso a otro. Por otro lado, la elección del tiempo de ciclo recomendado es de 12 min/tn, porque los tiempos generales de cada proceso oscilan entre 10 min/tn y 14 min/tn, para poder tener una producción continua tuvimos que establecer un tiempo recomendado dentro de esos tiempos de producción.

**Tabla N.º 7.** Balance de línea actual

PROCESO	INGRESO DE PRODUCCIÓN (Tn)	PRODUCCIÓN UNITARIA (Tn)	UNIDADES PRODUCTIVAS (ACTUALES)	PRODUCCIÓN (Tn)	TIEMPO (Min)	TC GENERAL (Min/Tn)
Corte	0.041	0.025	203	5.075	50.92	10.03
Pesado	0.025	0.025	1	0.025	0.69	27.6
Lavado	0.025	0.025	2	0.05	0.71	14.2
Empanizado	0.025	0.025	2	0.05	0.74	14.8
Envasado	0.025	0.025	4	0.1	1.23	12.3

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla N.º 7**, se presentan los datos iniciales para la elaboración del balance de línea, presentado así las unidades productivas actuales las cuales representan a los trabajadores en cada área. Por otro lado, la producción unitaria se calcula con 25 kilos que es la unidad de análisis utilizada en nuestro DAP y estudio de tiempo. Estos datos dan como resultado la producción en toneladas que viene a ser lo producido por cada unidad productiva en su respectivo tiempo. Con los datos obtenidos de las unidades productivas y el tiempo estándar obtenido, se determina el tiempo de ciclo general, visualizándose que el pesado es el cuello de botella con 27.60 min/tn. Esto se da porque existe una aglomeración de operarios de corte en la operación de pesado, provocando una cola en el proceso, causando así un retraso para poder pesar los kilos de materia prima.

**Tabla N.º 8. Balance de línea actual**

Indicadores	Datos	Unidad
Tiempo de Ciclo	27.6	min/tn
Producción	21	tn
Tiempo Muerto	59.46	min/tn
Eficiencia	56.9	Porcentaje

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla N.º 8** se presenta el tiempo de ciclo de 27.60 min/tn, por otro lado, se determinó la producción de 21 toneladas que se realiza en la línea productiva, este puede ser representados en 840 canastillas de 25 kilos, sabiendo que esta es nuestra unidad de análisis, así mismo el tiempo muerto es de 59.46 minutos por tonelada producida, este indicador es el acumulado de tiempo de ocio de todas las unidades productivas. Además, la Tabla 08 refleja la eficiencia de la línea actual de producción siendo esta de un 56.9%.

En relación con la **Tabla N.º 9**, se puede detectar que el mayor tiempo utilizado o cuello de botella era en el proceso de pesado. Dicho esto, se establece un ciclo unitario el cual determina cuanto demora una unidad productiva en procesar un tonelada; analizando los ciclos generales obtenidos, determinamos que el tiempo de ciclo recomendado sería de 12 min/tn, porque los tiempos de cada proceso oscilan entre 10 min/tn y 14 min/tn, y así poder tener una producción continua, además se quiere producir 50 toneladas para así aprovechar los recursos de la línea productiva, esto nos dio como resultado que en el proceso de pesado se debe aumentar una unidad productiva, en este caso aumentamos una nueva balanza para disminuir el tiempo.

**Tabla N.º 9. Balance de línea actual**

PROCESO	PRODUCCIÓN UNITARIA (Tn)	TIEMPO (Min)	TC GENERAL (Min/Tn)	CICLO UNITARIO (Min/Tn)	UNIDADES PRODUCTIVAS RESULTANTES
Corte	0.025	50.92	10.03	2036.8	170
Pesado	0.025	0.69	27.6	27.6	2
Lavado	0.025	0.71	14.2	28.4	2
Empanizado	0.025	0.74	14.8	29.6	2
Envasado	0.025	1.23	12.3	49.2	4

Fuente: Elaboración propia

**10.3.3 Cálculo del tiempo normal y estándar para el proceso mejorado de anchoas en salazón.**

En la **Tabla N.º 10**, se registraron los tiempos que se obtuvo del proceso mejorado de anchoas en salazón, esta muestra fue de 9 observaciones de cada proceso con el fin de obtener los tiempos promedio de ejecución actual de cada proceso, se observó los procesos quedan balanceados y sin retrasos para el proceso, esto dio como resultado el aumento de la productividad.

**10.3.4 Balance de Línea Final**

En la **Tabla N.º 11**, se presentan los datos iniciales para la elaboración del balance de línea final, presentado así las unidades productivas actuales las cuales representan a los trabajadores en cada área. Por otro lado, la producción unitaria se calcula con una canastilla de 25 kilos que es la unidad de análisis utilizada. Estos datos dan como resultado la producción en toneladas que viene a ser lo producido por cada unidad productiva en su respectivo tiempo. Con los datos obtenidos de las unidades productivas y

el tiempo estándar obtenido, se determina el nuevo tiempo de ciclo general, visualizándose que el empanizado es el cuello de botella con 14.80 min/tn. Por otro lado, el tiempo estándar del proceso de cortado y eviscerado, se redujo en un 25.85%, esto se debe al nuevo método de corte utilizado en el diagrama bimanual mejorado.

En la **Tabla N.º 12** se presenta el tiempo de ciclo de 14.80 min/tn, por otro lado, se determinó la producción de 41.54 toneladas que se realiza en la línea productiva, este puede ser representados en 1661 canastillas de 25 kilos, sabiendo que esta es nuestra unidad de análisis, así mismo el tiempo muerto es de 9.34 minutos por tonelada producida, este indicador es el acumulado de tiempo de ocio de todas las unidades productivas. Además, la Tabla 18 refleja la eficiencia de la línea actual de producción siendo esta de un 84.32 %

## 10.4. Comparativa de la mejora del nuevo método

### 10.4.1 Productividad de la materia prima

La **Tabla N.º 13**, presenta el incremento de la productividad debido al nuevo método de trabajo empleado en la operación de corte y eviscerado, con respecto a los kilogramos de materia prima ingresada por cada hora- hombre empleada. La tabla muestra la productividad promedio de los meses de abril, mayo y junio en la cual empleaban el método antiguo, con respecto al nuevo método de trabajo, este fue implementado en los meses de julio, agosto y septiembre

En Tabla 13, se muestra que el incremento de productividad gracias al nuevo método de trabajo en la operación de cortado y eviscerado con relación a la cantidad de materia prima ingresada y al tiempo de cortado fue del 61.06%, 50.13% y 57.76% más respecto al método antiguo, lo que representa un incremento de 7.26 Kg/h-H, 6.17 Kg/h-H y 6.81 Kg/h-H en los meses de julio, agosto y septiembre. Esto quiere decir que se está obteniendo una mayor cantidad de kilos cortados de materia prima por cada hora-hombre con el método actual. 61%, 59% y 62.

**Tabla N.º 10.** Tiempo promedio, tiempo normal y tiempo estándar del proceso de salazón

Proceso	Tiempo promedio	Factor de Calificación (%)	Tiempo Normal	Tolerancias (%)	Tiempo Estándar
Corte y eviscerado	30.09	1.08	35.8	1.08	40.49
Pesado	0.43	1.08	0.51	1.08	0.58
Lavado	0.48	1.09	0.57	1.08	0.64
Empanizado	0.55	1.06	0.65	1.08	0.74
Envasado	0.86	1.03	1.03	1.08	1.16

Fuente:Elaboración propia

**Tabla N.º 11.** Balance de línea final

PROCESO	PRODUCCIÓN UNITARIA (Tn)	UNIDADES PRODUCTIVAS (ACTUALES)	PRODUCCIÓN (Tn)	TIEMPO (Min)	TC GENERAL (Min/Tn)
Corte	0.025	170	4.25	40.46	9.52
Pesado	0.025	2	0.05	0.69	13.8
Lavado	0.025	2	0.05	0.71	14.2
Empanizado	0.025	2	0.05	0.74	14.8
Envasado	0.025	4	0.1	1.23	12.3

Nota. Elaboración propia

**Tabla N.º 12.** Indicadores de balance de línea final

Indicadores	Datos	Unidad
Tiempo de Ciclo	14.8	min/tn
Producción	41.54	tn
Tiempo Muerto	9.34	min/tn
Eficiencia	84.32	Porcentaje

Fuente: Elaboración propia

### 10.4.2 Productividad del costo de la mano de obra

La **Tabla N.º 14**, presenta la mejora de la productividad del costo de mano de obra debido al nuevo método de trabajo empleado en la operación de corte y eviscerado, teniendo en cuenta el costo de mano de obra y el número de operarios de corte. La tabla muestra la productividad promedio del costo de la mano de obra de los meses de abril, mayo y junio en la cual empleaban el método antiguo, con respecto al nuevo método de trabajo, este fue implementado en los meses de julio, agosto y septiembre.

**Tabla N.º 14.** Productividad del costo de la mano de obra

Mes	Productividad (Kg/\$)	Mes	Productividad (Kg/\$)
	Actual		Final
abril	0.62	julio	1.1
mayo	0.68	agosto	1.1
junio	0.67	septiembre	1.12

Fuente: Elaboración propia

En **Tabla N.º 14**, se muestra que el aumento de productividad del costo de mano de obra gracias al nuevo método de trabajo en la operación de cortado y eviscerado con relación a el mejor aprovechamiento del personal de corte y tiempo mejorado del proceso de corte. El incremento de la productividad ya mencionada es del 67.41%, 51.76% y un 57.16% más con respecto al método antiguo, Esto quiere decir que se incrementó la cantidad de kilos cortados por cada dólar invertido en el costo de la mano de obra, tiendo así un mejor aprovechamiento de este.

**Tabla N.º 13.** Productividad de la materia prima

Mes	Productividad (Kg/\$)	Mes	Productividad (Kg/\$)
	Actual		Final
abril	9.3	julio	16.56
mayo	10.26	agosto	16.43
junio	10.05	septiembre	16.86

Nota. Elaboración propia

## 11. DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como objetivo aplicar el estudio de método de trabajo para aumentar la productividad en la línea de producción de la Empresa Pesquera Artesanal de Chimbote.

En el primer resultado, el análisis de la productividad inicial de la materia prima en el proceso de corte y eviscerado determinó que la productividad era de 9.3 Kg/h- H, 10.26 Kg/h-H y 10.05 Kg/h-H en los meses de abril, mayo y junio respectivamente. Esto se obtuvo y se registró con las partes de producción de la Empresa Pesquera Artesanal de Chimbote del año 2018, de la misma forma Guaraca (2015) en su investigación halló la productividad en la operación de prensado, y esta información fue recogida de la data histórica brindada por el área contable de la empresa Automotrices Egar S.A., se puede afirmar que en ambas investigaciones se hizo uso de la data histórica brindada por la empresa porque es información real y fiable.

Para el segundo resultado, se identificaron los problemas en la línea de producción, donde se conoció el proceso de anchoas en salazón haciendo uso de un diagrama de procesos. De la misma manera, Aduato (2015) describió a través del diagrama de análisis el proceso de mantenimiento de pallets de planta industrial, este diagrama dio a conocer las operaciones e inspecciones que presentan ambos procesos. También se hizo uso de un cursograma analítico obteniendo como resultado que el proceso constaba de 6 operaciones, 2 inspecciones, 1 demora y 5 transportes con una distancia total de 18 metros y tiempo de 70.91 minutos, por su parte Bautista (2013) utilizó un cursograma sinóptico donde se observa de forma general las principales operaciones e inspecciones de su proceso luego hizo uso del cursograma analítico para analizar y registrar el proceso de armado de cuero de zapato. Se observa que

las investigaciones presentan una metodología similar para conocer su proceso y es importante utilizar los diagramas mencionados porque son una representación gráfica de los procesos. Además, se utilizó la técnica del muestreo de trabajo para identificar los problemas de mayor ocurrencia presentados en los procesos. Los procesos con mayor porcentaje de tiempo inactivo fueron el proceso de corte y eviscerado y el proceso de pesado. Con respecto al proceso de corte y eviscerado los problemas con mayor porcentaje fueron el método de corte incorrecto con 26% y para el proceso de pesado los problemas fueron las largas colas de personal con 25%. Caso contrario, Falconi (2017) utilizó un diagrama de Pareto para seleccionar la tarea a ser mejorada en el proceso de filete de caballa en aceite vegetal de la Empresa Inversiones Estrella de David, donde encontraron causas que originan los cuellos de botella, como la falta de Estandarización de tiempos y movimientos (Limpieza y fileteado), método no establecido (Limpieza y fileteado), a su vez estas causas están relacionadas al método de trabajo deficiente. En esta investigación se consideró que el muestreo de trabajo es más efectivo porque es una técnica que se fundamenta en la estadística y se obtuvieron los datos con un nivel de significancia y un porcentaje de error de 0.05, se aplicó el muestreo de trabajo porque se quería conocer el grado de actividad e inactividad de las operaciones que se realizan en la empresa.

Para el tercer resultado, se realizó un estudio de tiempos para la línea de producción de anchoas en salazón con la finalidad de calcular el tiempo normal y el tiempo estándar, para esto se utilizó la metodología de Freidvals y Niebel (2013). Se obtuvo el tiempo estándar para la operación de corte y eviscerado 50.92 minutos y pesado de 0.69 minutos. De la misma forma, en la investigación de Bautista (2013) se realizó el estudio de tiempo en el proceso de producción de la Empresa calzado Gabriel para determinar el tiempo estándar en cada operación utilizando el factor de valoración y holgura. La investigación de Martínez (2013), también realizó la toma de tiempos para la línea de producción de cilindros de la Empresa Cinsa Yumbo. En las investigaciones mencionadas se consideró importante realizar el estudio de tiempos porque permite calcular y obtener el tiempo estándar para ser mejorado y realizar el balance de línea. Por su parte, Meyers (2000) en su teoría menciona que la finalidad del estudio de tiempos es determinar el tiempo fijo o estándar de una operación o tarea mediante un método específico.

Realizando el análisis para los problemas presentados, en el proceso de corte y eviscerado se realizó el diagrama bimanual, en el cual se registraron los movimientos realizados por el operario, este diagrama se aplicó con la finalidad de identificar los movimientos innecesarios. Obteniendo 5 movimientos con la mano izquierda y 8 movimientos con la mano derecha. De la misma forma, Falconi (2017) hizo un balance de línea en la operación de limpieza y fileteado del proceso de filete de caballa en aceite vegetal de la Empresa Inversiones Estrella de David S.A.C, se recomienda el uso del diagrama bimanual porque muestra una representación gráfica a través de símbolos la secuencia de actividades de las manos del trabajador

Al implementar el nuevo método de trabajo en la operación de corte y eviscerado e incrementar el número de balanzas en el área de pesado, se aumentó la productividad con relación a la cantidad de materia prima ingresada y al tiempo de cortado, esto fue del 68.06 %, 50.13 % y 57.76 % más respecto al método antiguo, lo que representa un incremento de 7.26 Kg/h-H, 6.17 Kg/h-H y 6.81 Kg/h-H más con el método mejorado en los meses de julio, agosto y septiembre respectivamente. También se muestra el aumento de productividad del costo de mano de obra en 67.41 %, 51.76 % y un 57.16 % más con respecto al método antiguo. Esto quiere decir que se incrementó la cantidad de kilos cortados por cada dólar invertido en el costo de la mano de obra, dando así un mejor aprovechamiento de este. También por su parte Falconi (2017) obtuvo como resultado un incremento de la productividad de mano de obra en un 48% con el método mejorado con respecto a los kilogramos realizados por horas cada operaria, también se incrementó la productividad total de cajas producidas de filete de caballa en aceite vegetal en un 55% gracias al método mejorado en la operación de limpieza y fileteado. Por último, se evidenció que también hubo un incremento de eficiencia de materia prima del 15%, y finalmente un incremento de eficiencia de materia prima con relación a soles del 31%, lo que su vez significa que la empresa obtuvo un mejor margen de ganancia en el mes que se implementó la mejora de método de trabajo. Se puede apreciar que en ambos casos se obtiene un resultado distinto, pero se puede afirmar que efectivamente gracias a una mejora de método de trabajo se incrementa la productividad de un proceso productivo, sin importar del rubro que sea la empresa.

## 12. CONCLUSIONES

La productividad inicial de corte y eviscerado para los meses de abril, mayo y junio fue de 9.3 kg/h-H, 10.26 kg/h-H y 10.05 kg/h-H y la eficiencia física de materia prima fue de 61%, 59% y 62%.

Las actividades realizadas en la línea de producción indicaron que el operario realizaba el 47% de actividades de transporte como actividades no productivas, el 47% de actividades productivas como operación e inspección. Por lo tanto, se identificaron los problemas con mayor ocurrencia que fueron el incorrecto método de corte y la falta de balanzas en el área de pesado.

La implementación del nuevo método de trabajo para el corte y eviscerado por medio del diagrama bimanual redujo 4 actividades de la mano izquierda y se balanceo la línea de pesado aumentando una balanza para esa área, esto redujo el tiempo de ciclo a 14.80 min (53%) y aumento la eficiencia en un 84.32%.

El nuevo método de trabajo permitió el aumento de la productividad en los meses de julio, agosto y septiembre en un 68.06%, 50.13% y un 57.76%.

## 13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAUTO, P.

2015 Análisis y rediseño del Método de Trabajo para el incremento de la productividad en el proceso de mantenimiento de pallets de una planta industrial. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.

BAUTISTA, K.

2013 Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa calzado Gabriel. Tesis (Bachiller para Ingeniero Industrial). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.

FALCONI, R.

2017 Aplicación de la mejora de método de trabajo para incrementar la productividad del producto filete de caballa en aceite vegetal de la empresa inversiones Estrella de David. (Tesis Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Cesar Vallejo.

GUARACA, S.

2015 Mejora de la productividad, en la sección de prensado de pastillas, mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo, de la fábrica de frenos automotrices Egar S.A. (Tesis Magíster en Ingeniería Industrial y Productividad). Ecuador. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9118/3/CD-6072.pdf>

HERNÁNDEZ S, FERNÁNDEZ, C. Y BAPTISTA L.

2014 Metodología de la investigación. 6ta ed. México: McGrawHill. 599 pp. ISBN: 9781456223960

MARTÍNEZ, W.

2013 Propuesta de mejoramiento mediante el Estudio del Trabajo para las líneas de producción de la Empresa Cinsa Yumbo. Tesis (Ingeniero Industrial). Colombia: Universidad Autónoma de Occidente.

MEYERS, F.

2000 Estudio de Tiempos y Movimientos para la manufactura ágil. Tercera Edición. México: Pearson Educación. 98 pp. ISBN: 9684444680

NIEBEL, B. Y FREIVALDS A.

2013 Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo. 13va ed. México: McGraw Hill. ISBN: 9789701069622.

---

# **ESTUDIO DE TIEMPOS SOBRE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA RACER CALLAO 2022**

---

STUDYING OF TIME ABOUT THE  
PRODUCTION PROCESSES IN RACER  
CALLAO FACTORY 2022

---

## **AUTORES:**

**VICENT STEFANO FERIDA DEL ÁGUILA**

vincent.ferida@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

**DANIEL MICHEL TORRES SONCO**

danielmichel.torres@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

**CARRASCO LEON , AARON LAURO**

aaronlauro.carrasco@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

**HUAMANI QUISPE , ROSA VALERIA**

rosavaleria.huamani@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

# RESUMEN

# ABSTRACT

Racer Callao es una empresa de manufactura dedicada a la producción por tornería de elementos y herramientas para sectores industriales, salud y ferretería. En los últimos meses, Racer ha presentado inconvenientes en la organización de sus almacenes y control en los tiempos de producción del producto de espigas unidas. Esto ha hecho consciente a Racer de la necesidad de aplicar técnicas de gestión y administración para mejorar el orden y limpieza de sus almacenes, a su vez que se realiza un análisis de tiempos para determinar la capacidad de producción del producto espigas unidas. Es por ello que el personal de trabajo ha sido capacitado en la metodología 5S, para disminuir el desorden en el área de almacenamiento. También se ha realizado un estudio para determinar el tiempo estándar de producción de espigas unidas.

Se estimó que la capacitación y estudio tendría un tiempo de 6 semanas. Finalmente, como resultado se consiguió capacitar completamente al personal consiguiendo que los mismos gestionen el orden de sus almacenes, y en cuanto al tiempo estándar de trabajo se obtuvo un valor de 9.412 minutos y una producción estándar de 51 unidades de espigas unidas por jornada laboral.

**Palabras clave:** Manufactura, tiempo estándar, gestión, metodología 5S, almacén.

Racer Callao is a manufacturing company specialized in the production by lathe of elements for industry, medical, and hardware store sectors. In the past months, Racer have found drawbacks in the organization of their storehouse and in the control of the production time of the product spikes joint. That is what has made Racer conscious of the necessity of applying management methodologies in order to improve the order of their storehouse and making an analysis of time to define the production capacity of the product spikes joint, at the same time. Consequently, the operators were trained in 5S methodology to reduce the disorder in the storehouse area. Also, a study of time was made to establish the standard production time of the product spikes joint.

It was estimated that the training and the production study was going to take six weeks. Finally, as a result, we could train all the personnel and make sure that they can manage the order of the storehouse. In addition, about the production standard time, we got a value of 9.412 minutes and an standar production of 51 elements of spikes joint, per labor day.

**Keywords:** Manufacture, standard time, management, 5S methodology, storehouse.

## 14. INTRODUCCIÓN

El estudio de tiempos y movimientos es una herramienta que ayuda a determinar tiempos estándares de cada una de las operaciones que componen cualquier proceso, así como para analizar los movimientos que son realizados por parte de un operario para llevar a cabo dicha operación (Noris, 2017). El fin de esta herramienta es eliminar tiempos innecesarios.

Esta herramienta comenzó en Francia en el siglo XVIII, cuando Perronet realizó investigaciones sobre la producción de agujas, pero no fue hasta finales del siglo XIX, con la sugerencia de Frederick Taylor, que se generalizaron y conocieron. Taylor, a quien se le llama el padre de la administración científica, desarrolló el concepto de "tareas" en la década de 1880, sugiriendo que la administración debe ser responsable de planificar el trabajo de cada uno de sus empleados y que cada trabajo debe tener un tiempo estándar basado en el trabajo basado en la labor de los especialistas u operadores altamente calificados.

En este trabajo, el estudio de tiempo y movimiento tiene como objetivo encontrar el tiempo óptimo, con su respectiva cantidad a producir en la empresa Racer, previamente escogemos al mejor analista para la toma de tiempos usando métodos de Riggs, fórmulas de tiempo estándar y consideración de suplementos por temas externos.

## 15. METODOLOGÍA

La investigación realizada tiene un enfoque cuantitativo y un diseño experimental que, según Sampieri R et. al (2004), se fundamenta en un esquema deductivo y lógico que busca formular preguntas de investigación e hipótesis para posteriormente probarlas. El diseño de la investigación sigue un diseño correlacional en el que se busca medir el grado de relación que exista entre dos o más conceptos o variables para luego cuantificarlas y encontrar su vinculación.

## 16. RESULTADOS

Para la obtención de los resultados, se procedió a realizar un estudio con los datos mostrados en la sección anterior. Buscamos determinar el número de observaciones requeridas y algunos indicadores como tiempo estándar, tiempo estándar con unidades de producción, producción estándar, producción óptima, entre otros.

Para generar el análisis definimos nuestro marco teórico, planteamos los conceptos y así utilizamos de manera correcta en el presente trabajo de investigación.

### 16.1. Determinación del número de muestras

#### 16.1.1 Método estadístico o de estimación estadística

**Tiempo medio (TM):** Es el tiempo promedio de los tiempos observados o cronometrados (muestra preliminar). No se deben considerar los tiempos. Se define que las variaciones de las actuaciones de un trabajador, siguen una distribución más o menos normal y que el tiempo medio de la muestra, aproximamos por recomendaciones al tiempo promedio real del trabajador. el método de estimación requiere conocer algunos datos clave para el cálculo de números de ciclos a cronometrar:

- ▶ Anormales, es decir, se deben eliminar los valores extraños que no se encuentren dentro del intervalo del +/- 20% del tiempo medio.
- ▶ Intervalo de precisión o exactitud: es el porcentaje que se acepta como máximo error permisible, si se considera como verdadero valor, el tiempo promedio de la muestra. Para este caso, se está tomando el valor constante de 5% (0.05).
- ▶ Confianza o nivel de confianza: Es la probabilidad de que la media de la muestra obtenida se encuentre dentro del intervalo de confianza del verdadero tiempo medio del elemento observado.
- ▶ El valor del coeficiente de confianza determina el estadístico "t" o "Z". Para este caso, se asume un valor teórico de 95% (0.95). Para saber si el estadístico a utilizarse es "t" o "Z", se observará el número de muestras preliminares. Si la cantidad de estas se encuentra entre 4 y 30, se utilizará "t", caso contrario (de 30 para arriba) se utilizará "Z".

**Tabla N.º 1.** Datos para la estimación de observaciones por el método estadístico.

	OPERACIONES			
	A	B	C	D
1				60.183
2	65.033	70.3	71.716	70.55
3	62.667	64.934	67.9	69.234
4	73.8	66.366	62.417	60.816
5	60.266	67.234	65.383	66.234
6	66.117	58.183	61.317	63.05
7	66.817	73.033	73.983	70.016
8	61.666	65.767	69.117	71.7
9		73.983	66.117	65.667
10	64.233	70.117	69.983	71.617
11	69.717	59.95	63.7	63.466
12	72.733	76.05	75.3	76.034
13	67.183	68.217	72.983	69.433
14		68.133	64.067	63.85
15				
TM	66.385	67.867	67.999	67.275
LI	53.108	54.294	54.399	53.82
LS	79.662	81.44	81.599	80.73
R	56.217	44.65	45.15	43.317
n	11	13	13	14
d	3.173	3.336	3.336	3.407
S=R/d	17.717	13.384	13.534	12.714
Cv=S/TM	<b>0.267</b>	0.197	0.199	0.189

Fuente: Elaboración Propia

Se determina que el CV (coeficiente de variación) más alto se da en la operación A entonces, de los valores que quedan para los ciclos, hallamos la desviación estándar, el tiempo medio y el valor inverso t-student para este caso:

**Tabla N.º 2.** Datos obtenidos luego del análisis.

Sd = 4,237	TM= 66,385	K = 0,05	t(10; 0,95) = 1,812
------------	------------	----------	---------------------

Fuente: Elaboración propia

Con estos valores determinamos, utilizando la fórmula del método estadístico, una muestra necesaria de aproximadamente 5,58 ciclos a cronometrar, esto equivale a 6 ciclos completos.

### 16.1.2 Método de Riggs

Una manera de determinar el número de ciclos para la toma de tiempos es aplicar una fórmula basada en el error estándar promedio de un elemento; al igual que en el método de estimación estadística, se aplica distribución T cuando supone menos de 30 muestras.

Para decidir la cantidad de tiempos que consideraríamos en el informe usamos el método de Riggs luego de tomar 15 tiempos considerando una precisión del 95%, y un nivel de confianza del 95% (tabla 2)

**Tabla N.º 2.** Datos para la estimación de observaciones por el método Riggs.

	A	B	C	D	X	X <sup>2</sup>
1	20.967	41.333	49.067	60.183	60.183	3621.99349
2	86	111.633	120.783	130.733	70.55	4977.3025
3	148.667	176.567	188.683	199.967	69.234	4793.34676
4	222.467	242.933	251.1	260.783	60.816	3698.58586
5	282.733	310.167	316.483	327.017	66.234	4386.94276
6	348.85	368.35	377.8	390.067	63.05	3975.3025
7	415.667	441.383	451.783	460.083	70.016	4902.24026
8	477.333	507.15	520.9	531.783	71.7	5140.89
9	554.517	581.133	587.017	597.45	65.667	4312.15489
10	618.75	651.25	657	669.067	71.617	5128.99469
11	688.467	711.2	720.7	732.533	63.466	4027.93316
12	761.2	787.25	796	808.567	76.034	5781.16916
13	828.383	855.467	868.983	878	69.433	4820.94149
14	902.667	923.6	933.05	941.85	63.85	4076.8225
15	927.117	955	963.2	974.567		
				Suma =	941.85	63644.62
				Promedio =	125.58	4546.04429
				0.8*TM =	100.464	3636.83543
				1.2*TM =	150.696	5455.25314

Fuente: Elaboración propia

Valor del tamaño de la muestra:

$$N = \frac{t/k * \sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X}$$

Se considera lo siguiente:

**Tabla N.º 3.** Tabla N.º de cálculo del número de datos (N).

Error	5%
K	0,05
n	15
Alfa	0,1
t	1,761
N	9,722

Fuente: Elaboración Propia

De esto nosotros concluimos que la cantidad óptima de mediciones a tener en cuenta sería 10, según el método de Riggs.

### 16.2. Tiempo estándar, producción estándar y óptima

#### 16.2.1 Tiempo estándar

Para el cálculo del tiempo estándar vamos a considerar las actividades vistas en el Análisis de Diagrama de Actividades del Proceso (DAP) que realiza la empresa Racer Callao. Estas son nombradas en la siguiente tabla junto con sus respectivos tiempos de operación:

**Tabla N.º 4 . Datos de procesos, duración, encargado y cantidad de unidades producidas.**

Nº	Proceso	Operario	Cantidad	Tiempo (s)
1	Ubicar en el almacén las barras de bronce	A	210	280
2	Transporte del almacén a sala de operarios	A	90	17
3	Recorte de la barra según lo que se desea tener	A	60	5.1
4	Transporte al soporte metálico para mecanizar	A	60	20
5	Mecanizado a máquina parada	A	1	300
6	Transporte a sala de operarios	A	30	24
7	Inspección de restos de virutas en los agujeros	B	1	15
8	Extracción manual de viruta con cuchilla	B	1	20
9	Pulida de piezas	B	1	45
10	Transporte al lavadero de piezas	B	60	40
11	Lavado con combustibles	C	60	354
12	Transporte al área de secado	C	60	43
13	Espera de secado a temperatura ambiente	C	210	14400
14	Transporte al área de armado	C	30	25
15	Operación de armado agregando un jebe	D	1	60
16	Inspección de armado final	D	1	10
17	Transporte al almacén	D	90	50
18	Almacenamiento de piezas unidas	D	300	90

Fuente: Elaboración Propia

Se cuenta con 4 operarios para los cuales se les considera los siguientes ritmos o velocidades de fabricación:

**Tabla N.º 5. Velocidad de fabricación de operarios.**

A = 90%	C = 85%
B = 87%	D = 95%

Fuente: Elaboración Propia

(OIT) se toman en cuenta los siguientes suplementos para los trabajadores: Ahora de acuerdo a la tabla otorgada por la Organización Internacional del Trabajo:

**Tabla N.º 6. Tabla de suplementos de operarios de Racer Callao.**

SUPLEMENTOS CONSTANTES	
Tipo	Valor
Suplemento por necesidades personales	5%
Suplemento base por fatiga	4%
SUPLEMENTOS VARIABLES	
A: Trabajo de pie	0%
B: Ligeramente incómodo	0%
C: Uso de la fuerza (3kg)	1%
D: Ligeramente debajo de la potencia calculada	0%
F: Trabajos precisos o fatigosos	2%
G: Intermitente y muy fuerte	5%
H: Proceso bastante complejo	1%
I: Proceso bastante monótono	1%
J: Trabajo algo aburrido	0%
<b>TOTAL</b>	<b>19%</b>

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa, los suplementos suman un total de 19% entonces el Factor de tolerancia será de 1,19 para todos los operarios. A continuación,

se muestra una tabla con los valores de tiempo estándar para las cada una de las actividades y el valor total para el proceso de fabricación.

**Tabla N.º 6.** Tabla de determinación del tiempo estándar para el proceso realizado por la empresa Racer Callao

Nº	Proceso	Cantidad	Tiempo (s)	TO	Operario	FV	TN	FT	Ts
1	Ubicar en el almacén las barras de bronce	210	280	1,333	A	0,9	1,2	1,16	1,392
2	Transporte del almacén a sala de operarios	90	17	0,189	A	0,9	0,17	1,16	0,197
3	Recorte de la barra según lo que se desea tener	60	5,1	0,085	A	0,9	0,077	1,16	0,089
4	Transporte al soporte metálico para mecanizar	60	20	0,333	A	0,9	0,3	1,16	0,348
5	Mecanizado a máquina parada	1	300	300	A	0,9	270	1,16	313,2
6	Transporte a sala de operarios	30	24	0,8	A	0,9	0,72	1,16	0,835
7	Inspección de restos de virutas en los agujeros	1	15	15	B	0,87	13,05	1,16	15,138
8	Extracción manual de viruta con cuchilla	1	20	20	B	0,87	17,4	1,16	20,184
9	Pulida de piezas	1	45	45	B	0,87	39,15	1,16	45,414
10	Transporte al lavadero de piezas	60	40	0,667	B	0,87	0,58	1,16	0,673
11	Lavado con combustibles	60	354	5,9	C	0,85	5,015	1,16	5,817
12	Transporte al área de secado	60	43	0,717	C	0,85	0,609	1,16	0,706
13	España de secado a temperatura ambiente	210	14400	68,571	C	0,85	58,285	1,16	67,611
14	Transporte al área de armado	30	25	0,833	C	0,85	0,708	1,16	0,821
15	Operación de armado agregando un jebe	1	60	60	D	0,95	57	1,16	66,12
16	Inspección de armado final	1	10	10	D	0,95	9,5	1,16	11,02
17	Transporte al almacén	90	50	0,556	D	0,95	0,528	1,16	0,612
18	Almacenamiento de piezas unidas	300	90	0,3	D	0,95	0,285	1,16	0,331
								$\Sigma T_{sc}$	550,508

Fuente: Elaboración Propia

Como resultado, se ha determinado que el valor del tiempo estándar es de **550,508** segundos esto equivale en minutos a **9,175** minutos.

Teniendo en cuenta este valor, podemos determinar la producción óptima el cual tiene como valor **69 unidades aproximadamente**.

### 16.2.2 Producción estándar

De acuerdo a lo hallado, la producción estándar para una jornada laboral es de aproximadamente **51 unidades**.

### 16.2.3 Tiempo Óptimo

Ahora determinaremos el trabajo óptimo, para ello la empresa ha determinado que el tiempo óptimo se consigue si el trabajador tiene un ritmo de calificación del 135%.

Entonces para hallar el valor del tiempo óptimo utilizamos la siguiente fórmula:

$$T_{op} = \frac{\text{Tiempo estándar}}{\text{Ritmo de Calificación}}$$

Con ello tenemos el siguiente valor para el tiempo óptimo:

$$T_{op} = \frac{550,508}{1,35} = 418,332$$

## 17. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 17.1. Determinación del número de muestras

#### 17.1.1 Método Estadístico

Este método nos permite hallar una cantidad de muestras que depende de 3 factores principales: Tiempo medio de toda la muestra previa, intervalo de precisión y la confianza. Con ello obtenemos el valor del coeficiente de confianza (esto dependiendo del estadístico "z" o "t-student", para este caso se elige el "t-student" por la cantidad de 15 datos. A partir de la fórmula se obtiene un valor de **6 ciclos enteros a cronometrar para obtener una muestra confiable a un 95% de confianza. Por lo tanto, podemos decir que las muestras son suficientes.**

### 17.1.2 Método de Riggs

Este método, con la finalidad de garantizar una mayor precisión, utiliza el error estándar promedio de los datos y el estadístico "t-student". Con la aplicación de la fórmula de Riggs obtenemos un valor de 10 datos necesarios para obtener una muestra confiable con la confiabilidad aplicada al anterior método, al ser más datos existe mayor tendencia a obtener la muestra precisa.

### 17.2. Tiempo estándar

Para hallar el tiempo estándar se usan los datos del proceso de ensamble de las espigas de tubería hasta su posterior almacenamiento, se requiere la velocidad estimada de los operarios, los suplementos considerados por la empresa Racer Callao. El resultado es una Tabla N.º de 9 columnas ordenada donde la última que representa el tiempo estándar donde la actividad que demanda mayor tiempo es la número 13 el cual corresponde al secado al aire de las piezas luego del lavado. La suma de estos tiempos es de 550,508 segundos, alrededor de 9,175 minutos.

La producción diaria entonces se traduce en 51 unidades, esta producción no es lo óptimo sino un resultado "promedio" o normal que se debe conseguir con los recursos disponibles. Por otro lado, el tiempo óptimo se obtuvo al dividir el tiempo estándar entre 135% o 1.35. Con ello se obtiene una producción óptima de 69 unidades, 18 más que lo estándar.

## 18. CONCLUSIÓN

La evaluación del analista nos demuestra que Valeria tuvo un mejor desempeño con respecto a los otros dos analistas (Juan y Vincent) y que Valeria tiende a sobrevalorar las calificaciones bajas y subvaluar las calificaciones altas y que cuando aumenta el salto el error disminuye, respectivamente.

El método estadístico dio como resultado una cantidad de 6 muestras necesarias a una confiabilidad del 95% y el método de Riggs 10 muestras considerando la misma confiabilidad.

El método de Riggs nos muestra que las observaciones tomadas son suficientes para tener un estudio de tiempos adecuado. El valor que nos arroja es que solo se requieren 10 observaciones con un 95% de confiabilidad de la muestra. Al tener 15 observaciones se concluye que el estudio es fiable.

Respecto del tiempo estándar podemos concluir que la aplicación del tiempo óptimo otorgaría a la empresa la fabricación de 18 unidades adicionales respecto a la producción estándar para una jornada laboral completa. Esto equivale a una mejora del 34,516%. Cabe resaltar que esto se puede lograr utilizando los recursos y tiempo de manera eficiente.

Para hacer el estudio se recomienda tener una alta concentración al observar la actividad al cronometrar para que los resultados sean más acordes a la realidad y el estudio pueda ser de utilidad para la empresa, ya que con ello puede adoptar medidas de mejora en las actividades que realiza

## 19. AGRADECIMIENTO

Agradezco a la facultad de Ingeniería Industrial, por el apoyo a estos trabajos de investigación, con espacios como el CODEII donde podemos difundirlos. Se agradece el tiempo brindado por la organización y el juzgado asignado. Agradecimiento especial a la empresa Racer por brindarnos acceso a sus instalaciones.

## 20. REFERENCIAS

- E. PAUL DE GARMO, J. TEMPLE BLACK, RONALD A. KOHSER.  
2002 2da edición. Editorial Reverté, S. A. Materiales y procesos de fabricación.
- MEYER, F.  
2005 Estudio de Tiempos y Movimientos para la Manufactura Ágil. (4ta. Edición). México, D.F.: Editorial Pearson Educación.
- NIEBEL, B., & FREIVALDS A.  
2014 Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo, (11ª Ed). Buenos Aires, Argentina.: Alfa omega.
- TEJADA DIAZ, N. L., GISBERT SOLER, V., & PEREZ MOLINA, A. I.  
2017 Methodology of study of time and movement; Introduction to the GSD. 3C EMPRESA, 39-49.

## 21. ANEXOS

## Anexo N.º I. Tabla de Suplementos de la OIT. Fuente. Morales, 2022.

## 1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

## 2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4		4	45
B. Suplemento por postura anormal				2	100
Ligeramente incómoda	0	1	F. Concentración intensa		
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Peso levantado [kg]			G. Ruido		
2,5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
25	9	20	Estridente y fuerte		
35,5	22	máx	H. Tensión mental		
D. Mala iluminación			Proceso bastante complejo	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Bastante por debajo	2	2	Muy complejo	8	8
Absolutamente insuficiente	5	5	I. Monotonía		
E. Condiciones atmosféricas			Trabajo algo monótono	0	0
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo bastante monótono	1	1
16		0	Trabajo muy monótono	4	4
8		10	J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2



---

# ANÁLISIS DEL APORTE DE LA INNOVACIÓN SOCIAL DURANTE LA PANDEMIA DEL COVID-19

---

Analysis of the Contribution of Social  
Innovation During the COVID-19  
Pandemic

---

**ANTIGUA ALEJANDRO  
BLADIMIR ALEXANDRO**

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

bladimir.antigua@unmsm.edu.pe

ORCID N° 0000-0001-5620-5097

**ELMER GINO, LAGUNA AVILA**

Universidad Nacional de Trujillo

elagunaa@unitru.edu.pe

**JOHANA VANESSA, SURCO HUANCAS**

Universidad Nacional de Ingeniería

jsurcoh@uni.pe

# RESUMEN

# ABSTRACT

La pandemia del COVID-19 azotó a la humanidad en menor o mayor medida de acuerdo con la respuesta y plan de contingencia que se implementó en cada país a nivel mundial. Durante la etapa pico de la pandemia y postpandemia, la población en general busca mitigar las consecuencias ocasionadas por el escenario de aislamiento y distanciamiento social con creatividad, emprendimiento e innovación. En esa línea, el presente estudio bajo la herramienta de Vigilancia Tecnológica tiene como objetivo analizar el aporte de la Innovación Social en mitigar el impacto de la pandemia del COVID-19 en la humanidad. Se hace uso de herramientas informáticas como Microsoft Excel y VOSwiever para el análisis de la literatura recopilada en bases de datos como: Scopus, SienceDirect, Web Of Science y SciELO. Se obtuvo que durante la pandemia la innovación social ha respondido en sectores como salud, alimentación, educación, laboral y tecnológico mediante proyectos de gran relevancia.

**Palabras clave:** Innovación Social, Gestión Tecnológica, Sostenibilidad, Pandemia y Covid-19.

The COVID-19 pandemic hit humanity to a lesser or greater extent according to the response and contingency plan implemented in each country worldwide. During the peak stage of the pandemic and post-pandemic, the general population seeks to mitigate the consequences caused by the scenario of isolation and social distancing with creativity, entrepreneurship and innovation. In this line, the present study under the tool of Technological Surveillance aims to analyze the contribution of Social Innovation in mitigating the impact of the COVID-19 pandemic on humanity. Computer tools such as Microsoft Excel and VOSwiever are used to analyze the literature collected in databases such as: Scopus, SienceDirect, Web Of Science and SciELO. It was obtained that during the pandemic, social innovation has responded in sectors such as health, food, education, labor and technology through highly relevant projects.

**Keywords:** Social Innovation, Technology Management, Sustainability, Pandemic and Covid-19.

## 22. INTRODUCCIÓN

Las medidas recomendadas de confinamiento por la pandemia de la COVID-19 han provocado una serie de consecuencias en todos los sectores; y mientras la pandemia ha resaltado las diferencias profundas en nuestra sociedad, paralelamente ha propiciado la creatividad para buscar soluciones a problemas sociales. Maximino Matus, investigador del Departamento de Estudios Sociales de El Colegio de la Frontera Norte (El Colef), comenta que en situaciones como las propiciadas por la pandemia, debemos (como sociedad) ser empáticos hacia nuestros pares, entender el entorno, salir de la burbuja individual y entender al otro, con el objetivo de resolver problemáticas que afectan a todo un territorio dado y, en conjunto, a la sociedad. El concepto de innovación social, aunque popularizado en tiempos recientes, era mencionado y empleado en la década de los 80's. "En términos simples, la innovación social es impulsada por la ciudadanía a través de un proceso de colaboración horizontal para desarrollar soluciones a problemáticas cotidianas de sus entornos, las cuales no han podido ser solucionadas de manera adecuada ya sea a través de la política pública de los gobiernos", explica el Dr. Matus.

En la literatura, la innovación social es vista como una poderosa herramienta para superar las adversidades que afectan a los grupos más desfavorecidos de la sociedad. La innovación social puede producir cambios profundos por su impacto generalizado en la población y puede brindar soluciones personalizadas a problemas de nicho. (Penco, L., 2022). La innovación concibe por la responsabilidad de garantizar la solidaridad y la igualdad de condiciones de vida para los más vulnerables (Mildenberger, G., 2020). La innovación social no solo son acciones creadas y aplicadas desde un escritorio, sino que toman en cuenta las experiencias de vida de las personas que se encuentran con las problemáticas en su cotidianidad y ese conocimiento local es tratado de forma horizontal con gobierno, empresarios (de ser el caso) y ciudadanía con el fin de brindar soluciones más efectivas. "Discutir en conjunto podrá desarrollar soluciones que pueden atender a estas problemáticas para generar una resiliencia de la sociedad".

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) define la innovación social como nuevas formas de gestión, de administración, de ejecución, nuevos instrumentos o herramientas,

nuevas combinaciones de factores orientadas a mejorar las condiciones sociales y de vida en general de la población de la región. Un factor clave en el surgimiento de innovaciones sociales ha sido, sin duda la activa participación de la comunidad desde la definición del problema que desean solucionar, la identificación de posibles alternativas de solución, la ejecución de estas, así como su seguimiento. Es indispensable que los modelos innovadores tengan una relación costobeneficio mejor que la de los tradicionales, además deben ser escalables, sostenibles y posibles de ser convertidas en programas y políticas públicas que puedan afectar a grupos amplios de la población.

Se realizó un análisis a priori sobre las búsquedas en la Web a nivel mundial del tema en estudio "Innovación social" (color azul) y "Social Innovation" (color rojo), para lo cual se utilizó la herramienta Google Trends. Se realiza un comparativo por idioma del tema donde la búsqueda en inglés tiene una media de 63 puntos en relación con la media de 8 puntos para la búsqueda en español (**Figura N.º 1**).

En relación con la búsqueda web por países a nivel mundial, se evidencia una clara predominancia de las búsquedas en el idioma inglés en Brasil, Norte América, Oceanía, parte de Europa, África y Asia, en lo referente a las búsquedas en español estas predominan en Sudamérica, Centro América y España. El top 5 del interés por la "Social Innovation" son los países de Zimbabue, Uganda, Filipinas, Hong Kong y Singapur. El top 5 del interés por la "Innovación Social" son los países de Colombia, Ecuador, México, Chile y Perú (**Figura N.º 2**).

### 22.1. Objetivo

Analizar el aporte de la Innovación Social en mitigar el impacto de la pandemia del COVID-19 en la humanidad.

## 23. REVISIÓN DE LA LITERATURA

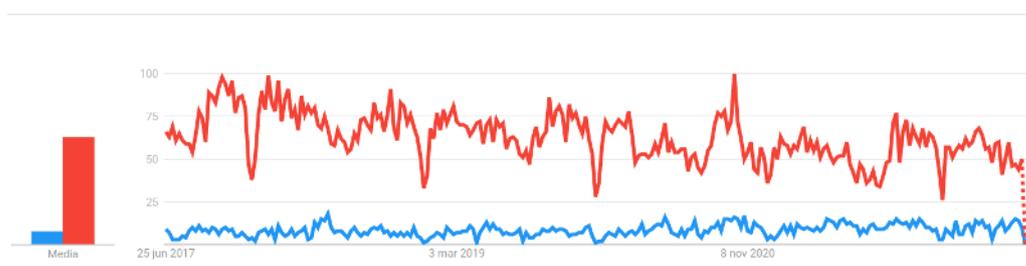
### 23.1. Innovación Social vs Emprendimiento Social

La palabra innovación social significa que lo ideado funciona mejor que las soluciones existentes y crea cambios en diferentes formas de producto, servicio o método, y debe llegar primero a la sociedad. Por ejemplo, un teléfono celular no es en sí mismo un resultado socialmente innovador, pero puede usarse

para diagnosticar alguna enfermedad (Cortez-Monroy y Matus, 2015 citado por Calanchez et al., 2022). Para, Kluk (2016) citado por Calanchez et al. (2022), la innovación social es un nuevo mecanismo que aumenta el bienestar de las personas que lo adoptan en comparación con la situación actual. Cuando la innovación social surge por primera vez, generalmente se afianza en un grupo relativamente pequeño de personas con estrechos vínculos entre sí. Posteriormente, se difunde al resto de la sociedad a través de las redes interactivas. Por tanto, la innovación social “se está consolidando como un nuevo eje prioritario en las agendas políticas y de gobierno, adquiriendo el mismo poder referencial y prescriptor que tienen otros enfoques y conceptos basados en la sostenibilidad o la creatividad” (Martinez-Celorrio, 2017, p.61 citado por Calanchez et al., 2022). Por su parte, Calanchez y Ayala (2016) citado por Calanchez

et al. (2022) afirman que, la innovación social se ha constituido en uno de los fenómenos que, en las últimas décadas ha ganado espacio en el “ámbito político, científico y económico de los países latinoamericanos, como una forma de transformación y desarrollo de la sociedad, que de manera organizada busca la solución de problemas coyunturales sin limitarse a un sector o campo de acción” (p.193).Consecuentemente, el objetivo final de la innovación social es resolver problemas y responder a las necesidades de la sociedad mejorando las situaciones existentes o encontrando nuevas soluciones. La innovación social ayuda a aumentar la resiliencia social y así fortalecer la estructura interna del poder del sistema económico y social, a través de sus dimensiones o enfoques como el práctico, sistémico, ocupacional y global, tal como, se expresa en la **Figura N.º 3** (Calanchez et al., 2022).

**Figura N.º 1.** Interés a lo largo del tiempo. “Innovación social” vs “Social Innovation”



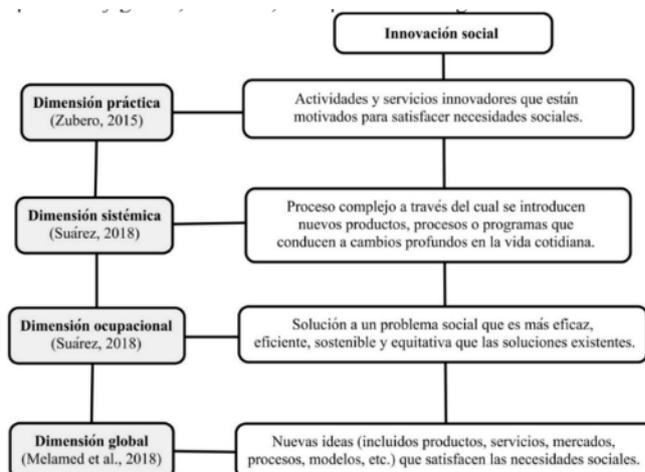
Fuente: Google Trends

**Figura N.º 2.** Comparativo por región. “Innovación social” vs “Social Innovation”



Fuente: Google Trends

**Figura N.º 3.** Dimensiones de la “Innovación social”



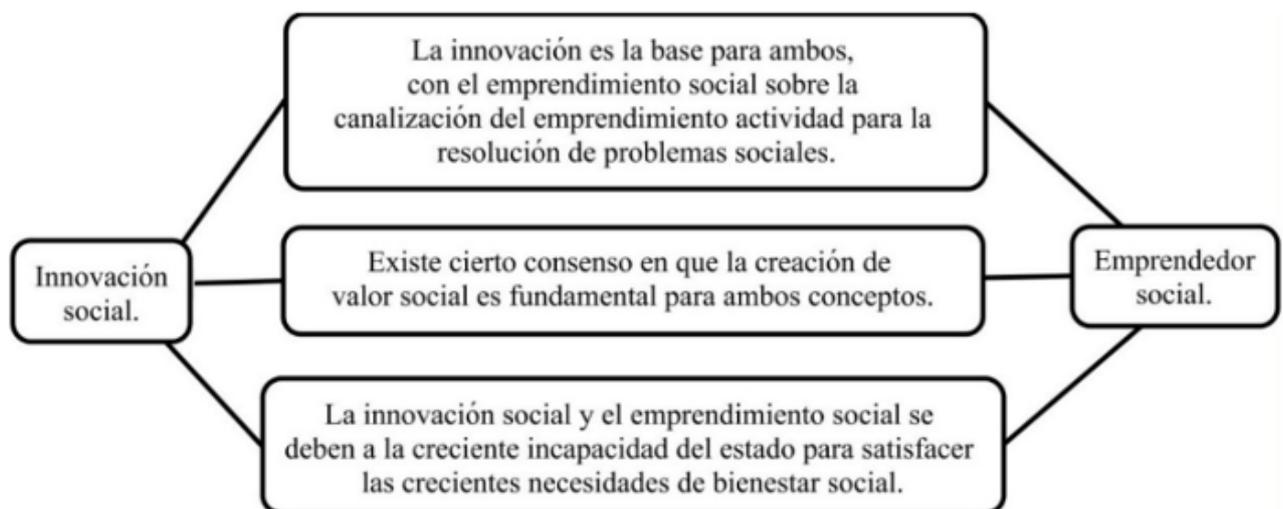
Fuente: Calanchez et al. (2022)

El emprendimiento es un proceso de creación de valor de la creatividad. En otras palabras, el emprendedor debe ser creativo y poder convertir su creatividad en un producto o servicio valioso. Por lo tanto, un emprendedor es una persona que, de acuerdo con sus capacidades innatas, formación y experiencias pasadas, puede innovar en uno de los componentes de un modelo de negocio, producto o servicio para crear, desarrollar y comercializar un valor (Campo-Tertera et al., 2019; Solis et al., 2021; citados por Calanchez et al., 2022). Este valor conduce a solucionar la necesidad o problema o demanda de un grupo de clientes en el mercado objetivo (Querejazu, 2020 citado por Calanchez et al., 2022). Así mismo, Alean et al. (2017) citado por Calanchez et al. (2022) sostienen que el emprendimiento social es el proceso de búsqueda de soluciones creativas a los problemas sociales. En particular, los emprendedores sociales sienten la misión de crear, así como mantener valores sociales, y su producción puede estar en una amplia gama de organizaciones. El emprendimiento social a menudo persigue objetivos amplios en los campos social, ambiental, cultural y, frecuentemente, se asocia con el sector voluntario y sin fines de lucro, sin dejar de lado la necesidad de conservar criterios de sustentabilidad de los recursos utilizados. Por consiguiente, el emprendimiento social está relacionado con la mentalidad, con la forma de pensar y actuar para proyectar ideas que puedan ser materializadas. Estos son agentes de cambio que idean formas audaces, así como creativas para lograr el

cambio social mediante la construcción de nuevas organizaciones o bajo la apariencia de emprendedores intra organizacionales en organizaciones y comunidades existentes. De allí que, su principal característica es ser un líder comunitario con una visión de desarrollo comunitario (Calanchez et al., 2022).

Por otra parte, Calanchez y Mezher (2015) citado por Calanchez et al. (2022) destacan que, un emprendedor social es "un sujeto que aporta algunas propuestas o soluciones utilizando estrategias de innovación para llegar a la solución de los problemas o situaciones problemáticas más apremiante dentro del contexto social donde se desenvuelven" (p.164). Mientras tanto, Martínez-Celorio (2017) citado por Calanchez et al. (2022) considera la innovación social como el reflejo de una ciudadanía más activa, crítica y empoderada que contribuye con nuevas formas de intervención y de asociación, que complementan la acción del Estado, así como las administraciones con base en un desarrollo sostenible. Los emprendedores sociales buscan ideas de negocio diferentes, como también únicas, que estén estrechamente relacionadas con la sociedad y ofrezcan soluciones culturales y sociales (Hadad, 2017; Abeysekera, 2019; citados por Calanchez et al., 2022). En relación con lo antes mencionado, la Innovación Social y el Emprendimiento Social tienen como base la innovación, para ambos la creación de valor social es fundamental y ambas surgen y deben su relevancia a la creciente incapacidad del estado por satisfacer las crecientes necesidades de bienestar social (**Figura N.º 4**).

**Figura N.º 4.** Relación entre Innovación Social vs Emprendimiento Social



Fuente: Calanchez et al. (2022)

### 23.2. La Innovación Abierta de Contenido Social

Los procesos de innovación abierta implican el “intercambio iterativo de conocimientos, tecnología y recursos” a través de los límites organizacionales. Dentro de las redes de innovación abierta (OI), el conocimiento fluye a través de las relaciones entre organizaciones y la creación de valor se produce mediante la combinación de recursos y capacidades complementarios destaca la importancia de las oportunidades de creación de valor en OI, argumentando que “las actividades de innovación abierta deben crear valor para mantener su propósito”. El valor ha sido definido desde múltiples perspectivas: disposición a pagar, utilidad del recurso intercambiado, novedosa combinación e intercambio de recursos, valor percibido y generación de beneficios (Schepis, D., 2021). La combinación de innovación social y OI define el concepto Open Social Innovation (OSI) como “la aplicación de estrategias de innovación abierta entrantes o salientes, junto con innovaciones en el modelo de negocios de la organización asociada, para frenar los desafíos sociales”. La innovación Social Abierta se diferencia de las formas tradicionales de innovación social en que se basa en estructuras y comportamientos organizacionales colaborativos destinados a enfrentar constantemente los problemas sociales. OSI implica que las organizaciones revelan aspectos específicos de su conocimiento y experiencia a los competidores, socios y clientes para buscar su colaboración (Penco, L., 2022).

## 24. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del análisis de tendencias mediante la herramienta de la Vigilancia Tecnológica se ha seguido la metodología general para el “Análisis de Tendencias” planteada por Castellanos et al. (2011), quienes establecen el proceso en cuatro fases (Figura N.º 5):

### Fase I. Planeación e identificación de necesidades.

Se direcciona el proceso de análisis de tendencias, para lo cual se deben establecer los objetivos, identificar las necesidades de información y recursos y plantear las estrategias para el desarrollo de las actividades subsiguientes, que permita garantizar la eficiencia y eficacia del proceso. Según lo mencionado por Castellanos et al. (2011) esta primera fase debe llevarse a cabo como mínimo tres actividades:

1. Identificación del objetivo del análisis de tendencia a realizar. Se establece las necesidades de información a suplir y el alcance del proceso, que permite definir el tipo de herramienta a emplear: escaneo, vigilancia o monitorio.
2. Establecer las fuentes de información de consulta. Las fuentes pueden ser estructuradas o no estructuradas, especializadas o multidisciplinares, disponibles electrónicamente o no disponibles electrónicamente, información de ciencia básica, de desarrollos tecnológicos, de comercio exterior o de competidores, de acuerdo con el análisis que se plantee.
3. Establecer la estrategia de búsqueda. Se establecen los lineamientos y las búsquedas preliminares para detallar los aspectos semánticos a emplear y parámetros base para la conformación de las ecuaciones de búsqueda. Asimismo, se define tiempos de ejecución, herramientas necesarias y el soporte de expertos en las áreas estratégicas

### Fase II. Identificación, búsqueda y captación de información.

Según lo mencionado por Castellanos et al. (2011) en esta fase se identifican tres actividades:

1. Búsqueda y descarga de la información. Se retoman los parámetros establecidos en la fase 1 para la construcción de ecuaciones de búsqueda teniendo en cuenta diferentes aspectos como los campos de consulta (entre los más comunes título, año, palabras clave, resumen y autores), que si se requiere mayor especificidad más delimitaciones se deberán realizar. Se revisan los resultados para verificar su coherencia con los aspectos buscados.
2. Revisión inicial y depuración de la información. Se homogeniza y estructura la información de manera que sean comparables y analizables, ya que al provenir de diferentes fuentes pueden presentar diferentes estructuras.
3. Procesamiento intermedio de la información. Se define el tipo de plataforma informática para procesar la información, por ejemplo, mediante hojas de cálculo (Microsoft Excel) a través de filtros, tablas y gráficos dinámicos, que permita traducir la información para la toma de decisiones.

### Fase III. Organización, depuración y análisis de la información

Según Castellanos et al. (2011) en esta fase se analiza la información a partir de métricas, que de acuerdo con otros autores que se citan (León et al., 2006 y Torres-Salinas, 2007), se clasifican en:

1. Indicadores de actividad.
2. Indicadores relacionales de primera generación.
3. Indicadores relacionales de segunda generación.
4. Indicadores relacionales de tercera generación.
5. Indicadores de impacto.

Los indicadores antes mencionados son utilizados dependiendo de la herramienta de análisis de tendencias que se esté empleando.

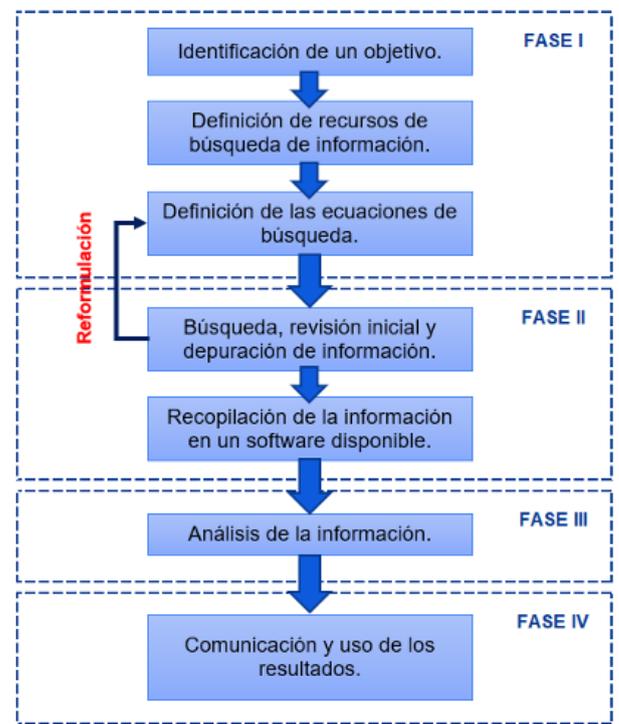
### Fase IV. Procesos de comunicación y toma de decisiones

Se analiza de manera pertinente y detallada los indicadores obtenidos para la toma de decisiones estratégicas. Se socializa y divulga la información obtenida de tal forma que sea de fácil entendimiento y que presente los resultados más importantes y relevantes. Esta fase es clave para el fortalecimiento de las estrategias y la generación del conocimiento, que permiten dirigir la toma de decisiones hacia la innovación y la competitividad (Castellanos et al., 2011)

Asimismo, se identifica otra metodología, que nos guiará en el proceso de investigación, propuesta por Sánchez y Palop (2002) citado por Arango et al. (2012). Esta metodología incluye cinco etapas: planeación, búsqueda y capacitación, análisis y organización, inteligencia y comunicación (Figura N.º 6). La etapa de planeación consiste en identificar los objetivos y los Factores Críticos de Vigilancia (FCV), en la segunda etapa de búsqueda y captación, se realiza la búsqueda y recolección de la información de las Bases de Datos (Scopus, ScienceDirect, Web of Science, SciELO), en la tercera etapa análisis y organización, se realiza el análisis y tratamiento de la información, la cuarta etapa de inteligencia, se identifican las oportunidades de mejora y la forma de agregar valor en el tema de estudio, y finalmente en la quinta etapa, comunicación, se difunde y transfiere el conocimiento, se socializa los resultados encontrados.

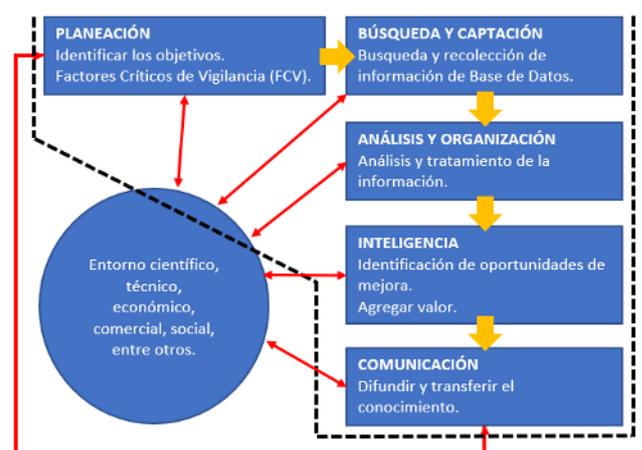
A continuación, se desarrolla cada una de las etapas de la metodología propuesta tomando como referencia lo realizado por Castellanos et al. (2011) y Sánchez y Palop (2002):

Figura N.º 5. Esquema metodológico para el análisis de tendencias



Nota. Adaptado de Castellanos et al. (2011).  
Fuente: Elaboración propia.

Figura N.º 6. Metodología de Vigilancia Tecnológica



Nota. Adaptado de Sánchez y Palop (2002) citado por Arango et al. (2012). Fuente: Elaboración propia

**Etapa I.**

El objetivo del análisis se centra en el análisis de tendencias mediante la vigilancia tecnológica sobre los aportes de la Innovación Social para mitigar el impacto durante la pandemia del COVID-19 y postpandemia, por medio de la inclusión social, la transformación social y sostenibilidad que se requiere en un mundo donde los avances tecnológicos son cada vez más sofisticados e impulsan la transferencia de conocimientos, la diversidad intercultural, el respeto y tolerancia que se requiere por la globalización, a un mundo digital. Se realiza la búsqueda de artículos de investigación en las Bases de Datos como: Scopus, ScienceDirect, Web of Science y SciELO, es decir, se analiza información estructurada.

**Etapa II.**

Para la búsqueda de la información estructurada se utilizó las ecuaciones de búsqueda descritas en la Tabla 1, la búsqueda se realizó en las siguientes bases de datos: Scopus, ScienceDirect, Web of Science y SciELO. Se filtro la información de preferencia entre los años 2018 a 2023, hasta 5 años de antigüedad, como en Scopus; en casos puntuales como Web of Science y SciELO se especificó el rango de 2019 a 2023, periodo de auge de la pandemia del COVID-19, donde se desarrolló los picos más altos en el número de contagiados y pérdidas humanas; en otra como ScienceDirect, se consideró hasta máximo principios del siglo XXI, periodo del 2000 al 2023. Cabe indicar en evidencia de que en algunas bases datos la cantidad de información encontrada se mantuvo intacta, a pesar de ampliar el rango de años entre el 2000 a 2023, esto se explica por las limitaciones que se impuso mediante las ecuaciones de búsqueda, principalmente las palabras pandemia y COVID-19. Asimismo, se tuvo en cuenta el idioma español, inglés, portugués, italiano, entre otros, para la búsqueda de la información.

En relación con el tema de estudio "Innovación Social" se definió las palabras clave tanto en el idioma inglés como español, con los cuales se procedió a estructurar las ecuaciones de búsqueda, de acuerdo con la base de datos utilizada se identificó que Scopus realizó la traducción de las palabras en español de la ecuación de búsqueda al idioma inglés. De la información recopilada en Scopus se realizó un análisis de coocurrencia o correlación entre las palabras clave "Keywords" en el software VOSviewer con lo cual se identificó 11 clústers,

y entre las palabras más importantes tenemos a "COVID-19", "Social Innovation", "Innovation", "Human" y "Social Innovations" (**Figura N.º 7**).

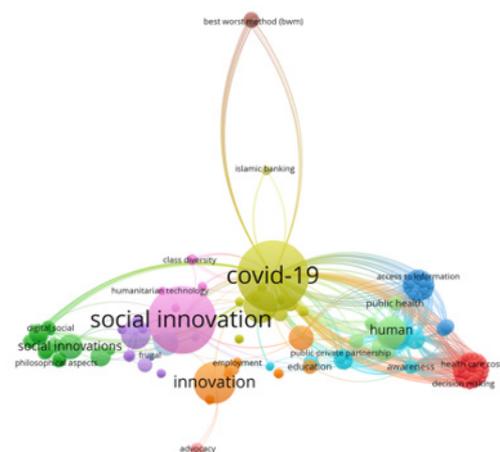
El total de información recopilada en las bases de datos en el rango de periodo 2019 a 2023 se muestra en la figura 8, donde se encontró mayor número de artículos en ScienceDirect (180) y el menor número se obtuvo en SciELO (12).

**Tabla 1. Ecuación de búsqueda de Información Estructurada en las Bases de Datos**

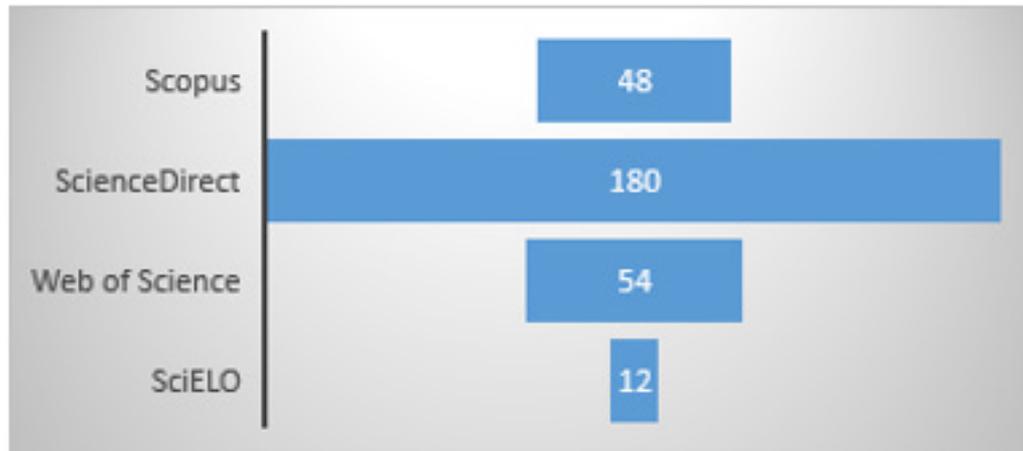
Bases de Datos	Ecuación de Búsqueda
Scopus	(TITLE (social AND innovation) OR TITLE (innovation AND social) AND ABS (innovation) OR ABS (innovation) AND ABS (social) OR ABS (gestion AND Tecnologica) OR ABS (technology AND management) AND TITLE-ABS-KEY (pandemic OR pandemia ) AND TITLE-ABS-KEY (covid-19)) AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2023
ScienceDirect	Year: 2000-2023 Title, abstract, keywords: (Social Innovation OR Innovación Social) AND (Pandemia OR COVID-19)
Web of Science	((((TI=(Innovación Social) OR TI= (Social Innovation)) AND ((TS=(Innovación) OR TS=(Innovation)) AND TS=(Social) AND TS=(Pandemia) OR TS=(COVID-19)))) AND PY=(2019-2023)
SciELO	(ti:(Innovación Social)) OR (ti:(Social Innovation)) AND (year_cluster:(2019-2023))

Fuente: Elaboración propia.

**Figura N.º 7. Análisis de Co-Ocurrencia de palabras clave obtenido de Scopus**



Fuente: Elaboración propia. VOSviewer

**Figura N.º 8.** Número de artículos obtenidos por tipo de Base de Datos

Fuente: Elaboración propia. Microsoft Excel

### Etapa III.

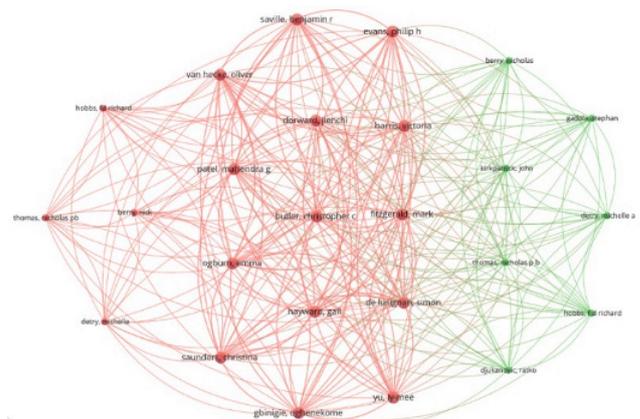
El análisis de la información seleccionada requiere de su previa organización, para lo cual se definen los siguientes parámetros:

- Motor de búsqueda
- Ecuación de búsqueda
- Fecha de revisión
- Título
- Enlace (Link)
- Año de publicación
- Idioma
- Dominio
- Tipo
- Autores
- Institución u Organización
- Palabras clave
- Resumen
- Aporte potencial

La información se organiza mediante los parámetros antes mencionados en una hoja de cálculo (Microsoft Excel) con la finalidad de obtener la información más significativa de cada referencia utilizada para su posterior análisis, comparación, discusión, consecución de los resultados esperados y el planteamiento de las conclusiones. Se realiza el análisis de coautoría por autores donde se identifican dos clústers (**Figura N.º 9**).

### Etapa IV.

Luego de analizar la información organizada en la hoja de cálculo (Microsoft Excel) se identifica el aporte de la Innovación Social en el sector salud, educación, alimentación, laboral y tecnológico, como una forma de amor al prójimo, donde el costo-beneficio de los proyectos impacta significativa en las poblaciones más vulnerables a nivel mundial. De la misma manera hay que indicar que a raíz a la pandemia del COVID-19 la Innovación Social ha cobrado relevancia en la población mundial, en un mundo digitalizado.

**Figura N.º 9.** Análisis de Co-Authorship por autores obtenido de ScienceDirect

Fuente: Elaboración propia. VOSviewer

**Etapa V.**

El presente análisis de tendencias bajo la herramienta de Vigilancia Tecnológica permitirá conocer los aportes de la Innovación Social durante y postpandemia del COVID-19, el cual ayudará a estudiantes, profesionales, emprendedores e investigadores a profundizar en el tema y ser referente en su desarrollo innovador social.

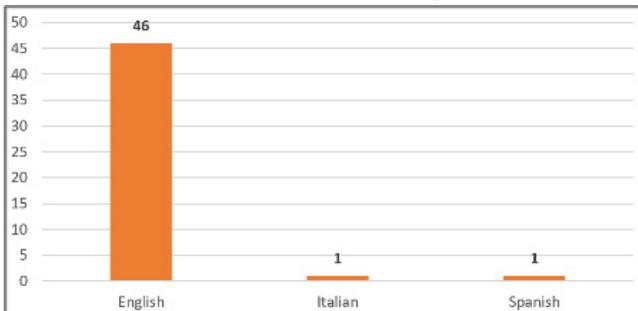
**25. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**25.1. Análisis de la información: Indicadores de actividad**

La base de datos más relevante por el número de publicaciones que se encontraron es ScienceDirect (180) con respecto a las otras que se analizaron como Web Of Science (54), Scopus (48) y SciELO (12).

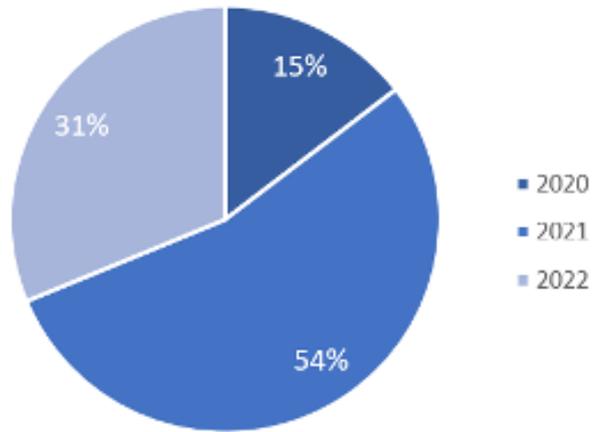
En Scopus se puede apreciar que en su gran mayoría la información obtenida se encuentra en idioma inglés (95.83%) y el restante en español (2.08%) e italiano (2.08%), de un total de 48 artículos (Figura N.º 10). El año de publicación de los artículos encontrados se distribuye un 31% del 2022, 54% del 2021 y el 15% del 2020 (Figura N.º 11). Se evidencia que 29 de los 48 artículos encontrados cuentan con Open Access. Asimismo, se realizó un análisis de coocurrencia o correlación entre las palabras clave "Keywords" de Scopus dónde se identificó 11 clústers, y entre las palabras más importantes tenemos a "COVID-19", "Social Innovation", "Innovation", "Human" y "Social Innovations" (Figura N.º 7).

**Figura N.º 10. Lenguaje de los artículos encontrados en Scopus**



Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

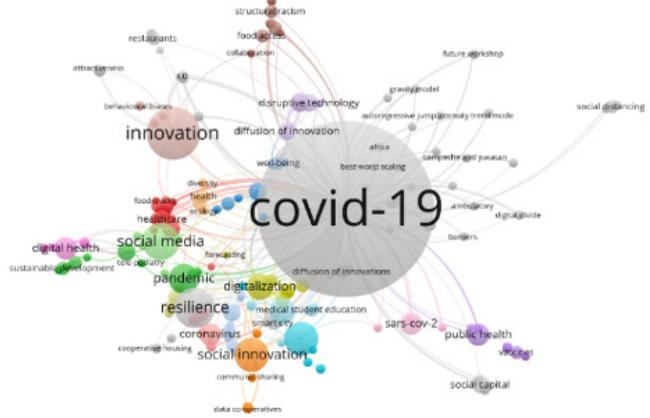
**Figura N.º 11. Año de publicación de los artículos encontrados en Scopus**



Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

De la información recopilada en ScienceDirect se realizó un análisis de coocurrencia o correlación entre las palabras clave "Keywords" en el software VOSviewer con lo cual se identificó 18 clústers entre los más visibles y las palabras más importantes como "COVID-19", "Innovation", "Social Media", "Resilience", "Social Innovation" y "Sustainability" (Figura N.º 12). En la visualización de densidad del análisis de coocurrencia se aprecia con mayor densidad a las palabras "COVID-19" e "Innovation" (Figura N.º 13). Asimismo, en el análisis de coautoría por autores se identificaron dos clústers (Figura N.º 9).

**Figura N.º 12. Análisis de Co-Ocurrencia de palabras clave obtenido de ScienceDirect**



Fuente: Elaboración propia. VOSviewer



Este proyecto propone la instalación de más de 480 sistemas de almacenamiento de agua de lluvia SCALL en 12 regiones de los seis estados de la República de México (Ciudad de México, México, Jalisco, Puebla, Querétaro y Oaxaca), con el objetivo de proporcionar acceso al agua potable, conservar recursos y proporcionar medidas de salud preventivas contra epidemias. Este sistema atrapa la lluvia y se trata con tecnología ambiental (Revista Haz Fundación, 2020 citado por Calanchez et al., 2022).

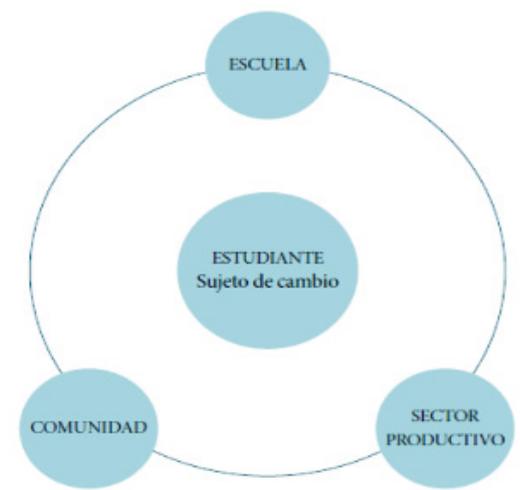
La innovación tecnológica también presenta aportes para hacer frente a la situación por la COVID-19, un claro ejemplo es la empresa Farmidable que conecta a los consumidores y proveedores de manera directa permitiendo el acceso a productos locales, frescos, naturales y de temporada (Social Enterprise, 2021 citado por Calanchez et al., 2022). Asimismo, se destaca Pixed con la generación de dispositivos de bioseguridad, muchos de los cuales se donaron a hospitales, así como comercializados directamente al público (Fundación Wiese, 2020 citado por Calanchez et al., 2022).

### 25.3. Innovación Social y Educación Escolar

Carbonnel et al. (2020) proponen el modelo pedagógico ECOS centrado en la interacción entre escuela, comunidad y sector productivo, a partir de un proceso de cocreación con actores claves del territorio, con el fin de promover la educación científica contextualizada. Bajo esa perspectiva, la incorporación de metodologías de aprendizaje contextualizado se transforma

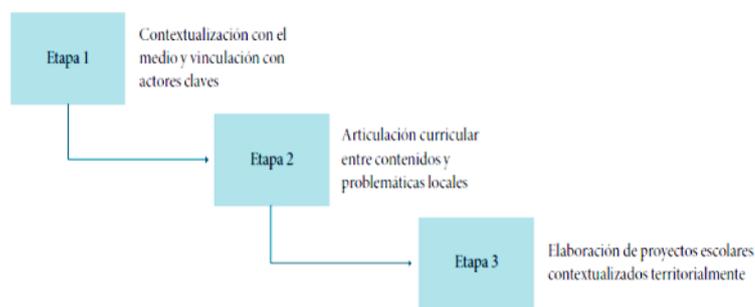
en una innovación cada vez más pertinente y necesaria dentro del marco educativo escolar de las ciencias. En coherencia con ello, Kato y Kawasaki (2011) citado por Carbonel et al. (2020) establecen la importancia de incorporar en el aprendizaje el contexto vivencial de los alumnos, ya que esto les aporta sentido a los conocimientos aprendidos. En ese sentido, Carbonel et al. (2020) desarrollaron un proyecto de innovación social en la localidad de Hornopirén, Región de Los Lagos (Chile), con el objetivo de cocrear con los actores claves del territorio un modelo pedagógico de educación en ciencias que considera el contexto local, donde buscaron determinar la deseabilidad, factibilidad y viabilidad de implementar un modelo pedagógico de educación científica para la sustentabilidad. El modelo ECOS desarrollado y propuesto se define por sus siglas como la vinculación territorial efectiva entre la escuela, la comunidad y el sector productivo local, centrado en la formación de jóvenes como sujetos de cambio de su entorno que valoran el aprendizaje de la ciencia como una herramienta útil para el desarrollo; este modelo es coherente con el modelo de la triple hélice propuesto por Etzkowitz y Leydesdorff (1995), el cual destaca la relación entre agentes heterogéneos provenientes de la academia (universidad), el mundo empresarial y el gobierno, a la cual un cuarto hélice que se puede agregar es la sociedad civil, como actor intermedio que regula la participación de los otros tres actores o hélices para la generación de innovación (**Figura N.º 14**).

**Figura N.º 14. Modelo pedagógico ECOS**



Fuente: Carbonel et al. (2020)

**Figura N.º 15. Etapas del modelo pedagógico ECOS**



Fuente: Carbonel et al. (2020)

Según el modelo ECOS propuesto, la escuela la conforman los alumnos, apoderados, profesores y directivos del establecimiento. En cuanto al sector productivo, éste corresponde a empresas, productores locales y pequeños comerciantes y operadores de servicios. Por último, la comunidad se ve representada por vecinos

y miembros de las asociaciones civiles de la localidad. Asimismo, para la puesta en práctica del modelo se debe considerar tres grandes etapas (**Figura N.º 15**): la primera consiste en el levantamiento de problemáticas y contenidos a través de procesos de participación con la comunidad y los actores locales; en la segunda se incorporan y adaptan los contenidos curriculares de enseñanza en ciencias a partir de las problemáticas locales identificadas en la primera etapa; y, por último, la tercera etapa consiste en llevar a cabo, dentro del aula, una metodología de aprendizaje basada en proyectos (ABP) para que los estudiantes aborden las problemáticas identificadas (Carbonel et al., 2020). Carbonel et al. (2020) detectó el interés de potenciar el rol de las escuelas en la comunidad como articuladores de diversas acciones, dado que la extensión geográfica del territorio dificulta las relaciones y conectividad incluso dentro del propio sector productivo y entre las organizaciones de la zona de estudio. En este sentido, se considera importante que las escuelas puedan ser un punto de encuentro y un agente activo dentro de la comunidad, para lograr una participación real de los distintos sectores en la formación de las nuevas generaciones de jóvenes estudiantes de la localidad.

#### **25.4. La innovación social en la producción y distribución de Alimentos**

La innovación social sigue siendo una de las formas más eficaces de resolver los problemas de inseguridad alimentaria y pobreza, sobre todo en las zonas rurales de China. La necesidad de plantear prácticas sociales basadas en la alimentación surge como respuesta a las numerosas incertidumbres del sistema alimentario industrial actual. Los cambios recientes en las condiciones económicas y ambientales de China durante la última década han desafiado la seguridad global de los suministros de alimentos. Como resultado, ha habido varias e importantes innovaciones sociales relacionadas con la alimentación en toda China, especialmente en las regiones rurales. Estas innovaciones sociales incluyen aumentar la brecha de conectividad de los pequeños agricultores con los mercados urbanos, mejorar la innovación social digital y la agricultura electrónica en apoyo de la Iniciativa Belt and Road (BRI), establecer un modelo de agricultura apoyado por la comunidad, adoptar la inteligencia artificial (AI) y blockchain tecnología, y lograr la innovación social optimizando las estrategias de prevención de residuos a través

del proyecto Food Use for Social Innovation by Optimizing Waste Prevention Strategies (FUSIONS). (Huang G, 2021)

#### **25.5. La sostenibilidad e innovación social**

Desafortunadamente, la epidemia de COVID-19 ha impactado negativamente en las cadenas de suministro sostenibles desde diferentes aspectos. Debido a ello es necesario comprender los criterios en relación con la problemática. Según Hashemi, S. (2021), profundizar criterios como: la utilización de políticas eficaces teniendo en cuenta indicadores sociales, la reacción adecuada a las presiones sociales de las partes interesadas, las iniciativas de responsabilidad social corporativa, los principios culturales y sociales, mejorar la imagen social de la empresa, las prácticas de seguridad y salud, así como el bienestar de los proveedores, mejorar de habilidades y el intercambio de conocimientos, tener una cartera diversificada de proveedores, condiciones de trabajo remoto y la Localización, nos ayudará a comprender el impacto que tendría en nuestro negocio y proponer soluciones que se adapten en este caso a negocios sostenibles.

#### **25.6. Responsabilidad Social e Innovación Social**

Las empresas familiares en todo el mundo tienen ciertas características en su comportamiento, principalmente por la interacción de la familia en aspectos como la empresa, la propiedad y la gestión. Estas características, tanto internas como externas, influyen en que dichas empresas difieran en comportamientos relacionados con el desarrollo de prácticas de Responsabilidad Social empresarial y, por consiguiente, en la obtención de ventaja competitiva (Esparza, J., 2019). La pandemia de COVID-19 ha brindado otra oportunidad al sistema financiero para mostrar su resiliencia con los servicios financieros sociales y demostrar su valía nuevamente y emerger como el verdadero competidor del sistema financiero convencional. Se argumenta que las finanzas tienen un papel importante que desempeñar después de COVID-19 como la innovación social abierta del sistema financiero (Rabbani, 2021). Asimismo, respecto a las empresas sociales humanitarias (HSE), estas se enfrentan a una presión cada vez mayor para incorporar la innovación social en su práctica. Según la investigación de Shaheen, I. (2022), sugieren que la disponibilidad de recursos (es decir, la escasez frente a la abundancia) lleva a algunos HSE a centrarse en el desarrollo de la innovación social utilizando sus capacidades de colaboración, mientras que otros aprovechan su capacidad de absorción. Además, notamos

la recurrencia a mencionar soluciones a través de ideas novedosas al relacionar la innovación social de las empresas sociales con la gestión de crisis.

La innovación social es reconocida por organismos multilaterales como una forma de hacer frente de modo creativo y colaborativo a demandas sociales que no son satisfechas, ni desde lo público ni desde lo privado. (Torres, 2021)

“La innovación social suele ser presentada como un instrumento normativo que busca resolver problemas en el ámbito social mediante la creación de nuevos servicios o productos. Sin embargo, aquella definición limita incorrectamente el campo de acción de la innovación social”. Considerando ello, un problema social no es necesariamente una innovación social debido a que pueden optar por otro tipo de soluciones como proyectos en ingeniería u/o programas que permitan desarrollar alguna solución. Cuando no referimos a innovaciones sociales, estas no son necesariamente tangibles ya que se pueden manifestar también en actitudes, comportamiento, o percepciones. Por último, el aspecto social de la innovación se relaciona a un cambio social y este debe ser la característica principal puesta en evidencia, tanto en los agentes sociales, sus interacciones y su impacto en el entorno (Merino, 2021). A través de la reconfiguración de las relaciones sociales, las comunidades conciben nuevas iniciativas que construyen capital social y cultural, lo que les permite adaptarse a los cambios externos y ser más resilientes. Este trabajo está motivado por dos aspectos principales: a) la necesidad de mejorar la categorización de la innovación social desde una perspectiva territorial; y b) la necesidad de considerar la innovación social específicamente en territorios rurales (Vercher, 2022). Los hallazgos ofrecen ideas novedosas al relacionar la innovación social con la Responsabilidad Social, el Emprendedurismo, la Educación, Seguridad Alimentaria, en sí, es un tema que ha tomado impulso debido a los casos presentados, sobre todo por la compleja situación en la que nos coloca el COVID-19. Asimismo, Basile, G (2022) menciona que debe tomar en consideración el hecho de que los diferentes países tienen diferentes prioridades y valores que dan forma a la forma en que opera el negocio por lo que a pesar de que la responsabilidad social es una estrategia para que mejoren su competitividad y reputación corporativa, también dependerá del contexto en el que se encuentren, así como los incentivos que se provean.

## 26. CONCLUSIONES

La innovación social ha permitido acercar ese amor al prójimo de una manera desinteresada como se ha visto en las iniciativas a nivel mundial que se han destacado en el estudio, que tuvo como pico durante la pandemia del COVID-19 por el confinamiento y aislamiento social, los contagios y pérdidas dolorosas de vidas humanas. Se demostró el amor, la creatividad e innovación de las personas brindando facilidades mediante sus emprendimientos e innovaciones.

La innovación social cobra relevancia en un contexto donde existen una serie de problemas sociales y ambientales que evolucionan a gran escala, donde los gobiernos actuales no cubren en su integridad dichos fenómenos, percibiéndose la necesidad de recurrir a la innovación social y es prueba que puede enfrentar complejos como el COVID-19. En el ámbito educativo, la innovación social permite implementar metodologías de enseñanza, en tecnología, facilita la vida financiera de los más pobres, en salud, mediante mejoras de la medicina, acceso al agua potable, dispositivos de bioseguridad; todas las iniciativas a raíz de la pandemia del COVID-19. La literatura analizada data entre el periodo del 2019 a 2023 por el tema de “Innovación Social” y “Pandemia COVID-19” que bajo una estructuración de ecuaciones se realizó la búsqueda en las bases de datos como: Scopus, ScienceDirect, Web of Science y SciELO, obteniendo un total de 294 artículos. De acuerdo con lo estudiado, se debe considerar el factor humano en el proceso de crear algún servicio o producto que presenta “resolver tal problemática”, tanto a los actores, sus relaciones y el impacto que se tendrá en el entorno. Finalmente, cabe indicar que la Innovación Social refleja la responsabilidad social y sostenibilidad de las organizaciones como persona natural o jurídica, por ello hablamos de que las empresas sociales humanitarias (HSE) deben optar por la innovación social para manejar de manera óptima la gestión de crisis.

## 27. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANGO, B., TAMAYO, L. Y FADUL, A. 2012 Vigilancia Tecnológica: Metodologías y Aplicaciones. Revista Electrónica Gestión de las Personas y Tecnología, 5(13). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477847114019>

- BASILE, G., ARDAKANI, M. F., MAZZITELLI, A. Y SAKKA, G.  
2022 Innovación y responsabilidad social corporativa durante el Covid-19 en Ardakan (Irán). *Management Decision*.
- CALANCHEZ ET AL. (2022). Innovación y Emprendimiento Social como estrategia para afrontar la Pandemia COVID-19. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVIII (1), 275-287. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rcs/index>
- CARBONEL ET AL.  
2020 Modelo pedagógico de educación científica escolar. *Innovación social en localidades rurales. Perfiles Educativos*, 41 (166). <https://doi.org/10.22201/issue.24486167e.2019.166.59032>
- CLOUET, M. E.  
2022 La innovación social como motor para impulsar una estrategia de sostenibilidad en las empresas.
- DELGADO, M. ET AL.  
2010 Metodología de Vigilancia Tecnológica en Universidades y Centros de Investigación. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 41, 1-13. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181220509076>
- ESPARZA AGUILAR, J. L., & REYES FONG, T.  
2019 Prácticas de responsabilidad social empresarial desarrolladas por empresas familiares mexicanas y su efecto en el éxito competitivo y la innovación. *Tec Empresarial*, 13(2), 45-57.
- GIRALDO D., PAREDES, A., & NÚÑEZ, J.  
2022 Transferencia de conocimiento e innovación social en el desarrollo de huertos comunitarios mediados por tecnologías. DOI: <https://doi.org/10.18687/leird2021, 1, 14>.
- HASHEMI, S., AHMADI, H., REHMAN, A. Y LIOU, J.  
2021 Evaluación de proveedores considerando factores de innovación de sostenibilidad social durante el desastre de COVID-19. *Producción y consumo sostenibles*, 27, 1869-1881
- HUANG, GQ Y TSAI, F. S.  
2021 Innovación social para la seguridad alimentaria y el alivio de la pobreza en el turismo: algunos ejemplos de China. *Límites en Psicología*, 12, 614469.
- MERINO, J. A. V.  
2021 Innovación social: ¿Nueva cara de la responsabilidad social? conceptualización crítica desde la perspectiva universitaria. *Revista de ciencias sociales*, 27(2), 435-450.
- MILDENBERGER, G., SCHIMPF, G. Y STREICHER, J.  
2020 ¿Evaluación de la innovación social? Reflexiones sobre los impactos de la innovación social en la sociedad-Resultados de una revisión sistemática de la literatura. *Revista Europea de Innovación Pública y Social*, 5(2), 1-13.
- PACHECO, J., GALINDO, S., RODRÍGUEZ, S., PAYÁN, F., Y VELÁSQUEZ, C.  
2022 Ruta de Innovación Social: Paso a paso para desarrollar innovaciones sociales (Documento Técnico 02). Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO.
- PEERALLY, J. A., DE FUENTES, C., SANTIAGO, F. Y ZHAO, S.  
2022 La sostenibilidad de los enfoques de innovación social inducidos por la pandemia de las empresas multinacionales. *Thunderbird International Business Review*, 64(2), 115-124.
- PENCO, L., CIACCI, A., BENEVOLO, C. Y TORRE, T.  
2022 "Innovación social abierta para la recuperación de excedentes de alimentos y ayuda durante la crisis de COVID-19: el caso de Fondazione Banco Alimentare Onlus", *British Food Revista*, vol. 124 No. 6, págs. 1875-1894. <https://doi.org/10.1108/BFJ-02-2021-0116>.
- NAVARRO QUINTERO, D., & VARGAS GARZÓN, J.  
2021 Diseño de una propuesta de innovación social y valor compartido en micronegocios de Villavicencio.
- RABBANI, M. R., BASHAR, A., NAWAZ, N., KARIM, S., ALI, M. A. M., RAHIMAN, H. U. Y ALAM, M.  
2021 Explorando el papel de la Fintech islámica en la lucha contra las réplicas de covid-19: La innovación social abierta del sistema financiero islámico. *Revista de innovación abierta: tecnología, mercado y complejidad*, 7 (2), 136.
- SAMPEDRO-PALACIOS, C. B. Y PÉREZ-VILLAR, J.  
2019 Innovación Social como herramienta en la transformación de una sociedad

inclusiva. *Accesibilidad e Innovación Social. Prospectiva*, 28, 93-119. <https://doi.org/10.25100/prts.v0i28.7929>

SCHEPIS, D., COMPRA, S. Y BUTLER, B.

2021 Facilitar procesos de innovación abierta a través de mecanismos de orquestación de redes. *Dirección de Marketing Industrial*, 93, pág. 270-280.

SHAHEEN, I., AZADEGAN, A. Y DAVIS, D.F.

2022 Escasez de recursos e innovación social humanitaria: observaciones del alivio del hambre en el contexto de la pandemia de COVID-19. *Revista de ética empresarial*, 1-21.

SHETTY, D., ALI, A. AND CUMMINGS, R.

2010 A model to assess lean thinking manufacturing initiatives, *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 1, no. 4, pp. 310-334.

VERCHER SAVALL, N.

2022 Innovación social y desarrollo territorial. Estudio de casos en áreas rurales de España y Escocia.

---

# DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE ALUMNOS DE PREGRADO DE LA FII -UNMSM

---

Development of an information  
system for the control of research  
projects by undergraduate students  
of FII - UNMSM.

---

## AUTORES

**CARLOS E., RODRIGUEZ CASTRO**

carlos.rodriguez@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

**JHAN C., CAHUAYA COAQUIRA**

jhan.cahuaya@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

**SANDRA, HUARCAYA GONZALES**

sandra.huarcaya@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

# RESUMEN

# ABSTRACT

La inclusión de RSU dentro de los requisitos de licenciamiento y acreditación para universidades ha exigido a las distintas facultades incluir nuevos procedimientos y lineamientos para verificar que los proyectos y trabajos de investigación cumplan con generar un impacto positivo y contribuyan con la sociedad y la comunidad universitaria de manera ética, eficaz y profesional. En consecuencia, el proceso de vigilancia del cumplimiento de este requisito se ha vuelto necesario y a la vez complejo, debido a la gran cantidad de proyectos por revisar y aprobar en cada semestre académico. La implementación de un sistema de información permitirá gestionar eficazmente el proceso de revisión de estos proyectos, donde interactuarán los docentes, alumnos y la dirección CERSEU, dando el soporte adecuado y cumpliendo con los estándares de calidad del soporte institucional exigido en lo referente a sistemas de información y comunicación en las universidades y promoviendo la transformación digital de sus procesos.

**Palabras clave:** Proyectos, Sistema de Información, RSU

The inclusion of USR within the licensing and accreditation requirements for universities has required the different study programs to include new procedures and guidelines to verify that the projects and research works comply with generating a positive impact and contribute to society and the university community in an ethical, efficient and professional manner. Consequently, the process of monitoring compliance with this requirement has become necessary and at the same time complex, due to the large number of projects to be reviewed and approved in each academic semester. The implementation of an information system will make it possible to effectively manage the review process of these projects, where teachers, students and the CERSEU management will interact, giving the appropriate support and complying with the quality standards of the institutional support required in relation to information systems and communication in universities and promoting the digital transformation of their processes.

**Keywords:** Projects, Information System, USR.

## 28. INTRODUCCIÓN:

Las universidades públicas vienen adecuando sus políticas y procesos a las nuevas normativas y requisitos básicos de calidad (CBC<sup>1</sup>) que establece la nueva ley universitaria No 30220 y que vienen siendo implementadas desde el año 2015 con el fin de obtener y mantener el licenciamiento respectivo y que este les permita ofrecer el servicio educativo superior universitario. Uno de los requisitos de ley es que cada Universidad deberá incluir la responsabilidad social universitaria (RSU) en sus distintas dimensiones (formación, investigación y proyección social) y reconocer los esfuerzos de las instancias y los miembros de la comunidad universitaria para este propósito.

La Universidad Mayor de San Marcos (UNMSM), en cumplimiento de esta ley, aprobó la Directiva General de Responsabilidad Social (Directiva No 01-DGRS-2019) mediante oficio RR. 003443-2022-R en la cual se regula y fortalece los procedimientos relacionados con actividades de RSU. Asimismo, se aprobó el Nuevo Reglamento General de Evaluación del Aprendizaje de Estudiantes de Pregrado mediante oficio RR No 007510-2021-R donde se indica, en su artículo 13, que las actividades de proyección social y/o extensión universitaria se deberán consignar en el sílabo de cada curso y serán pertinentes a los objetivos propuestos en cada asignatura y formarán parte de su evaluación.

La Facultad de Ingeniería Industrial (FII), buscando cumplir con las disposiciones internas bajo estas 2 normas de la UNMSM, ha dispuesto nuevos lineamientos de actividades de proyección social y/o extensión universitaria para los estudiantes de pregrado; donde establece los procedimientos en los cuales los docentes y estudiantes deberán cumplir para cada asignatura que le corresponda según su registro de matrícula en cada semestre académico. También se establece la responsabilidad de la Dirección del CERSEU<sup>2</sup> en la aprobación y vigilancia de la incorporación de RSU en los proyectos y/o trabajos de investigación promovidas a través de los docentes; así como otras responsabilidades como la elaboración del programa anual de actividades RSU y el reporte final del cumplimiento del mismo.

La Dirección del CERSEU de la FII viene cumpliendo con estos lineamientos desde el

semestre académico 2022-1, capacitando y sensibilizando a los docentes y estudiantes de la FII en RSU. Sin embargo, debido a la gran cantidad de actividades y proyectos de investigación que deberán ser revisados y que serán requisito en cada asignatura, y no se limita a una sola iniciativa por curso, genera carga de trabajo o demoras en el proceso de revisión y aprobación de los mismos por la Dirección del CERSEU al ser una tarea repetitiva y que se envía por correo electrónico, haciendo este proceso complejo para esta dirección. Debido a estas demoras para la revisión de cada proyecto, muchos de estos no son incluidos en el programa anual o semestral perdiéndose la oportunidad de lograr una contabilización efectiva de los trabajos y/o proyectos de investigación e impactando en la medición de los indicadores clave de desempeño estratégicos (KPI<sup>3</sup>) de la facultad; mencionar también que la elaboración de reportes de estos proyectos, a cargo de esta dirección, se realiza de manera manual agregando carga de trabajo por la cantidad de información que se debe procesar. Resaltar también que los informes de los proyectos de investigación no se encuentran accesibles al público para transparentar el aporte de los alumnos en lo referente a RSU y de la misma forma mejorar la imagen institucional de la facultad y de la universidad al promover la responsabilidad social en su comunidad. Es así que surge la necesidad de implementar un sistema de información con el fin de soportar el proceso de vigilancia de RSU a cargo del CERSEU. Este problema no es ajeno al universo de facultades de las distintas universidades del país, por lo cual esta investigación servirá de piloto para su futura implementación en otras instituciones universitarias que quieran contar con este sistema y vean esta investigación como una oportunidad de mejora.

Finalmente, se conoce que las universidades públicas carecen de recursos tecnológicos y financieros para poder implementar este tipo de sistemas en ambientes adecuados como iniciativa propia, por lo cual este proyecto contribuirá con este sector en una primera versión del sistema para su futura implementación o despliegue.

<sup>1</sup> CBC: Condición básica de calidad

<sup>2</sup> CERSEU: Centro de responsabilidad social y extensión universitaria

<sup>3</sup> KPI: Key performance indicador / Indicador clave de desempeño.

## 29. VARIABLES

### 29.1. Variables

#### 29.1.1 Operacionalización de las variables

**Tabla N.º 1. Variable Evaluativa - Desarrollo de un Sistema de Información<sup>4</sup> para el control de proyectos y trabajos de investigación**

Variable Evaluativa	Dimensión	Indicador
Desarrollo de un Sistema de Información para el control de proyectos y trabajos de investigación	Inicio	Definir la Visión del Producto y hoja de ruta
		Identificar los Interesados y Formar el Equipo
		Desarrollar las Épicas y priorizar el backlog del producto
		Planificar los lanzamientos/versiones del producto
	Planificación y Estimación	Crear y definir las historias de usuario
		Identificar y estimar las Tareas
		Crear los Sprint del backlog
	Desarrollo	Crear los entregables del producto
		Controlar los cambios y Refinar el backlog del producto
	Revisión y Retrospectiva	Conducir el Sprint de revisión y validación de entregables
		Conducir el Sprint de retrospectiva
	Lanzamiento	Desplegar los Entregables en Producción
		Cierre y Retrospectiva del proyecto

**Tabla N.º 2. Variable de Calibración - Gestión de la Información<sup>5</sup> de los proyectos y trabajos de investigación**

Dimensiones	Indicadores	Medio de Comprobación
Proceso de Adquisición	Desarrollo de Formularios y algoritmos para el registro de información 100% aceptados.	Pseudocódigo de los algoritmos basados en lenguaje C#
Organización y Distribución	Desarrollo de Formularios y algoritmos para creación de flujos de trabajo 100% aceptado.	Pseudocódigo de los algoritmos basados en lenguaje C#
	Desarrollo de Formularios y algoritmos para la creación de Usuarios y asignación de Roles 100% aceptados.	Pseudocódigo de los algoritmos basados en lenguaje C#
Almacenamiento, Archivo y Seguridad	Creación de Repositorio central de informes 100% aceptado	Documento de Arquitectura del Sistema
	Desarrollo del modelo de base datos relacional 100% aceptado.	Documento de Arquitectura del Sistema
	Configuración de accesos 100% aceptado	Documento de Arquitectura del Sistema

<sup>4</sup> Sistema de Información: conjunto de componentes interrelacionados que capturan, almacenan, procesan y distribuyen la información para apoyar la toma de decisiones, el control, análisis y visión de una organización.

<sup>5</sup> Gestión de Información: proceso de adquisición, organización, almacenamiento y uso de la información.

Uso y/o Explotación	Automatización de Reportes 100% aceptados	Pseudocódigo de los algoritmos basados en lenguaje C#
	Automatización de Programaciones 100% aceptados	Pseudocódigo de los algoritmos basados en lenguaje C#
	Automatización de Documentos 100% aceptados	Pseudocódigo de los algoritmos basados en lenguaje C#
	Tablero de Indicadores 100% aceptado.	Pseudocódigo de los algoritmos basados en lenguaje C#

## 29.2. Tipo y Diseño de la investigación

La presente investigación es del tipo experimental con un nivel o alcance aplicativo y enfoque cuantitativo ya que se pretende evaluar el éxito del desarrollo de un sistema

de información para el control de los proyectos y trabajos de investigación aplicando los conceptos de desarrollo de software e ingeniería de requerimientos.

Figura N.º 1. Pirámide de niveles de investigación.



Fuente: MBA Lima Orbegoso 2020

## 30. METODOLOGÍA

La metodología para el desarrollo utilizada para esta investigación se basó en el marco de trabajo ágil de gestión de proyectos SCRUM7 utilizando los siguientes criterios:

- **Incertidumbre en los requerimientos.** La presente investigación tubo un grado medio de incertidumbre en torno a sus requisitos ya que es un sistema nuevo en el ámbito de la educación superior y se desarrolló de forma personalizada a medida del usuario, pero con un alcance medio de funcionalidades.
- **Incertidumbre en el conocimiento y tecnología.** En esta investigación considero un grado medio de incertidumbre en torno al conocimiento y tecnología a implementar puesto que el desarrollo de software<sup>6</sup> es un tema complejo,

<sup>6</sup> Software: Conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas

pero abordar temas ya aplicados en otros sectores en temas de gestión de información que se pueden tomar como referencia.

En consecuencia, se optó por utilizar el marco de trabajo adaptativo incremental SCRUM para el desarrollo de la solución debido a que se encuentra en la región de complicado según el modelo de complejidad de Stacey (Figura N.º 2).

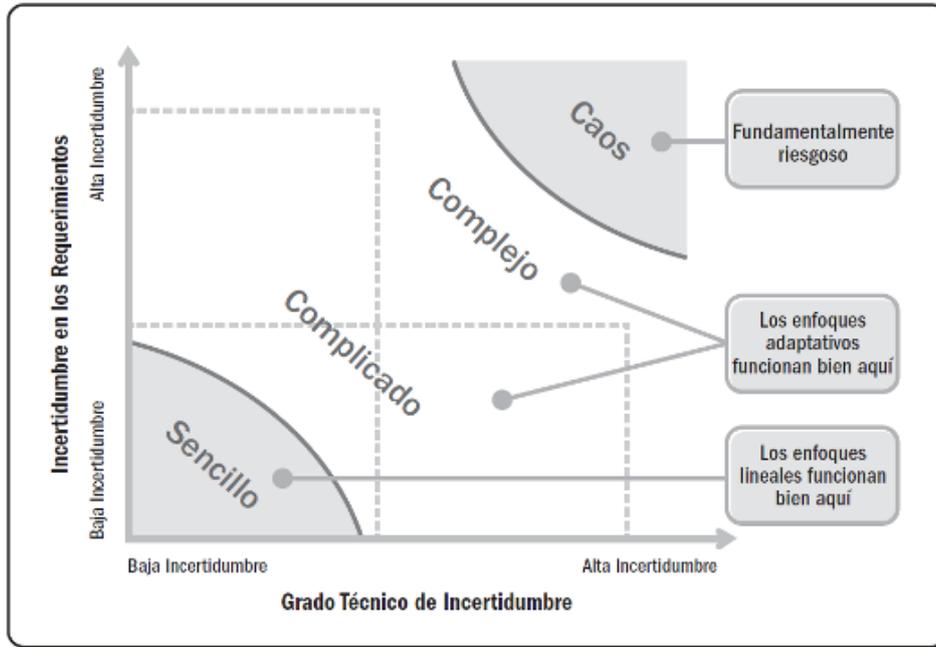
## 31. RESULTADOS

El sistema desarrollado presenta el siguiente diagrama de clases<sup>7</sup> aprobado por un especialista .

tareas.

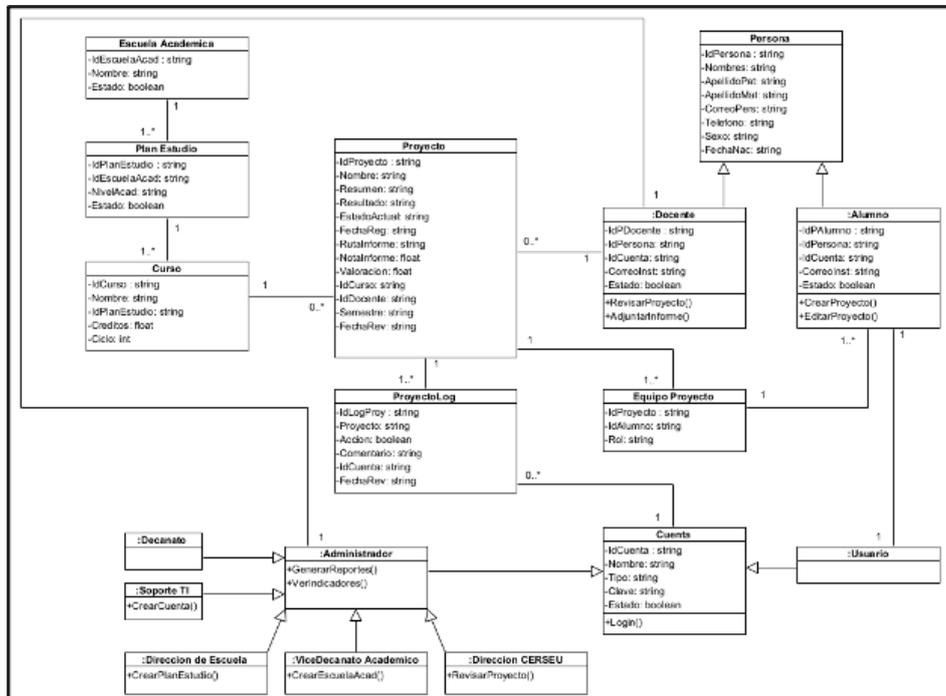
<sup>7</sup> Diagrama de Clases: describen los tipos de objetos de un sistema, así como los distintos tipos de relaciones que pueden existir entre ellos.

**Figura N.º 2.** Modelo de Incertidumbre y Complejidad i  
nspirado en el modelo de complejidad de Stacey.



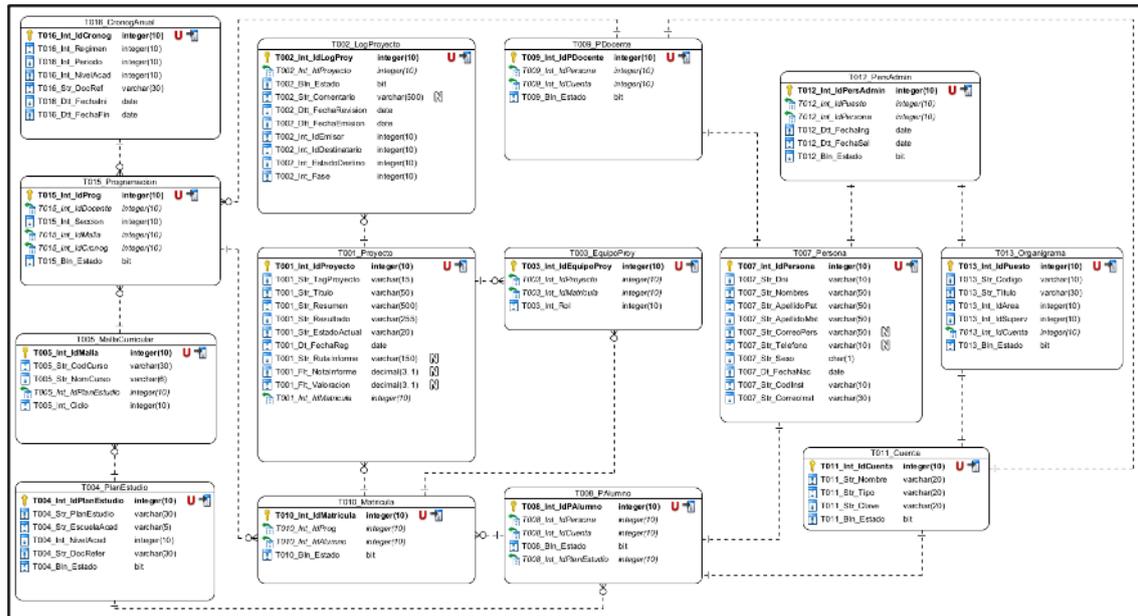
Fuente: Guía Práctica de Ágil, PMI Inc. 2017

**Figura N.º 3.** Diagrama de clases



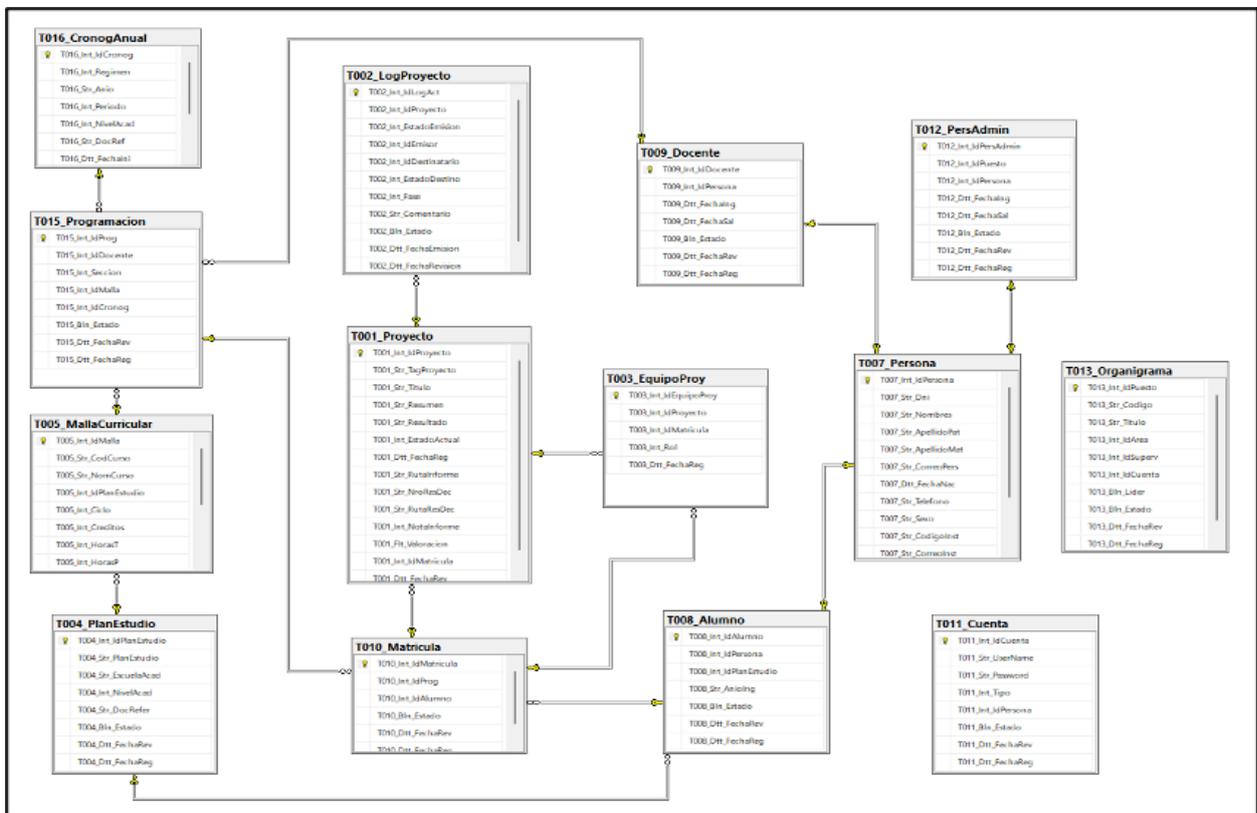
El sistema desarrollado presenta el siguiente diagrama ERD<sup>8</sup> aprobado por un especialista.

Figura N.º 4. ERD Diagrama de Entidad-Relación



El sistema desarrollado presenta el siguiente diagrama de la base de datos aprobado por un especialista

Figura N.º 5. Diagrama de la Base de Datos



<sup>8</sup> ERD: Entity Relationship Diagram, Diagrama de relación de entidades; tipo de diagrama de flujo que ilustra cómo las "entidades" como personas, objetos o conceptos se relacionan entre sí dentro de un sistema

El sistema desarrollado está compuesto por los siguientes módulos de interfaz de usuario para la gestión de información:

**A. Proceso de Adquisición.**

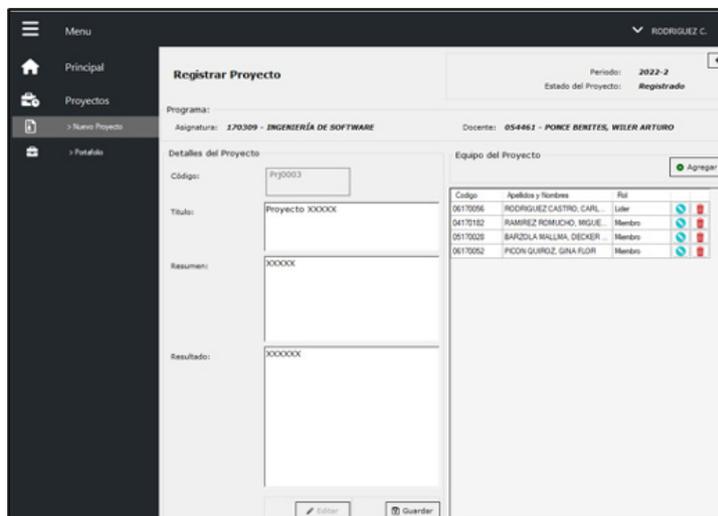
**Figura N.º 6.** Formulario de Inicio de Sesión



**Figura N.º 7.** Módulo de Gestión de la Información de Proyectos y trabajos de investigación

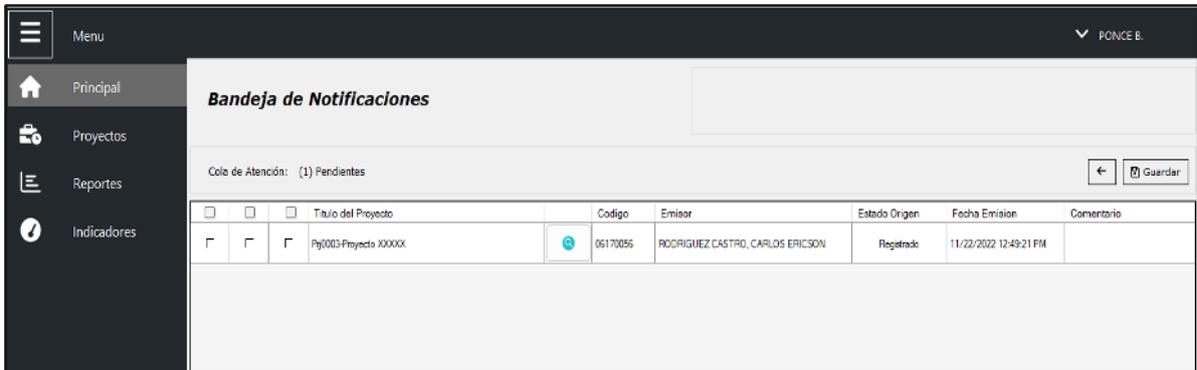


**Figura N.º 8.** Formulario de registro de la Información de Proyectos y trabajos de investigación

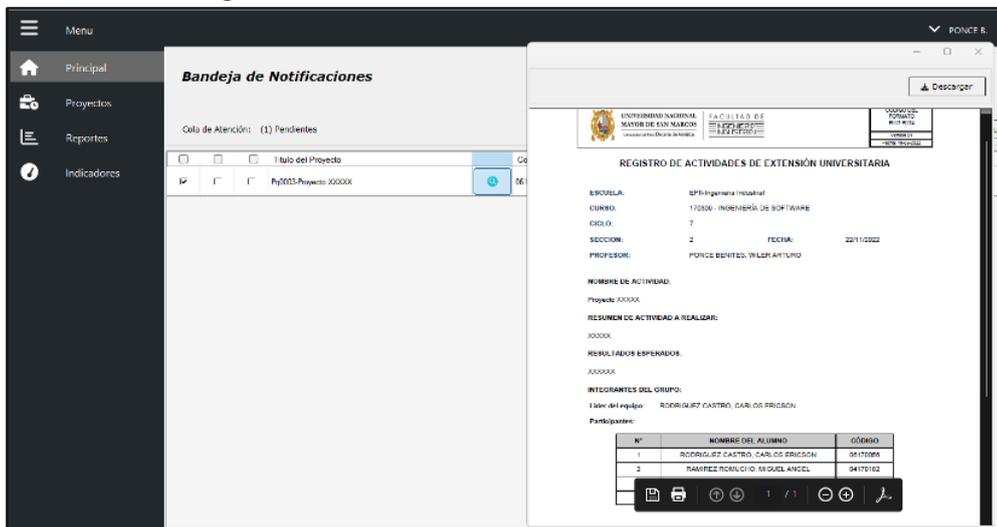


**B. Organización y Distribución.**

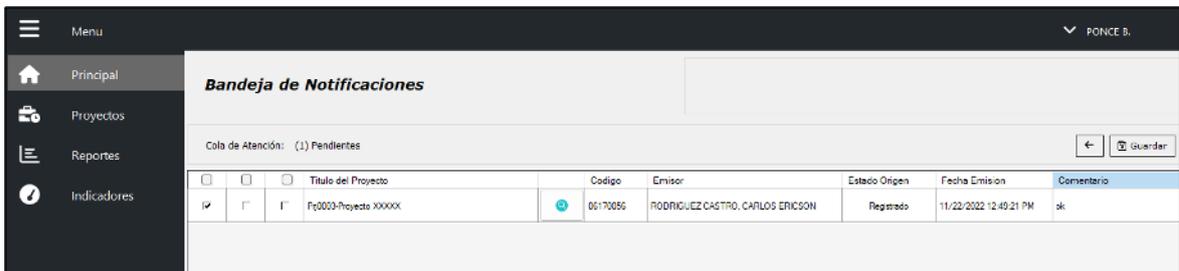
**Figura N.º 9. Bandeja de Notificación para revisión de Proyectos y Trabajos de Investigación por el Docente y CERSEU.**



**Figura N.º 10. Vista del documento de Registro de Actividades de Extensión Universitaria.**



**Figura N.º 11. Aprobar/Rechazar/Observar el Proyecto de Investigación por el Docente o CERSEU.**



**Figura N.º 12. Seguimiento al estado de aprobación del Proyecto de Investigación por el Alumno.**



C. Almacenamiento, Archivo y Seguridad.

Figura N.º 13. Módulo de configuración de accesos.

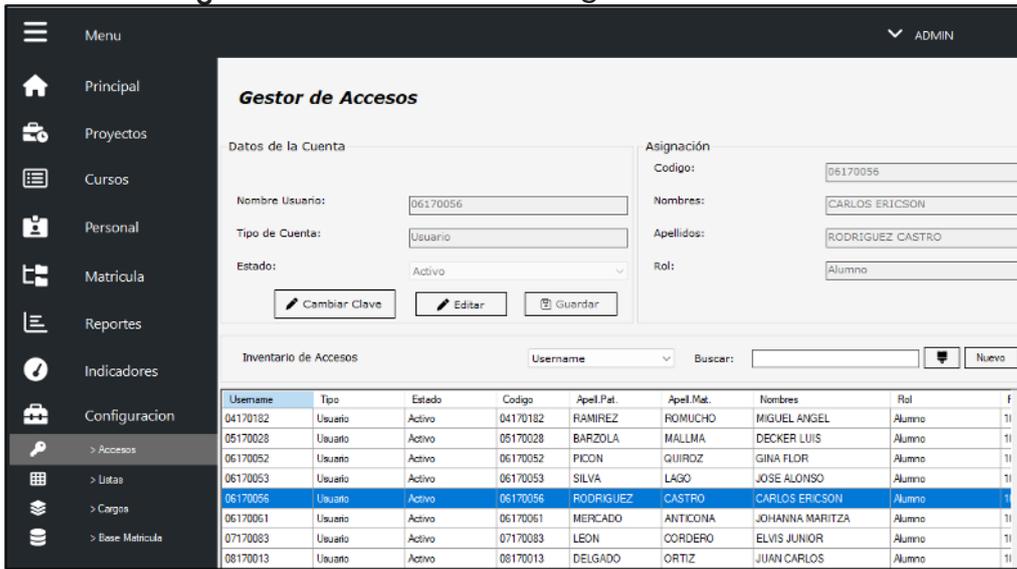


Figura N.º 14. Archivo de documentos de los Proyectos de Investigación.



D. Uso y/o Explotación

Figura N.º 15. Módulo de Reportes.

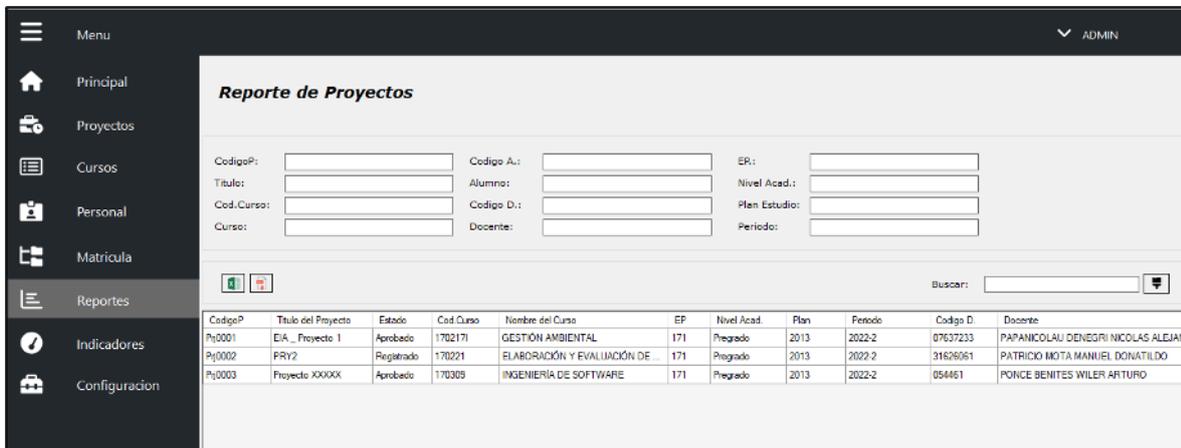
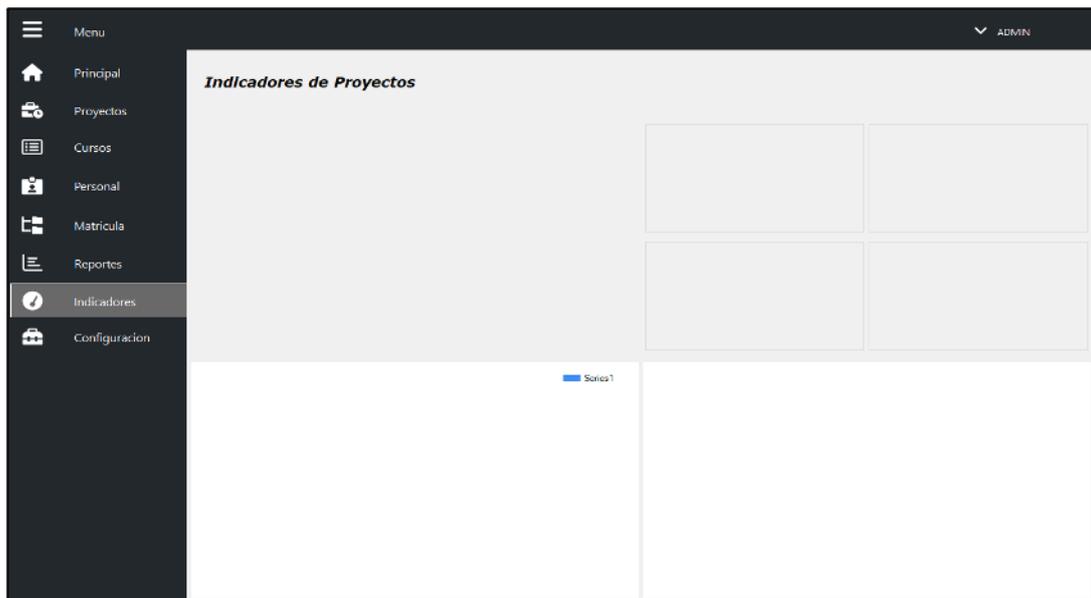


Figura N.º 16. Generación de Reportes Excel.

Id Proyecto	Codigo P	Titulo del Proyecto	Estado	Cod. Curso	Nombre del Curso	EP	Nivel Acad.	Plan	Periodo	Codigo D.	Docente
1	Prj0001	EIA Proyecto 1	Aprobado	1702171	GESTIÓN AMBIENTAL	171	Pregrado	2013	2022-2	07637233	PAPANICOLAU DENEGRI NICOLAS ALE
2	Prj0002	PRY2	Registrado	170221	ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS	171	Pregrado	2013	2022-2	51626061	PATRICIO MOTA MANUEL DONATILDO
3	Prj0003	Proyecto XXXXX	Aprobado	170309	INGENIERÍA DE SOFTWARE	171	Pregrado	2013	2022-2	054461	PONCE BENITES WILER ARTURO

Figura N.º 17. Módulo de Indicadores. (Sin Data)



## 32. DISCUSIÓN

El sistema de información desarrollado pasó las pruebas de calidad necesarias logrando cumplir con los objetivos propuestos. Este prototipo servirá de modelo para futuras versiones que otorguen una mejor versatilidad para utilizarla esta aplicación en distintos dispositivos y en otras plataformas como la web y que los miembros de la comunidad universitaria puedan acceder de forma remota y de manera online a registrar y hacer seguimiento de sus proyectos. De la misma forma, el sistema permitirá a la alta dirección de la facultad una mejor toma de decisiones y un panorama mas amplio sobre los distintos intereses y tópicos en los que los estudiantes se enfocan a través de desarrollo académico, así como también agregar capas de control necesarias sobre la revisión de los proyectos a nivel directivo o por departamento y/o especialidad para verificar su idoneidad, calidad y valoración final.

## 33. CONCLUSIONES

El propósito del desarrollo de un sistema de información desarrollado es mejorar, controlar y habilitar la gestión de la información de los proyectos y trabajos de investigación de los alumnos de pregrado. Basado en los resultados podemos concluir que el sistema cumple con los requerimientos de los usuarios finales y que puede ser implementado en la Facultad de Ingeniería Industrial y en otras facultades y/o universidades.

## 34. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMÓRTEGUI VARGAS  
2018 Ingeniería de Requerimientos, 1era Edición, Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

BUSINESS PROCESS MODEL AND NOTATION (BPMN),  
VERSION 2.0, <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>

GERÓN-PIÑÓN, G.,  
2019 Sistemas de información en las universidades latinoamericanas: su impacto en los rankings internacionales. Revista de la Educación Superior RESU, 50. <https://doi.org/10.36857/resu.2021.198.1699>

LARMAN C.,  
S.A APPLYING UML AND PATTERNS: AN INTRODUCTION TO OBJECT-ORIENTED ANALYSIS AND DESIGN AND ITERATIVE DEVELOPMENT. 3rdEdition

LIMA R.  
2021 7 secretos para una tesis de éxito. 1era Edición, Tesis, Asesoría y Capacitación.

RUMBAUGH J.  
2007 El lenguaje unificado de modelado, 2da Edición, Editorial Pearson

SCHWABER, K. & SUTHERLAND, J.  
2017 La guía definitiva de SCRUMTM: Las reglas del juego.

SEIDL M.  
2015 UML @ Classroom: An Introduction to Object-Oriented Modeling, Editorial Springer.

SWEBOK, IEEE COMPUTER SOCIETY  
2004 Guía al cuerpo de conocimiento de la ingeniería del software. Los Alamitos, California.

---

# ESTUDIO ACERCA DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS (APPCC) EN PERÚ

---

Study on the implementation of  
the Hazard Analysis and Critical  
Control Points (HACCP) system in  
agroindustrial companies in Peru.

---

## AUTORES

**YANELA URBINA ECOS**

yanela.urbina@unmsm.edu.pe  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

**SHALY VARGAS SUMARRIVA**

shaly.vargas@unmsm.edu.pe  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

# RESUMEN

# ABSTRACT

Con el objetivo de generar una visión crítica acerca de la inocuidad alimentaria, y teniendo como referencia que dentro del panorama actual de nuestro país se ha reportado casos de contaminación por agentes agroquímicos en alimentos, se plantea la necesidad de que las empresas agroindustriales incorporen el sistema APPCC esto con el fin de asegurar que los alimentos que llegan a los consumidores son libres de agentes contaminantes, protegiendo la salud de los connacionales y al mismo tiempo convirtiendo a las empresas aptas para competir dentro del mercado internacional.

**Palabras clave:** Agroindustria, inocuidad alimentaria, APPCC, agrocontaminantes.

With the aim of generating a critical vision about food safety, and taking as a reference that within the current panorama of our country cases of contamination by agrochemical agents in food have been reported, the need for agro-industrial companies to incorporate the system HACCP this in order to ensure that the food that reaches consumers is free of contaminating agents, protecting the health of nationals and at the same time making companies capable of competing in the international market.

Key words: Agribusiness, food safety, HACCP, agropollutants.

## 35. INTRODUCCIÓN:

Las últimas noticias referentes a alimentos con restos de insecticidas, personas intoxicadas durante el proceso de producción y el uso de pesticidas prohibidos por la Unión Europea, ha generado alarma sobre cómo se desarrollan los procesos de producción en las empresas agroindustriales en el Perú y si se aplican las debidas normas para obtener productos inocuos. Es por esto que se plantea un estudio acerca de la implementación del sistema de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (APPCC) en empresas agroindustriales en el Perú. Con el objetivo de conocer los beneficios que conllevaba la aplicación de este sistema de gestión alimentaria y analizando a su vez un estudio basado en la aplicación del sistema APPCC.

La agroindustria peruana está en constante crecimiento y desarrollo, es por ello que se deben tomar las medidas necesarias para ofrecer productos que sean atractivos para el consumidor y que a su vez no sean nocivos para su salud, asegurando así un producto libre de agentes contaminantes.

En el transcurso de la investigación se encontraron limitaciones relacionadas con el acceso a información actual con respecto a informes de entidades peruanas competentes en el tema. Sin embargo, el estudio se realizará en base a investigaciones recientes que demuestran los beneficios de la implementación del sistema APPCC.

### 35.1. Objetivos

#### 35.1.1 Objetivo General

Indagar acerca de los beneficios de la implementación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico para lograr una producción inocua en empresas agroindustriales en el Perú.

#### 35.1.2 Objetivo Especifico

Analizar el estudio basado en la implementación del sistema APPCC en la empresa agroindustrial Estanislao Del Chimú S.A.C

### 35.2. Antecedentes

Recientemente se ha alertado acerca de restos de insecticidas en un alimento de uso cotidiano, Delgado (2022) denunció a través de redes sociales la existencia de manchas azules en la

cebollitachina, alimento que se consume con regularidad en nuestro país, como resultado de un análisis realizado por CEIMIC laboratories se verifica la presencia de diversos agroquímicos incluyendo también la presencia de fungicidas que por la cantidad encontrada en la muestra rebasan los límites máximos permitidos para los alimentos. En adición a lo anterior un similar estudio que se realizó por CEIMIC laboratories el año 2020 en el que se analizaba muestra de frutas y verduras obtenidos de mercados de Lima; se obtuvo como resultado que los alimentos estaban contaminados con diferentes tipos de pesticidas entre ellos uno que está prohibido por la Unión Europea, Methamidophos. Al respecto el director del SENASA entidad que está encargada de realizar los controles pertinentes para monitorear la presencia de pesticidas en los alimentos, expresó que dicho estudio no representaba un indicador real de la presencia de pesticidas en los alimentos que se distribuyen a las mesas peruanas. (Muñoz, 2020)

SENASA, como parte de sus labores, emite un informe anual de monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios y piensos; para el año 2021 se obtuvo que de unas 3 762 muestras de alimentos agropecuarios recolectadas de diferentes partes del país, solo el 73.55% estuvo conforme con los parámetros establecidos para asegurar la inocuidad de los alimentos de origen vegetal; aquellos con mayor porcentaje de presencia de contaminantes químicos es en primer lugar el pimiento, seguido por el ají amarillo y posteriormente el tomate. (SENASA, 2021)

Entre los agentes químicos utilizados con frecuencia en procesos agroindustriales están los pesticidas, los cuales son de utilidad para controlar las plagas en la agricultura, esta práctica genera beneficios en la industria mundial de alimentos ya que origina un aumento notable en bonificaciones y a nivel de producción. A pesar de que se han desarrollado para tener un riesgo mínimo en la salud humana, se han presentado casos de intoxicación por pesticidas a consecuencia del trabajo agrícola, es así como esta problemática ha sido reconocida como un alarmante factor para la salud pública de los agricultores de todo el mundo.

El Perú, es un productor potencial en el sector agrícola dentro de las principales áreas productivas del país, y como detalla Cruz y Placencia (2019):

En el Perú, el sector agrícola es uno de las principales áreas productivas del país, y

cuenta, desde hace pocos años, con una Norma Técnica de Salud, la de Vigilancia epidemiológica del riesgo de exposición e intoxicación por plaguicidas, que tiene como objetivo prevenir y controlar la exposición e intoxicación por pesticidas en quienes se dedican a las labores relacionadas directamente con la agricultura y a toda la población. (p.41)

A pesar de lo expuesto anteriormente podemos encontrar noticias sobre personas intoxicadas con algún tipo de químico utilizado en los procesos agroindustriales. Como es el caso de lo ocurrido en la región de Ica durante el año 2017. El caso de 58 trabajadores agrícolas quienes se intoxicaron con pesticidas durante sus horas laborales debido a que inhalaron un fungicida y un insecticida que se aplicaban en un campo agrícola, como informa El Comercio los pacientes refirieron que estuvieron expuestos a una máquina que estaba fumigando con un fungicida llamado Azoxystrobin, presentando síntomas como náuseas y vómitos.

Gracias al estudio presentado por Cruz y Placencia (2019) el cual permite determinar las características de la intoxicación ocupacional por pesticidas en trabajadores agrícolas atendidos en el Hospital de Barranca-Cajatambo durante el periodo 2008 a 2017, entre los síntomas que resaltan están vómitos, náuseas, vértigo, cefalea, prurito, visión borrosa y fiebre. Muchos de ellos también presentados en los trabajadores queños.

En adición a lo anteriormente mencionado, basándonos en el estudio realizado por Cruzado y Gallardo (2019) titulado "Implementación del Sistema de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (HACCP) para asegurar la inocuidad en el procesamiento de quinua perlada de la empresa agroindustrial Estanislao Del Chimú S.A.C" se analizará los resultados obtenidos a partir de la aplicación del sistema APPCC en una empresa del sector agroindustrial.

### 35.3. Hipótesis

La implementación del Sistema Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico en empresas agroindustriales en el Perú garantiza una producción libre de agentes contaminantes.

### 35.4. Justificación

La agroindustria representa un sector económico de crecimiento en desarrollo, ya que genera empleos y productos de mayor valor es por esto que en el presente trabajo de investigación indagaremos los estudios acerca de los sistemas

de gestión alimentaria ya que se tiene como necesidad promover la implementación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico dentro de empresas agroindustriales, con el fin de que estas puedan asegurar una mejora en la calidad de su producción asegurando que esta se encuentre libre de agentes químicos contaminantes.

## 35.5. Bases teóricas

### 35.5.1 Historia del sistema APPCC

El Sistema Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico conocido así por sus siglas APPCC tiene como primer antecedente a las teorías de gerencia de calidad propuestas por el gurú Edwards Deming, desarrollando un sistema similar llamado Gestión de Calidad Total enfocado en la mejora de la calidad de productos japoneses durante los años 50. Además, como menciona Lorenzo (2019):

Los orígenes del APPCC se relacionarían con el sistema AMFE (análisis modal de fallos y efectos), al que podemos considerar uno de sus antecedentes, y del que toma prestado parte de su metodología y el enfoque sistemático para evaluar los riesgos en una producción determinada, por ejemplo, mediante el empleo de diagramas de flujo y el uso de matrices de riesgos de probabilidad por gravedad. (p.1)

Teniendo estos dos antecedentes del sistema original, sería desarrollado en conjunto por la compañía Pillsbury, Laboratorios del ejército estadounidense y la NASA. Estos últimos se enfocaron en la producción de alimentos inocuos para garantizar que estén en condiciones óptimas para el consumo de los astronautas de aquel programa espacial.

En 1971 el sistema desarrollado fue presentado en la conferencia organizada por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) con la finalidad de promover sus tres ejes fundamentales entre ellos la identificación de peligros, determinación de puntos críticos de control y la vigilancia de puntos críticos de control.

En 1974 la FDA utilizó los principios planteados en el sistema APPCC para promulgar regulaciones relativas a las conservas de alimentos poco ácidos. Ya en los años 80 este sistema sería adoptado por diversas empresas encargadas de la producción de alimentos. Como describen Cruzado y Gallardo (2019), "la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos recomendó en 1985 que las

plantas elaboradoras de alimentos adoptaran la metodología del APPCC con el fin de garantizar su inocuidad" (p.14).

La expansión de este sistema llegaría a su auge durante los años 90 ya que el Comité Asesor Nacional sobre Criterios Microbiológicos para Alimentos definiría en 1992 los siete principios básicos del sistema APPCC. Es así como la comisión de Codex alimentarius adoptaría estos principios, como lo detalla Lorenzo(2019):

La Comisión del Codex Alimentarius adopta estos principios y publica el Código Internacional de Prácticas Recomendado - Principios Generales de Higiene de los alimentos, que incluye el anexo Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control - Directrices para su Aplicación, en el que se describe el sistema APPCC, y que tras varias revisiones ha llegado hasta nuestros días en una versión actual: CAC/RCP 1-1969 REV.4(2003) (p.2).

Con este documento publicado por la Comisión del Codex Alimentarius se establecería la estructura elemental del sistema APPCC que le permitiría ser un pilar en las industrias alimentarias.

### 35.5.2 Definición del sistema APPCC

El sistema APPCC tiene como objetivo principal el desarrollo de una gestión empresarial que garantice alimentos inocuos, fundamentado en base a conocimiento científico y de carácter sistemático; representa una forma de abordar peligros generados en la cadena de producción alimentaria ya sean de tipo biológico, físico o químico.

Este sistema permite identificar y evaluar peligros específicos para así plantear medidas de prevención que permita controlar los peligros identificados, es así cómo puede aplicarse en toda la cadena alimentaria desde el productor al consumidor. En cada etapa se observarán los posibles errores que pueden ocurrir, sus causas y efectos.

El sistema APPCC es afín con otros sistemas de control de calidad. Esto determina que inocuidad, calidad y productividad pueden abordarse en conjunto, como describe la Organización Panamericana de la Salud (2019) como resultado se obtendrá beneficios para los consumidores, más ganancias para las empresas y mejores relaciones entre todas las partes que participan, en función del objetivo común de garantizar la inocuidad y la calidad de los alimentos.

La aplicación de este sistema ofrece otras ventajas entre ellas, facilitar la inspección de los procesos por parte de las autoridades pertinentes, y fomentar el comercio internacional ya que el sistema APPCC significa una garantía de la inocuidad de los alimentos.

La utilización de este sistema deberá presentar la flexibilidad necesaria para adecuarse a los cambios en el proceso entre ellos la modificación en diseños de equipo, cambios en procesos de elaboración, así como en la variación de materias primas utilizadas. Esto incluye a los avances tecnológicos que puedan influir en la inocuidad del alimento final. Como indica la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (1997) para lograr los resultados esperados de este sistema, se requiere una metodología multidisciplinaria.

### 35.5.3 Implementación del sistema APPCC

Para la aplicación del Sistema de APPCC en las empresas agroindustriales se requiere una serie de prerequisites obligatorios que aseguren su correcta implementación. Entre ellos tenemos los Principios Generales de Higiene de los Alimentos del Codex, los Códigos de Prácticas del Codex, las Buenas Prácticas de Manufactura y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento.

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) son los principios básicos que permiten garantizar la elaboración de productos en condiciones sanitarias idóneas para disminuir riesgos. Como se señala en International Dynamic Advisors "La implementación de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) garantizan la producción de alimentos seguros, saludables e inocuos, son indispensables para la aplicación del Sistema HACCP" (como se citó en Catillo Garzón, 2021, p.6).

Los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) son prácticas que realizan las empresas que se encargan de la producción de alimentos, se implementan para prevenir la adulteración de alimentos y la contaminación de estos. Durante este procedimiento la empresa debe llevar un monitoreo, registros diarios documentados ya que deben estar a disposición de las autoridades competentes. Estos dos últimos prerequisites son comprobados en la investigación de Mechato, Taica y Vela (2018) debido a que en la conclusión de su investigación se obtuvo que los prerequisites:

BPM y POES son aspectos claves para lograr la implementación del Sistema HACCP en la Empresa de legumbres secas Agrosymar.

Esta implementación debe basarse a los siete principios característicos del sistema APPCC, la OPS (2019) los ordena de la siguiente manera:

1. Realizar un análisis de peligros
2. Determinar los puntos críticos de control (PCC)
3. Establecer un límite o límites críticos: para mantener asegurado el control en la cadena productiva.
4. Establecer un sistema de vigilancia del control de los PCC.
5. Establecer las medidas correctivas que han de adoptarse cuando la vigilancia indica que un determinado PCC no está controlado.
6. Establecer procedimientos de comprobación para confirmar que el Sistema de HACCP funciona eficazmente.
7. Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.

Es así como la aplicación del sistema APPCC consta de 12 etapas, tal como se muestra en la (Ver Figura 1).

### 35.5.4 Inocuidad alimentaria

Garantizar que los alimentos que se consumen estén libres de contaminantes ya sea del tipo químico, microbiológico o físicos, es en sí la concepción de inocuidad alimentaria, esto es importante ya que con ello se asegura que los alimentos que consumimos no causen ningún perjuicio a nuestra salud. Según la FAO (2022) además de los perjuicios en la salud el hecho de que no se tenga garantía de la inocuidad de los alimentos representa también otro tipo de perjuicios ya que las enfermedades transmitidas por alimentos también repercuten en temas sociales como por ejemplo al absentismo escolar, así como también el laboral y en general disminuyen la productividad. Concorde a lo anteriormente mencionado, la inocuidad alimentaria involucra cada etapa de la cadena alimenticia desde la producción, almacenamiento, distribución y finalmente elaboración; según expresa Cantero, Brown, González Fernández y Valdez (2021) garantizar

la inocuidad en los alimentos es una labor que está a cargo de los productores, consumidores además de los Gobiernos y Estados.

### 35.5.5 Agentes químicos contaminantes

Gracias al Informe del monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios y piensos, podemos tener un registro de los principales agentes químicos que se encuentran en alimentos de origen vegetal, refiriéndonos específicamente a plaguicidas, podemos enumerar algunos de los principales y que fueron encontrados en el análisis. Según Moyano (2017) el clorpirifós es uno de los insecticidas con mayor registro de uso dentro la industria agrícola; sin embargo, este insecticida tiene la capacidad de generar alteraciones de desarrollo, inmunológicas, y efectos neurotóxicos; en exposición a humanos se observado que presenta relación con déficits neurológicos y neuroconductuales, así como también alteración en la cognición. Además de encontrarse la presencia de insecticida del tipo organofosforado triazofos. Según Barrón, Robledo, Lona, Cruz y López (2021) algunos insecticidas del tipo organofosforado han sido prohibido en países desarrollados; sin embargo, en países como México aún se siguen usando este tipo de plaguicidas que según menciona el autor tienen efectos desde leves hasta letales, esto dependiendo de la manera en que una persona haya estado expuesta a este tipo de agente químico, las repercusiones sobre la salud tienen incidencia principalmente en el sistema nervioso tanto central como autónomo, y también en la placa neuromuscular.

### 35.5.6 Panorama actual

Nuestro país no es ajeno a la normativa reguladora en materia de inocuidad alimentaria, esto con el fin de lograr que todas la personas tengan acceso a una alimentación de calidad, en primer lugar el gobierno peruano tiene la obligación de establecer e implementar políticas públicas que establezcan estándares para la inocuidad de alimentos, estos a su vez serán ejecutados de tal modo que permita la aceptación y el afianzamiento de la población, al mismo tiempo se debe invocar a los productores y comercializadores de alimentos la tarea de asegurar la inocuidad de los alimentos esto con el objetivo de salvaguardar la salud de la población.(Pari, 2018, pp. 19,20)

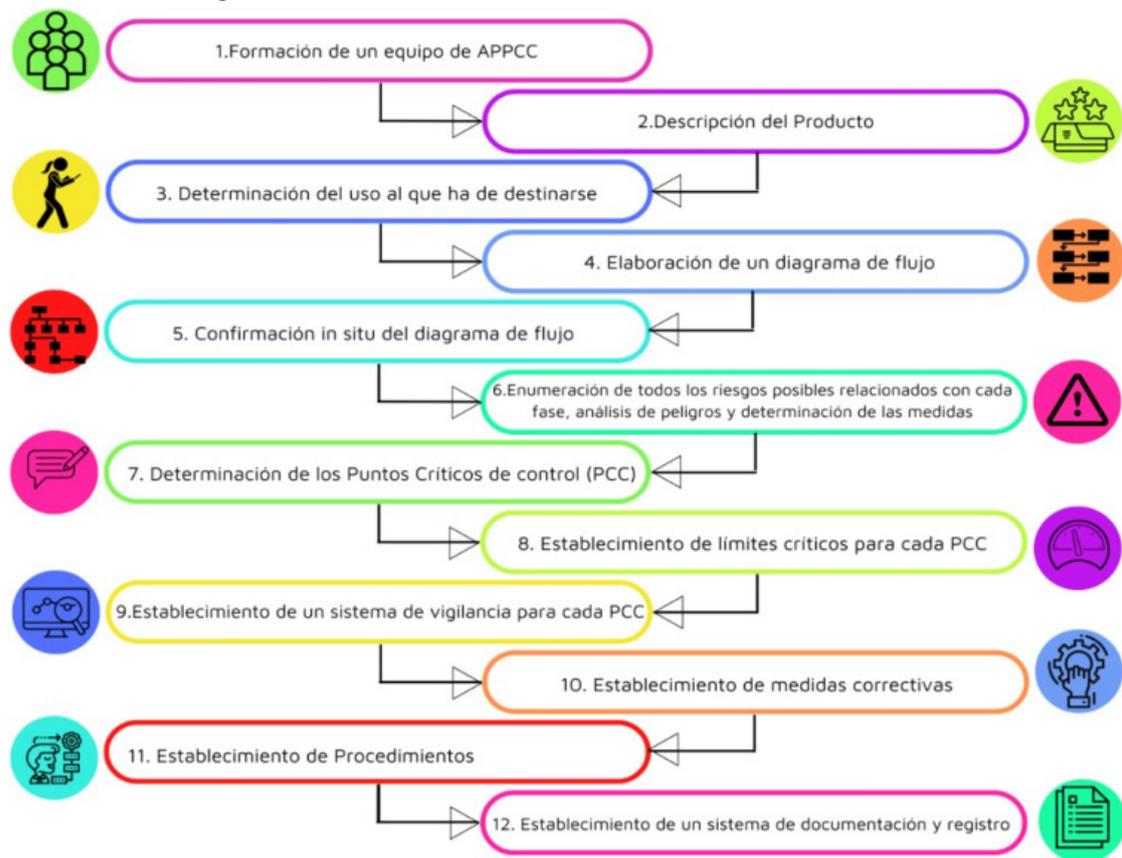
Actualmente a pesar de existir regulaciones por parte del estado, ha causado alerta un reporte

de contaminación de alimentos por agentes químicos, a lo que el Midagri respondió con un llamado de calma a las familias peruanas. (El Peruano, 27 de octubre del 2022)

Finalmente, a pesar de lo expresado por las autoridades se debe reconocer que los mecanismos de control en el país son inexistentes,

según lo expresado por Gamboa para INFOREGIÓN, esto debido a que las medidas de control están principalmente enfocadas para los productos destinados al comercio exterior lo que se traduce en una salud alimentaria pobre para los peruanos. (Caretas, 25 de octubre del 2022)

**Figura 1.** Esquema de las doce etapas del sistema APPCC



Fuente: Elaboración propia.

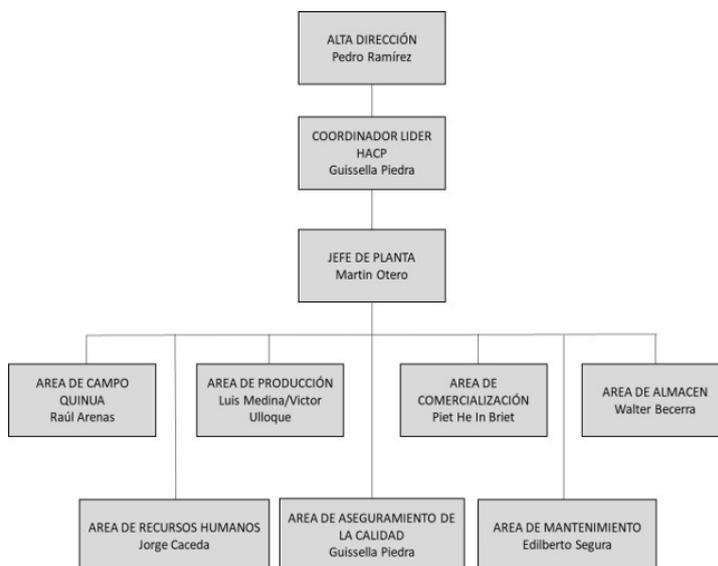
## 36. METODOLOGÍA

Se realizó un estudio del tipo cualitativo, documental y exploratorio, ya que nuestro objetivo principal es indagar acerca de los beneficios que implica la implementación de sistemas de gestión en el sector alimentario, enfocándonos en el APPCC aplicado en empresas agroindustriales peruanas, por lo cual se orientó la investigación hacia la recopilación de diferentes puntos de vista de autores que realizaron estudios similares o enfocados en el sistema APPCC.

## 37. RESULTADOS

De acuerdo con lo proporcionado por Cruzado y Gallardo (2019) a continuación se mostrarán los resultados de las doce etapas de la implementación del sistema APPCC (Ver Figura 2).

**Figura 2.** Diagrama de formación del equipo APPCC



Nota: Corresponde a la etapa 1, Formación del equipo APPCC. Extraído del Manual de implementación del sistema APPCC elaborado por Cruzado y Gallardo (2019).

**Figura 3.** Ficha técnica de la quinua perlada

FICHA TECNICA: QUINUA PERLADA								
<b>Nombre del Producto</b>	Quinua Perlada (Chenopodium Quinoa Will)							
<b>Composición</b>	Materia prima: Quinua							
<b>Estructura Física y Química</b>	<b>Características Físico Química</b>	Humedad: (%)					13.5	
		Proteínas (%)					10	
		Cenizas:(%)					3.5	
		Grasa (%)					4.0	
		Fibra Cruda (%)					3.0	
		Carbohidratos (%)					65	
		Saponina					Ausencia	
		Cumplimiento de la Norma Técnica Nacional del Perú N° 205.062, Perú, 2009						
		<b>Agente microbiano</b>	<b>Categoría</b>	<b>Clase</b>	<b>N</b>	<b>C</b>	<b>Limite Critico</b>	
							<b>m</b>	<b>M</b>
Aerobios mesófilas (UFC/g)	2	3	5	2	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>		
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup>		
Coliformes	5	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>		
Bacillus cereus	8	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>		
Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia / 25g	---		

Nota: Corresponde a la etapa 2, Descripción del producto. Extraído de Manual de implementación del sistema APPCC elaborado por Cruzado y Gallardo (2019).

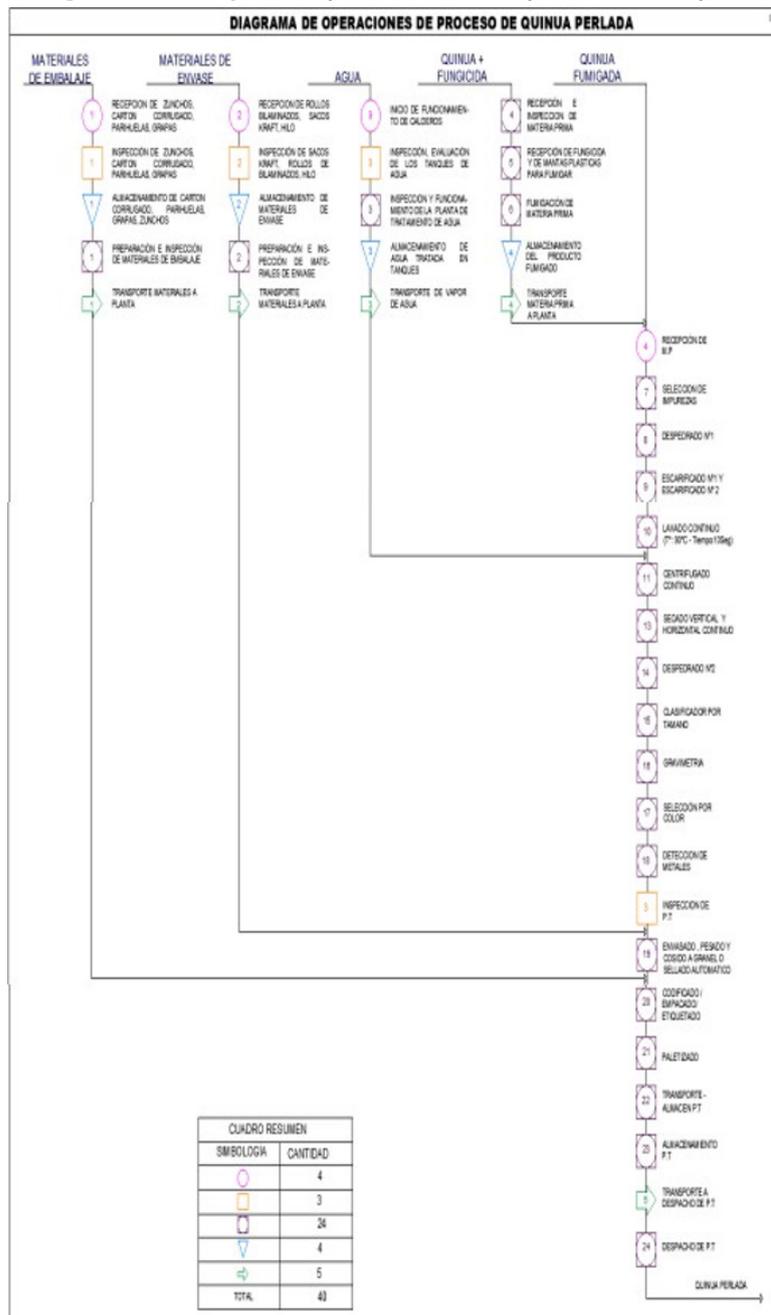
Para la etapa 3, determinación de uso, conforme a los requerimientos nutricionales la población objetivo es el público en general sin restricciones (Ver Figura 4).

Para la etapa 5; confirmación in situ del diagrama de flujo, se realizó la verificación del diagrama de flujo conforme con lo establecido en el sistema APPCC. Para la etapa 6; enumeración de todos los riesgos posibles relacionados con cada fase, análisis de peligros y determinación de las medidas, se enumeraron todos los peligros

con base en el diagrama de flujo obtenido en la etapa 4. Para la etapa 7, Determinación de los puntos críticos de control, esto mediante la evaluación de cada fase y análisis de los riesgos y peligros, utilizando como herramienta un árbol de decisiones (Ver Figura 5).

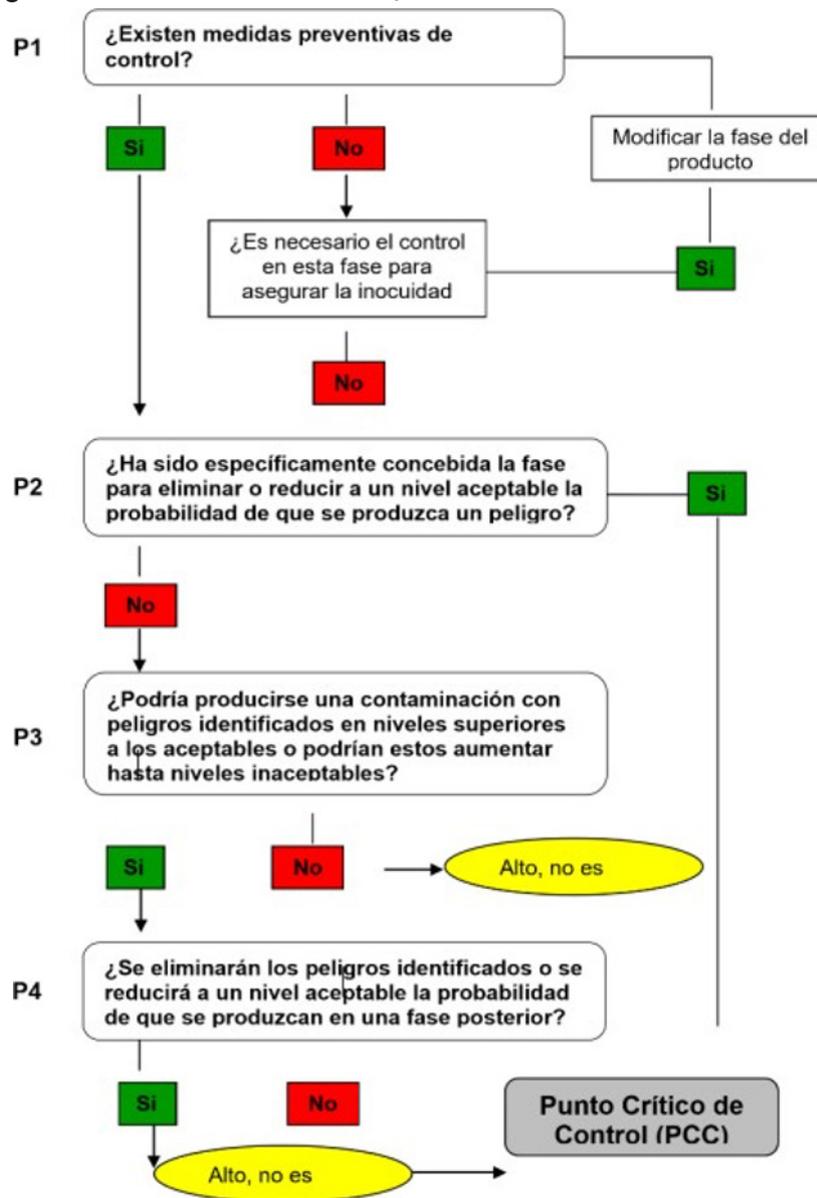
Para la etapa 8, establecimiento límites críticos para cada PCC, con base a la etapa 7 se determinó los parámetros para designar como aceptable el producto elaborado.

**Figura 4.** Diagrama de flujo de operaciones de proceso de quinua perlada



Nota: Corresponde a la etapa 4, elaboración de un diagrama de flujo. Extraído de Manual de implementación del sistema APPCC elaborado por Cruzado y Gallardo (2019).

Figura 5. Árbol de decisiones para la determinación de los PPC



Nota: Corresponde a la etapa 7, Establecimiento de un sistema de vigilancia para cada PCC. Extraído de Manual de implementación del sistema APPCC elaborado por Cruzado y Gallardo (2019).

Para la etapa 9, establecimiento de un sistema de vigilancia para cada PCC, en base a las etapas 7 y 8 se propone un sistema adecuado que garantice el monitoreo de cada PCC. Para la Etapa 10, establecimiento de medidas correctivas, de haberse encontrado un producto no aceptable se procede de dos formas, si el peligro significativo es del tipo biológico o químico se reprocesa hasta que el producto cumpla con los parámetros establecidos en la etapa 8, en cambio si se trata de peligro significativo del tipo físico se procede con el descarte del producto. Para la etapa 11, establecimiento de procedimientos, se propuso 18 procedimientos que aseguraron la correcta implementación del sistema APPCC. Para la etapa 12, establecimiento de un sistema

de documentación y registro, se recopiló la documentación de las etapas 6, 7 y 8 con el fin de mantener una vigilancia sobre estas etapas.

### 38. DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos se determinó que la empresa Estanislao Del Chimú S.A.C instauró las 12 etapas requeridas para la implementación del sistema APPCC, que se detalla en el siguiente cuadro (Ver Figura 6).

**Figura 6.** Cuadro comparativo del antes y después de la implementación del sistema APPCC

INDICADOR	ANTES IMPLEMENTACIÓN	DESPUÉS IMPLEMENTACIÓN
Índice de cumplimiento de prerequisites de HACCP Óptimo	20%	100%
Costo de aplicación de HACCP - óptimo	60%	90%
Cumplimiento de metas del equipo HACCP - óptimo	80%	95%
Índice de cumplimiento control de cada etapa del proceso	No se controlaban los PCC, del proceso	95%
% de agentes microbiológicos – óptimo	No existía metodología, los datos eran obtenidos esporádicamente.	Se implementó el procedimiento para analizar su evaluación (Toma de muestras para analizar)
% de saponina del grano – óptimo	No existía metodología, los datos eran obtenidos esporádicamente	Se implementó el registro de control de saponina
Presiones de lavado y secado – porcentaje de humedad - óptimo	No existía metodología, los datos eran obtenidos esporádicamente	Se implementó el registro de control de Secado

Nota : Extraído de los resultados obtenidos en la investigación de Cruzado y Gallardo (2019).

### 39. CONCLUSIONES

En base a lo analizado y en contraste con la realidad actual se concluyó que la implementación del sistema APPCC representa una vía para garantizar la seguridad de todos los agentes implicados durante el proceso de la cadena de producción en empresas agroindustriales del Perú.

De acuerdo con los resultados del estudio titulado "Implementación del Sistema de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (HACCP) para asegurar la inocuidad en el procesamiento de quinua perlada de la empresa agroindustrial Estanislao Del Chimú S.A.C" se puede concluir que el sistema APPCC contribuyó en la gestión de la inocuidad durante el proceso de producción de la quinua perlada, logrando así que la empresa adquiriera nuevas metodologías que garanticen la mejora en la calidad de su producto.

### 40. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRÓN A., ROBLEDO M. LONA J. CRUZ R. Y LÓPEZ A. 2021 Síndrome intermedio en intoxicación por organofosforados. Serie de casos. Revista Toxicol.(38) 89-91. <http://rev.aetox.es/wp/wp-content/uploads/2021/12/vol-38.2-29-31.pdf>

CANTERO B. BROWN W. GONZÁLEZ M. FERNÁNDEZ I. Y VALDEZ A.

2021 Inocuidad Alimentaria Versus Residuos De Medicamentos de Uso Veterinario: Un Acercamiento A La Panorámica Actual. Revista Cubana de Alimentación y Nutrición.(31) 229-250. <http://revalnutricion.sld.cu/index.php/rcan/article/view/1104/pdf>

CASTILLO GARZÓN, J. B.

2021 Elaboración de un manual de buenas prácticas de manufactura BPM para la empresa INPHEC Agroindustrial ubicada en la ciudad de Ambato [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Archivo digital. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/33614>

CRUZADO HERRERA, R. V., & GALLARDO ARIAS, M.

2019 Implementación del sistema de análisis de peligros y control de puntos críticos (HACCP) para asegurar la inocuidad en el procesamiento de quinua perlada de la Empresa Agroindustrial Estanislao del Chimú SAC. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2699777>

CRUZ AQUINO, L. M., & PLACENCIA MEDINA, M. D.

2019 Caracterización de la intoxicación ocupacional por pesticidas en trabajadores agrícolas atendidos

- en el Hospital Barranca Cajatambo 2008-2017. *Horizonte Médico* (Lima), 19(2), 39-48. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-558X2019000200006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-558X2019000200006&script=sci_arttext)
- DELGADO J.  
2022 Cebollita china: detectan altos niveles de agroquímicos. *Salud con Lupa*. <https://saludconlupa.com/miembros/jaime-delgado-zegarra/>
- Ec, R.  
2017 Ica: 58 trabajadores agrícolas se intoxicaron con pesticidas. *El Comercio Perú*. <https://elcomercio.pe/peru/ica/ica-58-trabajadores-agricolas-intoxicaron-pesticidas-noticia-470252-noticia/?ref=ecr>
- LORENZO, L. C.  
2019 Auditoría del sistema APPCC. Ediciones Díaz de Santos. <https://books.google.at/books?id=o9DWDwAAQBAJ>
- MECHATO, A., TAICA, M., & VELA, N.  
2018 Análisis de peligros y puntos críticos de control en una planta de legumbres secas. *Agroindustrial Science*, 8(2), 159-165. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6817633>
- MUÑOS L.  
2020 Análisis halla agroquímicos por encima del límite en muestra de frutas y verduras de Lima. *Ojo Público*. <https://ojo-publico.com/2078/agroquimicos-por-encima-del-limite-en-muestra-de-frutas-y-verduras>
- MOYANO P.  
2017 Efectos neurotóxicos del clorpirifos sobre el sistema colinérgico e implicaciones legales del uso del perfil toxicogenómico como biomarcador de toxicidad [Tesis de doctorado] <https://eprints.ucm.es/id/eprint/44526/>
- MANDUJANO, E.  
2022 «No hay mecanismos que aseguren la inocuidad de los alimentos que llegan a nuestras mesas». *Caretas*. <https://caretas.pe/medio-ambiente/no-hay-mecanismos-que-aseguren-la-inocuidad-de-los-alimentos-que-llegan-a-nuestras-mesas/>
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA.  
2022 Guía para el Día Mundial de la Inocuidad de los Alimentos de 2022. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3110458/Guia%20dia%20inocuidad%20alimentaria.pdf?v=1652893676>
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA.  
1997 SISTEMA DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP) Y DIRECTRICES PARA SU APLICACIÓN. <https://www.fao.org/3/y1579s/y1579s03.htm>
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD  
2019 ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP) <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2017/food-safety-hacpp-cha-analisis-peligros-puntos-criticos-control.pdf>
- PARI W.  
2018 Políticas públicas de inocuidad alimentaria implementadas en el Perú en los años 1998-2017 [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/14847>
- SENASA: MUNICIPIOS DEBEN VIGILAR QUE ALIMENTOS AGROPECUARIOS SE VENDAN LIBRES DE CONTAMINANTES. (S/F). *ELPERUANO.PE*. RECUPERADO EL 27 de octubre de 2022, de <https://elperuano.pe/noticia/195738-senasa-municipios-deben-vigilar-que-alimentos-agropecuarios-se-vendan-libres-de-contaminantes>
- SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA DEL PERÚ.  
2021 Informe del monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios y piensos, año 2021. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3048004/INFORME\\_21\\_VF.pdf?v=1651174473](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3048004/INFORME_21_VF.pdf?v=1651174473)

---

# ESTUDIO Y APLICACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA LA MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACIÓN DE UNA EMPRESA

---

Study and application of a  
mathematical model for the  
continuous improvement and  
optimization of a company.

**VICTOR ALPACA CHUNGA**  
victor.alpaca@unmsm.edu.pe

---

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

**ALVARO MASGO MINAYA**  
alvaro.masgo@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

**ERIKA SANCHEZ COELLO**

erika.sanchez4@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Se realizó un estudio y revisión del método gráfico y aplicación del método simplex al caso de la empresa de muebles ecuatoriana Distribuciones Escobar Borja, S.A. (DEBSA) con el fin de maximizar la utilidad en la venta de

# RESUMEN

# ABSTRACT

sus productos más populares, considerando la disponibilidad de recursos y sus limitaciones. Definiendo los elementos necesarios para el modelo matemático se usa el software Solver y PQM a fin de resolver y corroborar la solución óptima obtenida. Obteniendo como resultado una utilidad máxima de \$ 97750. Se concluye que el método simplex resulta útil para resolver modelos matemáticos, lo que permite y facilita la toma de decisiones a nivel empresarial.

**Palabras clave:** Empresa, utilidad, disponibilidad de recursos, simplex, solución óptima.

A study and review of the graphical method and application of the simplex method to the case of the Ecuadorian furniture company Distributions Escobar Borja, S.A. (DEBSA) was carried out in order to maximize the utility in the sale of its most popular products, considering the availability of resources and their limitations. Defining the necessary elements for the mathematical model, Solver and PQM software are used to solve and corroborate the

optimal solution obtained. Obtaining as a result a maximum profit of \$ 97750. It is concluded that the simplex method is useful to solve mathematical models, which allows and facilitates decision making at a business level.

**Keywords:** Company, profit, availability of resources, simplex, optimal solution.

## 41. INTRODUCCIÓN:

En el globalizado y competitivo mundo empresarial actual, las organizaciones se ven obligadas a realizar distintas actividades y procesos para alcanzar la productividad, progreso, desarrollo y rentabilidad de las mismas (Ayovi, 2022). En este sentido el funcionamiento de las empresas depende de múltiples factores de los cuales no todos pueden llegar a ser controlados, como, por ejemplo, la motivación de las personas. (Marulanda, 2018) Es así como surge el interés por el estudio de dichos factores que pueden ser controlados a fin de someterlos a un sistema de optimización y mejora continua. (Gálvez, 2019)

Los objetivos esenciales y comunes de casi todas las organizaciones están basados en la eliminación de los defectos, la mejora y la disminución de tiempos para la entrega de productos y servicios (Medina, Nogueira, Hernández y Comas, 2019). Para esto se emplea múltiples métodos, una de ellas es la programación lineal, que, a través del método gráfico, que brinda la idea de la forma del estado y de los cambios que sufren los objetos que este método interpreta.

Las pequeñas y medianas empresas (PYMES) tienen la responsabilidad de mejorar o innovar constantemente sus productos y procesos, ya que de manera general alcancen mayores utilidades si optan por implementar la innovación como una práctica y estrategia de la empresa (Ayovi, 2022), generando una mayor eficiencia de la empresa.

Introducir la gestión por procesos resulta ser una tarea ardua y difícil. Por siglos organizaciones importantes y decisivas en la historia de la humanidad han presentado una estructura funcional. Más de cien años en el estudio y desarrollo de la Administración Científica y el reconocimiento de empresas exitosas, resultan razones de peso para el rechazo al cambio que se encuentra en la mayoría de las instituciones para la implementación de la gestión por procesos (Ayovi, 2022). La gestión de procesos para la consiguiente optimización de estos es una tarea a la que apuntan las empresas. En este sentido la programación lineal es en donde se deben apoyar las empresas para permitir dichos objetivos.

La programación lineal hace referencia a varias técnicas matemáticas usadas para la asignación óptima de recursos que son limitados a distintas demandas y competencias. Una de las principales ventajas de esta programación

lineal es la simpleza dentro de su estructura matemática, lo que hace de esta muy adaptable a una amplia gama de aplicaciones (Fleites et al., 2020). Este tipo de problemas se presentan con mucha frecuencia en la industria, en el sistema de transporte, en la comunicación, en la educación, entre otras (Ferrer, 2021). Existen problemas como la mala distribución de la carga de trabajo entre el personal, lo que conlleva a un grado de insatisfacción laboral en sectores de servicios de saneamiento ambiental (Callupe, 2021).

La expresión matemática que representa el objetivo establecido se llama función objetivo y, mediante los diferentes métodos y de acuerdo a la situación, esta se buscará maximizar o minimizar (Gonzalez et al., 2018). Usualmente esta debe representarse mediante:

$$F_0 = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$$

Donde:

$F_0$ : *Función Objetivo*

$C_j$ : *Precio o costo unitario*

$C_j$ : *Actividad o proceso*

Así mismo, este modelo estará sujeto a ciertas restricciones, las cuales hacen referencia a los diferentes recursos que se encuentran disponibles (Escamilla et al., 2022). Se tienen de dos tipos, las de recurso y no negatividad:

$$A_{1,1} X_1 + A_{1,2} X_2 + \dots + A_{1,n} X_n \leq 0$$

$$A_{2,1} X_1 + A_{2,2} X_2 + \dots + A_{2,n} X_n \leq 0$$

⋮

$$A_{2,1} X_1 + A_{2,2} X_2 + \dots + A_{2,n} X_n \leq 0$$

$$A_{m,1} X_1 + A_{m,2} X_2 + \dots + A_{m,n} X_n \leq 0$$

$$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0$$

Donde:

$X_j$ : *Actividad o proceso*

$A_{ij}$ : *Coefficientes tecnológicos*

Lo mencionado con anterioridad no sería una ventaja si, además de poder formular los modelos, no se tuviera una buena manera de resolverlos, gracias a la data bibliográfica recopilada a lo largo de los años se ha podido desarrollar algoritmos eficientes que logren resolver modelos lineales. La gran variedad de problemas lineales, esto unido al desarrollo tecnológico experimentado por los ordenadores cada vez más potentes y de menor precio, ha

hecho que la programación lineal sea cada vez más difundida, puesto que ya es posible resolver grandes problemas que años atrás no se podían por la dificultad de la tecnología (Ferrer, 2021). En los últimos años la programación lineal y sus implicancias han adquirido gran importancia dentro del mundo de los responsables en tomar decisiones a nivel empresa.

#### 41.1. Antecedentes

Existen diversas literaturas que concentran sus fines en la parte práctica aplicando métodos similares para resolver un problema de optimización es así como el año 2017 la autora Acero aplica el método simplex para un modelo en la producción de leche y sus derivados en pequeños y medianos productores, con el objetivo de emplear el método simplex para diseñar un modelo matemático que permita optimizar las ganancias en la producción de leche y sus derivados en pequeños y medianos productores.

Se analizó las propiedades, teoremas y se empleó al método simplex como instrumento de la teoría de programación lineal, este trabajo de tipo descriptivo y diseño transeccional, debido a que se describen relaciones entre dos o más variables los datos recogidos en un momento determinado, se consideran datos del ganado segmentándolos en 4 grupos (por edades) y la condición de a ver sido vendidos o no (Acero, 2017).

Finalmente se obtiene como resultado un algoritmo para optimizar las ganancias de los productores, formulado la función objetivo con sus respectivas restricciones que se obtuvo para optimizar las ganancias. Se concluye que, haciendo el uso de la programación lineal, el subsistema ganado y el subsistema cosecha se ha logrado diseñar el modelo matemático y optimizar las ganancias del productor.

Así también, se consideró un trabajo de suficiencia profesional titulado "Programación lineal entera para mejorar la programación de horarios de trabajo de conductores en la E.T. Transvial Lima S.A.C." que tuvo como objetivo mejorar la programación de horarios de trabajo de conductores en la empresa E.T. TRANSVIAL LIMA S.A.C. y en donde se propuso un modelo de programación lineal entera cuya formulación está basada en un modelo clásico de cobertura, este modelo permite seleccionar las mejores jornadas laborales semanales a ser distribuidos entre grupos de conductores con similares características mientras la demanda de turnos de trabajo diarios es satisfecha (Salazar, 2021).

El trabajo realizado por Salazar, implementando el lenguaje de programación de optimización (OPL), muestra que la aplicabilidad es testeada usando datos provenientes de una semana de trabajo. Necesitándose un total de 276 conductores que es menor a los 293 que se asignarían con el enfoque actual cubriendo una demanda total de 1555 turnos (Salazar, 2021). Llegando a la conclusión de que el costo de asignar conductores a jornadas de trabajo semanales mejora en un 6 % al usar el modelo propuesto.

Las variables para considerar dependen del tipo de modelo que se busque optimizar, si se investiga sobre una empresa orientada a la floricultura las variables que se pueden considerar son el tamaño del tallo, variedades de rosas mas importantes cultivables y el estado del botón sobre el volumen de ventas (Flores, Flores y Mendoza, 2017). Esto se realizó en su análisis del volumen de ventas de rosas en la empresa "High connection flowers" aplicando diseño de experimentos: caso particular.

#### 41.2. Objetivo

El objetivo que el presente estudio busca realizar es la optimización de los procesos productivos de la compañía Distribuciones Escobar Borja, S.A. (DEBSA) empleando el modelo matemático de método gráfico y simplex.

#### 41.3. Justificación

Se justifica el estudio y aplicación del modelo matemático en busca de la optimización y mejora continua aplicado a un caso empresarial debido a la implicancia positiva que esta genera en la empresa DEBSA, así como por posibilitar la corroboración de los modelos matemáticos en la vida real y mostrar su funcionalidad.

#### 41.4. Limitaciones del estudio

El presente estudio cuenta con limitaciones referidas a la automatización individualizada que genera, pudiendo ser de un mayor alcance si se empleara otros métodos con mayor grado de detalle. Así mismo se muestra la limitación de ser un estudio estático que necesitaría ser corroborado periódicamente para poder confirmar que los resultados no varían. La limitación del método gráfico es que resulta tangible cuando se intente solucionar un sistema de ecuaciones que contemple 2 variables.

## 42. METODOLOGÍA

Para la definir el problema el problema y recolectar los datos se apoya en La empresa DEBSA, ubicada en la provincia de Tungurahua, Ecuador, que se dedica a la venta de mobiliario para el hogar y la oficina, destacándose como sus principales productos: alfombras, mesas de comedor y sillones de oficina. La disponibilidad de recursos y las ventas totales anuales se han visto reducidas en un 30% durante el año 2020 por la afectación de circunstancias externas de tipo sanitario, social, político y económico, entre otras. Así también es de interés el crecimiento en el mercado, la forma en que sus ventas afectan al crecimiento de alguna empresa (Rios, Contreras y González, 2020).

Lo anterior ha generado la reducción de las utilidades y hace a los directivos a la búsqueda de combinaciones óptimas de los recursos disponibles que permitan la maximización de utilidades dadas ciertas restricciones, tales como volumen de compras de productos para la distribución, capacidad de almacenamiento, inversión en publicidad, talento humano, cupo de importación y política de crédito, principalmente.

Los datos de restricciones que facilita la empresa, utilizados para el planteamiento del modelo matemático de maximización de utilidades, son: Ganancias por producto: alfombras \$ 25, mesas \$ 15 y sillones \$ 30. Almacenamiento: Capacidad total para 2500 unidades, siendo que se debe almacenar, al menos, 1000 alfombras, 500 mesas y 100 sillones. Tiempo de trabajo: 800 horas para la producción de todos los productos con una dedicación de 160 horas por tipo de producto. El límite de importación de la empresa es de hasta \$ 5000. Cargas tributarias: \$ 3000 La política de créditos se presenta solo para los productos mesas y sillones, siendo, respectivamente, \$ 300 y \$ 500. Publicidad: El presupuesto es de hasta \$ 450, utilizados únicamente para los productos mesas y sillones (DEBSA, 2020). A continuación, en la tabla 1, se procede con la organización de los datos proporcionados por la empresa objeto de estudio para el planteamiento de la función objetivo del problema.

Tabla 1. Datos para el planteamiento de la función objetivo de maximización

Productos	Alfombras	Mesas	Sillones
Variables	X1	X2	X3
Utilidad (S/)	25	15	30

Nota. Adaptado de Método simplex de programación lineal aplicado a una empresa distribuidora de mobiliario, de C. Flores y K. Flores, 2021, Revista Entorno, 71, 22-33. <http://hdl.handle.net/11298/1204>

En la tabla 2, se presenta el planteamiento de las restricciones del problema utilizando los datos proporcionados por la empresa objeto de estudio, en cuanto a los recursos, su uso y disponibilidad por cada uno de los tres productos seleccionados.

Tabla 2. Datos para el planteamiento de las restricciones.

Recursos	Productos			Disponibilidad
	X1	X2	X3	
Almacenamiento	1	500	100	2500
Talento humano	160	160	160	800
Límite de importación	1	1	1	5000
Cargas tributarias	1	1	1	3000
Política de crédito / Sillones	0	0	1	500
Política de crédito/ Mesas	0	1	0	300
Publicidad	0	1	1	450

Nota. Adaptado de Método simplex de programación lineal aplicado a una empresa distribuidora de mobiliario, de C. Flores y K. Flores, 2021, Revista Entorno, 71, 22-33. <http://hdl.handle.net/11298/1204>

### 42.1. Formulación de un modelo matemático que represente el problema

De acuerdo con las variables determinadas del problema se debe diseñar un modelo matemático por medio de ecuaciones que permitan visualizar un panorama completo de la situación presentada, el mismo que permita evaluar eficientemente las alternativas de solución. En este caso, se debe maximizar la función objetivo de las restricciones dadas.

### 42.2. Función objetivo

Se establece la función objetivo con el cual se minimiza la utilidad, corresponde a la suma de las cantidades compradas multiplicada por la utilidad unitaria de cada producto.

$$\text{Función objetivo : } Z(\text{max}) = 25x_1 + 15x_2 + 30x_3$$

### 42.3. Restricciones

Se procede a utilizar los datos proporcionados para establecer las restricciones correspondientes, así:

$$0.40x_1 + 0.20x_2 + 0.04x_3 \leq 2500$$

$$0.20x_1 + 0.20x_2 + 0.20x_3 \leq 800$$

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 5000$$

$$x_1 + x_2 + x_3 \geq 3000$$

$$x_3 \leq 500$$

$$x_2 \geq 300$$

$$x_2 + x_3 \leq 450$$

$$x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \geq 0$$

### 42.4. Aplicación del método gráfico en la solución del modelo

El método gráfico es una técnica que permite resolver los problemas de programación lineal de manera visual. Representándolo geoméricamente las restricciones con el fin de formar una región factible y trazar la función objetivo en el punto óptimo.

### 42.5. Planteo de ecuaciones en el software GeoGebra

Para el uso del software GeoGebra se hace uso del planteo de ecuaciones, con una diferencia en las restricciones. Se realiza un cambio en el signo de la ecuación ya sea menor o igual ( $\leq$ ) o mayor o igual ( $\geq$ ), por el signo igual ( $=$ ). Como se muestra a continuación:

$$0.40x_1 + 0.20x_2 + 0.04x_3 = 2500$$

$$0.20x_1 + 0.20x_2 + 0.20x_3 = 800$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 5000$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 3000$$

$$x_3 = 500$$

$$x_2 = 300$$

$$x_2 + x_3 = 450$$

$$x_2 + x_3 = 0$$

### 42.6. Región Factible

En el supuesto que exista una solución, esta debe estar en la región determinada por las distintas desigualdades. Esta recibe el nombre de región factible y puede estar o no acotada. Es una región en el espacio multidimensional cuyos límites están formados por hiperplanos y cuyas esquinas son vértices.

Para graficar la región factible se traza dos ejes ortogonales uno para cada variable en el plano. A continuación, se representan las rectas

correspondientes a cada restricción como si el signo de desigualdad correspondiera a una de igualdad.

Si bien el método gráfico o método Geométrico permite la resolución de problemas sencillos de programación lineal de manera intuitiva y visual. Este método se encuentra limitado a usar dos variables decisión.

### 42.7. Aplicación del método simplex en la solución del modelo

El modelo matemático presentado será resuelto mediante el método simplex de programación lineal (Alzate, 2018); el cual se resuelve empleando la herramienta Solver de la hoja de cálculo de Microsoft Excel. Este método se emplea con un proceso interactivo, es decir, que se usa sucesivamente la misma rutina básica de cálculo, lo que da por resultado una serie de soluciones sucesivas (Flores y Flores, 2021), hasta que se encuentre la mejor (ver tabla 3).

### 42.8. Solución del modelo

Para obtener la solución óptima del modelo planteado, se utilizan los valores proporcionados por la empresa con el objetivo de maximizar las utilidades, se procede con la configuración de la plantilla solución que será calculada mediante Solver - Excel (ver tabla 4).

Reemplazando los valores obtenidos del número de unidades por ser comercializadas, por cada uno de los productos en la función objetivo, una vez procesados los datos con Solver - Excel se obtiene una ganancia de \$ 97.750, tal como se muestra a continuación.

*Función objetivo :*

$$Z(\text{máx}) = 25(3550) + 15(300) + 30(150) = 97750$$

Luego de que la herramienta Solver realiza los cálculos y muestra la solución, la regla de decisión consiste en vender 3550 unidades del producto alfombras, 300 unidades del producto mesas y 150 unidades del producto sillones, obteniéndose una utilidad de \$ 97750 por año.

### 42.9. Cálculo del óptimo modificando las restricciones iniciales

En la empresa, se decide dar prioridad en publicidad solo a la sección de oficina con su producto sillones, con un presupuesto de hasta \$ 500, quedando la configuración de los datos como se muestra en la tabla 5.

Se aplica el método simplex - Solver y tenemos como resultado los valores consignados a continuación en la tabla 6.

Tabla 3. Plantilla para el cálculo utilizando Solver - Excel

Recursos	Alfombras	Mesas	Sillones			Disponibilidad
	X1	X2	X3			
Almacenamiento	0.4	0.2	0.04	0	≤	2500
Talento Humano	0.2	0.2	0.2	0	≤	800
Límite de importación	1	1	1	0	≤	5000
Cargas tributarias	1	1	1	0	≥	3000
Política de crédito / Sillones	0	0	1	0	≤	500
Política de crédito / Mesas	0	1	0	0	≥	300
Publicidad	0	1	1	0	≤	450
Coeficiente FO	25	15	30	0	FO	
Solución	0	0	0			

Nota. Adaptado de Método simplex de programación lineal aplicado a una empresa distribuidora de mobiliario, de C. Flores y K. Flores, 2021, Revista Entorno, 71, 22-33. <http://hdl.handle.net/11298/1204>

Tabla 4. Plantilla solución del modelo matemático de maximización de la función objetivo

Recursos	Alfombras	Mesas	Sillones			Disponibilidad
	X1	X2	X3			
Almacenamiento	0.4	0.2	0.04	1486	≤	2500
Talento Humano	0.2	0.2	0.2	800	≤	800
Límite de importación	1	1	1	4000	≤	5000
Cargas tributarias	1	1	1	4000	≥	3000
Política de crédito/Sillones	0	0	1	150	≤	500
Política de crédito/Mesas	0	1	0	300	≥	300
Publicidad	0	1	1	450	≤	450
Coeficiente FO	25	15	30	97750	FO	
Solución	3550	300	150			

Nota. Adaptado de Método simplex de programación lineal aplicado a una empresa distribuidora de mobiliario, de C. Flores y K. Flores, 2021, Revista Entorno, 71, 22-33. <http://hdl.handle.net/11298/1204>

Tabla 5. Plantilla de simulación modificando algunas restricciones originales

Recursos	Alfombras	Mesas	Sillones			Disponibilidad
	X1	X2	X3			
Almacenamiento	0.4	0.2	0.04	0	≤	2500
Talento Humano	0.2	0.2	0.2	0	≤	800
Límite de importación	1	1	1	0	≤	5000
Cargas tributarias	1	1	1	0	≥	3000
Política de crédito/Sillones	0	0	1	0	≤	500
Política de crédito/Mesas	0	1	0	0	≥	300
Publicidad	0	0	1	0	≤	500

Coeficiente FO	25	15	30	0	FO	
Solución	0	0	0			

Nota. Adaptado de Método simplex de programación lineal aplicado a una empresa distribuidora de mobiliario, de C. Flores y K. Flores, 2021, Revista Entorno, 71, 22-33. <http://hdl.handle.net/11298/1204>

**Tabla 6. Plantilla de solución de la simulación modificando algunas restricciones originales**

Recursos	Alfombras	Mesas	Sillones			Disponibilidad
	X1	X2	X3			
Almacenamiento	0.4	0.2	0.04	1.36	≤	2500
Talento Humano	0.2	0.2	0.2	800	≤	800
Límite de importación	1	1	1	4	≤	5000
Cargas tributarias	1	1	1	4	≥	3000
Política de crédito/Sillones	0	0	1	500	≤	500
Política de crédito/Mesas	0	1	0	300	≥	300
Publicidad	0	0	1	500	≤	500
Coeficiente FO	25	15	30	99500	FO	
Solución	3200	300	500			

Nota. Adaptado de Método simplex de programación lineal aplicado a una empresa distribuidora de mobiliario, de C. Flores y K. Flores, 2021, Revista Entorno, 71, 22-33. <http://hdl.handle.net/11298/1204>

## 43. RESULTADOS

Luego de realizar los cálculos con la herramienta Solver, la regla de decisión de la simulación, si se enfoca la publicidad únicamente en el producto sillones, con una asignación presupuestaria de hasta \$ 500, se incrementan las utilidades, obteniéndose un nuevo óptimo a la función objetivo inicialmente planteada. La regla de decisión gerencial en este caso es vender 3200 unidades del producto alfombras, 300 unidades del producto mesas y 500 unidades del producto sillones, obteniéndose una ganancia de \$ 99500, superiores a los \$ 97750 obtenidos con las condiciones del planteamiento inicial del problema de maximización.

A continuación, en la tabla 7, se presentan los resultados obtenidos con los datos y sus variaciones, tanto en unidades como en valor monetario.

## 44. DISCUSIÓN

En la comercialización, se presentan incertidumbres que afectan la toma de decisiones por parte de la gerencia, ya que, si se observan los resultados de la tabla anterior, las unidades que

se recomienda vender del producto alfombras, para maximizar las ganancias, debe reducirse con respecto a lo calculado en el resultado 1; el número de unidades del producto mesas se mantiene en los dos casos y el producto sillones debe incrementarse su oferta de venta para mejorar el óptimo de utilidades del resultado 2 con respecto al resultado 1 (Flores y Flores, 2021). No obstante, si el objetivo final de la gerencia es maximizar las utilidades, o minimizar costos con respecto a determinadas condiciones o políticas de la empresa, se comprueba la funcionalidad de la programación lineal y las simulaciones que se pudiesen aplicar, modificando la disponibilidad de sus recursos para la toma de decisiones en las organizaciones.

Al compararlo con la literatura revisada para realizar el presente trabajo, se observa una similitud ya que en el trabajo de optimización mediante programación lineal entera binaria el tiempo empleado para la distribución de cartera se reduce considerablemente, ya que el modelo es resuelto por el software en menos de un minuto y teniendo en cuenta que el levantamiento de los parámetros se actualizaría solo si las características de los clientes y/o supervisores cambian (Callupe, 2021).

Tabla 7. Resultados óptimos inicial (1) y modificado (2) para la empresa DEBSA

Productos	Resultado 1		Resultado 2	
	Unidades	Utilidad obtenida	Unidades	Utilidad obtenida
Alfombras	3550	\$ 97750	3200	\$ 99500
Mesas	300		300	
Sillones	150		500	

Nota. Adaptado de Método simplex de programación lineal aplicado a una empresa distribuidora de mobiliario, de C. Flores y K. Flores, 2021, Revista Entorno, 71, 22-33. <http://hdl.handle.net/11298/1204>

## 45. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se verifica que existe el óptimo de utilidades considerando condiciones en cuanto a la disponibilidad de recursos de la empresa y que se puede obtener un óptimo en las ganancias de la empresa si se modifican las restricciones en el problema de maximización inicialmente planteado, logrando aplicar el método simplex de programación lineal a la empresa DEBSA que maximice las utilidades de los productos estrella de la empresa: alfombras, mesas y sillones.

El método gráfico no resultó óptimo en la búsqueda de la maximización de utilidades de la empresa DEBSA, esto demuestra que, si bien existen múltiples métodos, no todos sirven para encontrar la solución a todo tipo de problemas.

El método Simplex y el Solver brindaron una solución óptima el problema de maximización de utilidades de la empresa DEBSA

Se recomienda implementar los métodos adecuados para la resolución de cada problema de programación lineal.

Se recomienda a las empresas implementar sistemas numéricos computarizados (Solver) para resolver sus problemas de maximización de utilidades o minimización de costos a fin de una mayor efectividad.

## 46. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALZATE, P. (2018). Investigación de operaciones: conceptos fundamentales. Ediciones de la Universidad. <https://edicionesdelau.com/producto/investigacion-de-operaciones-conceptos-fundamentales/>
- AYOVI, M. (2022). Modelo corporativo basado en gestión de la calidad, gestión de la innovación y gestión estratégica, para pequeñas y medianas empresas del sector de las tecnologías de la información y comunicación [Tesis de doctorado]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/18037>
- CALLUPE, M. (2021). Modelo de optimización mediante programación lineal entera binaria para la asignación de la cartera de clientes a supervisores en una empresa de saneamiento ambiental. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/18472>
- DEBSA. (2020). Distribuidora Escobar Borja S.A. <http://www.debsa.com.ec/>
- ESCAMILLA, M., TEJEDA, J., FLORES, M., MEJÍAS, J., MACEDO, A. Y OCHOA, M. (2022). Programación Lineal Aplicada a los Deportes. Conciencia Tecnológica, 1(63). <https://www.redalyc.org/journal/944/94472192005/html/>
- FERRER, M. (2021). Simulación del uso del algoritmo de Karmarkar para minimizar costos de una red de transporte mediante Matlab [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17431/Ferrer\\_am.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17431/Ferrer_am.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ACERO, L. (2017). Aplicación de simplex para un modelo en la producción de leche y sus derivados en pequeños y medianos productores. Universidad Nacional del Altiplano. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3276580>

- FLEITES, Y., MARTÍ, C., ALBERNAS, Y., MIÑO, J. Y GONZÁLEZ, E. (2020). Experiencias de las aplicaciones de la programación lineal en la industria de procesos químicos en Cuba. *CentroAzúcar*, 47(4), 90-102. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612020000400090&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612020000400090&script=sci_arttext&tlng=en)
- FLORES, C., FLORES, K. (2021). Método simplex de programación lineal aplicado a una empresa distribuidora de mobiliario. *Revista Entorno*, 71, 22-33. <http://hdl.handle.net/11298/1204>
- FLORES, C., FLORES, K., MENDOZA, A., Y VALDIVIESO, A. (2017). Análisis del volumen de ventas de rosas en la empresa "High connection flowers" aplicando diseño de experimentos: caso particular. *Scientia et Technica*, 22(3), 281-287. <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/13891/10641>
- GÁLVEZ, É., GUAUÑA, R., Y RAVINA, R. (2020). "Actitud e intención emprendedora en estudiantes de administración de empresas y de contaduría pública." *Universidad & Empresa*, 22(38), 79-105. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187263780005>
- GÁLVEZ, É., GUAUÑA, R., Y RAVINA, R. (2020). "Actitud e intención emprendedora en estudiantes de administración de empresas y de contaduría pública." *Universidad & Empresa*, 22(38), 79-105. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187263780005>
- GONZALEZ, V., SABANDO-VERA, D., BARCIA, K., OÑATE, K., MURILLO, D. Y ZAMBRANO, G. (2018). Modelo de programación lineal aplicado a una empresa pyme de calzado. *Innovation in Education and Inclusion: Proceedings of the 16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, 19(21), 1-9. <http://laccei.org/LACCEI2018-Lima/meta/FP291.html>
- MARULANDA, F., MONTROYA, I., Y VÉLEZ, J. (2019). El individuo y sus motivaciones en el proceso emprendedor. *Universidad & Empresa*, 21(36), 149-174. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.6197>
- MEDINA, A., NOGUEIRA D., HERNÁNDEZ A., Y COMAS R. (2019). Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(2), 328-342. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000200328>
- RIOS, E., CONTRERAS, I., Y GONZÁLEZ, J. (2020). La entrada de Hyundai-KIA en México, su competitividad desde una perspectiva sistémica y sus efectos en las empresas líderes. *Universidad & Empresa*, 22(39), 1-33. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.8182>
- SALAZAR, T. (2021). Programación lineal entera para mejorar la programación de horarios de trabajo de conductores en la E.T. Transvial Lima S.A.C. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/18776>

47. ANEXOS

Figura 1. Datos para el cálculo utilizando POM-QM

DEBSA						
	X1	X2	X3		RHS	
Maximize	25	15	30			Max 25X1 + 15X2 + 30...
Constraint 1	40	20	4	<=	250000	40X1 + 20X2 + 4X3 <= ...
Constraint 2	2	2	2	<=	8000	2X1 + 2X2 + 2X3 <= 80...
Constraint 3	1	1	1	<=	5000	X1 + X2 + X3 <= 5000
Constraint 4	1	1	1	>=	3000	X1 + X2 + X3 >= 3000
Constraint 5	0	0	1	<=	500	X3 <= 500
Constraint 6	0	1	0	>=	300	X2 >= 300
Constraint 7	0	1	1	<=	450	X2 + X3 <= 450
Variable type (click to set)	Integer	Integer	Integer			

Nota. Elaboración propia.

Figura 2. Solución del cálculo utilizando POM-QM. Iteraciones.

Iteration Results							
DEBSA Solution							
Iteration	Level	Added constraint	Solution type	Solution Value	X1	X2	X3
			Optimal	97750	3550	300	150
1	0		INTEGER	97750	3550	300	150

Nota. Elaboración propia.

Figura 3. Solución del cálculo utilizando POM-QM. Solución.

DEBSA Solution		
Variable	Type	Value
X1	Integer	3550
X2	Integer	300
X3	Integer	150
Solution value		97750

Nota. Elaboración propia.

Figura 4. Solución del cálculo utilizando POM-QM. Problema y solución.

Original Problem with solution						
DEBSA Solution						
	X1	X2	X3		RHS	
Maximize	25	15	30			
Constraint 1	40	20	4	<=	250000	
Constraint 2	2	2	2	<=	8000	
Constraint 3	1	1	1	<=	5000	
Constraint 4	1	1	1	>=	3000	
Constraint 5	0	0	1	<=	500	
Constraint 6	0	1	0	>=	300	
Constraint 7	0	1	1	<=	450	
Variable type (click to set)	Integer	Integer	Integer			
Solution->	3550	300	150	Optim...	97750	

Nota. Elaboración propia.



---

# **DISEÑO DE UN ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE LAS BLOQUETAS DE CONCRETO Y VIBRADO EN LA CIUDAD DE HUANUCO, PERIODO 2022.**

---

DESIGN OF A MARKET PRE-  
FEASIBILITY STUDY FOR THE  
COMMERCIALIZATION OF  
CONCRETE BLOCKS AND VIBRATED  
IN THE CITY OF HUANUCO, PERIOD  
2022.

---

**LUIS LOYOLA LAVADO**

luis.loyola4@unmsm.edu.pe

0000-0003-1259-3758

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

# RESUMEN

# ABSTRACT

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal analizar las oportunidades de negocio que presenta el mercado de demanda de ladrillos, dentro del sector de la construcción, a través de un estudio de mercado en la ciudad de Huánuco en el periodo 2022. Englobando un estudio de la demanda y la oferta, abordando el diagnóstico desde una perspectiva descriptiva y estadística con el muestreo a 386 personas, se planteó demostrar la relación económica financiera con la competitividad de la bloqueta en este nuevo mercado; también se analizó los segmentos de la demanda siendo los más valorados el cerco perimétrico y la construcción en la primera planta; luego de ello se estudió el comportamiento de compra del potencial cliente siendo las características más determinantes en la adquisición del producto el color y diseño. Finalmente se describió el comportamiento de uso para el encuestado.

**Palabras clave:** Bloquetas, demanda, precio y cliente.

The main objective of this research work is to analyze the business opportunities presented by the brick demand market, within the construction sector, through a market study in the city of Huánuco in the period 2022. Encompassing a study of demand and supply, addressing the diagnosis from a descriptive and statistical perspective with the sampling of 386 people, it was proposed to demonstrate the economic- financial relationship with the competitiveness of the block in this new market; The demand segments were also analyzed, the most valued being the perimeter fence and the construction on the first floor; After that, the purchasing behavior of the potential client was studied, being the most determining characteristics in the acquisition of the product the color and design. Finally, the usage behavior for the respondent was described.

**Keywords:** Blocks, demand, price, and customer.

## 48. INTRODUCCIÓN:

La investigación corresponde a analizar las oportunidades de negocio que presenta el mercado de demanda de ladrillos, dentro del sector de la construcción, a través de un estudio de mercado en la ciudad de Huánuco para el periodo 2022 en la empresa CONIL S.A.C, que es una constructora joven y que desarrolla sus operaciones en la ciudad de Lima, ya hace unos 12 años. En harás de seguir creciendo la empresa decidió extender su mercado y se aventuró a la producción de las bloquetas y apertura de una sucursal en la ciudad de Huánuco, para ello busca conocer de forma objetiva las oportunidades comerciales que le ofrece este mercado para ello se realizó un estudio de este. Para el informe de esta tesis se ha estructurado en capítulos: En el capítulo I se expone el problema, los objetivos, la justificación y la delimitación de la investigación. Se da a conocer al marco teórico del estudio que contiene los antecedentes, las bases teóricas y la definición de conceptos y también se exponen las hipótesis y variables de la investigación. El capítulo IV contiene la metodología del estudio; el capítulo V contiene los resultados de la investigación y el VI la discusión de los estos. Al término del análisis se da a conocer las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas.

## 49. MARCO TEÓRICO

### 49.1. Materia prima

Para la fabricación de los bloques de concreto vibrado, se requiere como elementos principales, el cemento, la piedra chancada (confitillo), la arena gruesa, arena fina y el agua. Asimismo, es recomendable como parte de la composición utilizar aditivos químicos que permiten la aceleración del secado del bloque.

El cemento es un conglomerante o cemento hidráulico que cuando se mezcla con agregados de construcción, agua y fibras de acero tiene la propiedad de conformar una masa pétreo resistente y duradera denominada hormigón. Es el más usual en la construcción, también el cemento hidráulico tiene la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, al reaccionar químicamente con ella; la piedra chancada conocida como confitillo es un agregado que se obtiene por trituración artificial de rocas o gravas y en tamaño, que en nuestro caso es de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{3}{8}$ ;

la arena gruesa es el material que resulta de la desintegración natural de las rocas o se obtiene de la trituración de estas y sus granos pasan por un tamiz de 5 mm de diámetro y son retenidos por otro de 2.5 mm aproximadamente y los aditivos Componentes químicos que sirven para mejorar el desempeño del concreto. Existen variedad de aditivos, pero por las condiciones climáticas del lugar se emplean dos, uno que tiene un fin acelerante y otro impermeable, para combatir el calor y la humedad respectivamente.

### 49.2. Bloque de concreto

El bloque de concreto es una unidad de albañilería hueca o perforada cuyo porcentaje de vacíos mayor a 30%; está fabricada con cemento, arena, piedra, agua y aditivos. Las proporciones de los materiales varían de acuerdo con el tipo de bloque que se requiera fabricar y del acabado deseado.

### 49.3. Fabricación

La fabricación de este insumo de la construcción pasa por diferentes etapas secuenciales. Para la fabricación los componentes del concreto son dosificados en volumen, a excepción del cemento que es controlado por peso. Este proceso se realiza mediante sistemas automatizados que garantizan un adecuado control de las mezclas. Los procesos sistematizados permiten controlar automáticamente todo el proceso y de la misma forma se encargan de las correcciones de humedad de la mezcla; ya que este parámetro es de suma relevancia en todas las mezclas de concreto. Se inicia por el mezclado del concreto y demás aditivos; luego se da el moldeado de los bloques en la máquina vibradora, sigue el curado y finalmente el secado el cual se debe realizar de forma controlada.

### 49.4. Análisis financiero del producto

El precio que se ha determinado para el producto generado por la empresa Conil SAC está establecido en primer término, al costo de producción de los diversos elementos que intervienen en su fabricación, a este se le agrega un margen de utilidad, al resultado obtenido se le compara con los diferentes precios del mercado.

## 50. METODOLOGÍA

La investigación es de tipo descriptiva, correlacional y explicativa. Conforme a lo expuesto por Bernal (2016), es descriptiva porque se recoge y valora la información de las variables, correlacional debido a que se analiza el grado de interacción entre ellas y explicativa dado que se va a explicar la causa de las variaciones. El diseño es no experimental transversal, dado que la recolección de todos los datos se da en un solo momento. Asimismo, se encuestó a un total de 386 habitantes de la ciudad de Huánuco, tomándoles una prueba que constó de 21 preguntas, se obtuvo con un nivel de confianza del 95%.

Para la solución de la problemática se optó por realizar una división en 2 fases:

- ▶ La primera fase: Es descriptiva, debido a que, se presentan las variables que forman los segmentos de mercado, y que influyen en la decisión de compra de los ladrillos de concreto.
- ▶ La segunda fase: Se busca valorar la magnitud de las oportunidades de negocios que se presentan en cada uno de los segmentos de mercado.

Tabla 1. Costos fijos de la producción.

Material	Costo Total
Cemento	S/20,000.00
Agua	S/15,000.00
Arena Gruesa	S/21,000.00
Arena Fina	S/8,000.00
Confitillo	S/25,000.00
Depreciación	S/2,000.00
Costo Variables	S/91,000.00

Tabla 2. Tabla utilidad operativa.

Concepto	Producción Sigla	50,000.00		Unid		
		Total		%	Base Unitaria	
		Importe				
Ingreso Ventas	V	S/	150,000.00	100%	S/	1.5
(-) Costos Variables						
Costo producción					S/	-
Costo administración					S/	-
Costo distribución	CV				S/	-
Total, Costos Variables		S/	91,000.00	61%	S/	0.91
Margen de Contribución	MC	S/	59,000.00	39%	S/	0.59
(-) Costos Fijos						
Costo producción						
Costo administración						
Costo distribución	CF					
Total, Costos Fijos		S/	57,420.00	38%	S/	0.57
Utilidad Operativa	U	S/	10,580.00	7%	S/	0.02

## 51. RESULTADOS

### 51.1. Prueba de la hipótesis específica 1

“Percibe una preferencia significativa por parte del público hacia el precio del ladrillo en la ciudad de Huánuco en el periodo 2022.”

La primera hipótesis específica gira entorno a la valoración del público sobre el precio de nuestro producto, planteándose preguntas como la conformidad con el precio y la estimación de este, sobre nuestro producto. Las pruebas se desarrollarán planteando dos escenarios uno antes de informar al cliente sobre las ventajas del producto y otro posterior a la información.

Tabla 3. Costos fijos de la producción.

¿Estás de acuerdo con el precio de las bloquetas?			Total
Antes de informar sobre el producto	Nada de acuerdo	347	386
	Muy de acuerdo	39	
Después de informar sobre el producto	Nada de acuerdo	42	386
	Muy de acuerdo	344	

### 51.2. Prueba de la hipótesis específica 2

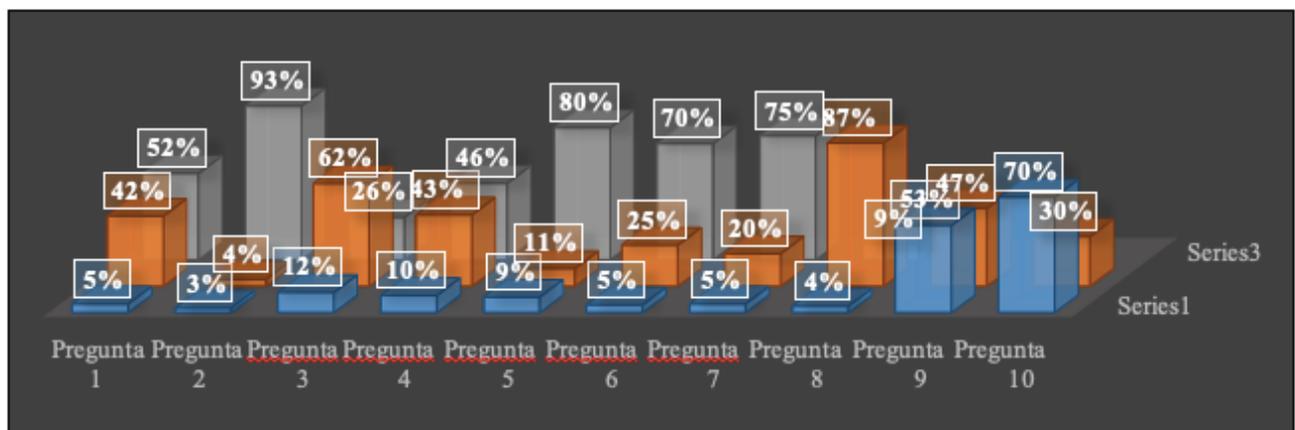
“Se perciben nuevos segmentos de mercado en la demanda de ladrillos, dentro del sector de la construcción, que existen en la ciudad de Huánuco en el periodo 2022.”

La segunda hipótesis específica gira entorno a la segmentación del mercado de las bloquetas, que forma parte de un todo más grande que es el sector de los ladrillos, en donde buscamos conocer el uso, necesidad, satisfacción, asesoramiento, circunstancias y lugares en donde se obtendrían nuestro producto, para nuestros clientes.

Tabla 4. Costos fijos de la producción.

Preguntas	Opciones	
Pregunta 1	Señale usted el agregado (bloqueta) que utilizaría en una eventual construcción de su propiedad.	
Pregunta 2		
Pregunta 3		
Pregunta 4		
Pregunta 5	Señale usted la necesidad que satisface el uso del agregado (ladrillo, adobe y bloqueta).	
Pregunta 6		
Pregunta 7		
Pregunta 8	Indique la persona con la que se asesora al adquirir el producto en cuestión.	Ingeniero (1) Maestro de construcción (2) Solo (3)
Pregunta 9	Señale el momento o circunstancia en el que realizaría la compra del producto en cuestión.	Con todo mi presupuesto (1) De forma paulatina (2)
Pregunta 10	Señale el lugar en el que realizaría la compra del producto en cuestión.	Fabricante (1) Punto de venta (2)

Figura 1. Muestra los resultados de las preguntas planteadas en esta hipótesis.



### 51.3. Prueba de la hipótesis específica 3

“Se perciben nuevos comportamientos de compra que tiene la demanda de ladrillos, dentro del sector de la construcción, en la ciudad de Huánuco en el periodo 2022.”

La tercera hipótesis específica gira entorno al comportamiento de compra del cliente frente a nuestro producto, en donde se busca conocer en nuestro cliente las cualidades que valora más en nuestro producto ya sea color, precio, diseño, material, marca o lugar de compra (ver tabla 5 y figura 2).

Tabla 5. Muestra las preguntas planteadas para la hipótesis 3.

Preguntas	Opciones
Pregunta 1 El color del producto	Nada de acuerdo (1) Regularmente de acuerdo (2) Muy de acuerdo (3)
Pregunta 2 El precio de venta	
Pregunta 3 El diseño agregado en cuestión	
Pregunta 4 El material con el que ha sido elaborado	
Pregunta 5 La marca del fabricante	

### 51.4. Prueba de la hipótesis específica 4

“Se perciben nuevos comportamientos de uso que tiene la demanda de ladrillos, dentro del sector de la construcción, en la ciudad de Huánuco en el periodo 2022.”

La cuarta hipótesis específica gira entorno al comportamiento de uso del cliente frente a nuestro producto, en donde se busca conocer en nuestro cliente las cualidades que valora más en nuestro producto al momento de comprar ya sea popularidad, opiniones de allegados u opiniones de especialistas.

Tabla 6. Muestra las preguntas planteadas para la hipótesis 4.

Preguntas	Opciones
Pregunta 1 Valoro mucho el grado de popularidad que tenga el producto	Nada de acuerdo (1) Regularmente de acuerdo (2) Muy de acuerdo (3)
Pregunta 2 Valoro mucho las opiniones dadas por los especialistas	
Pregunta 3 Valoro mucho las opiniones dadas por mis allegados	

Figura 2. Muestra los resultados de las preguntas planteadas en esta hipótesis.

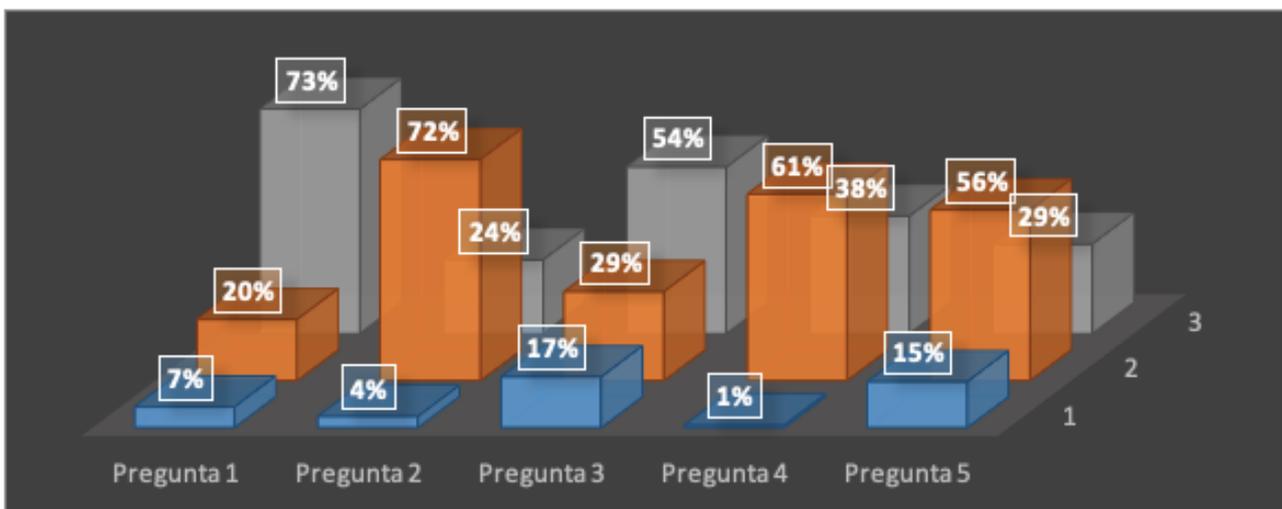
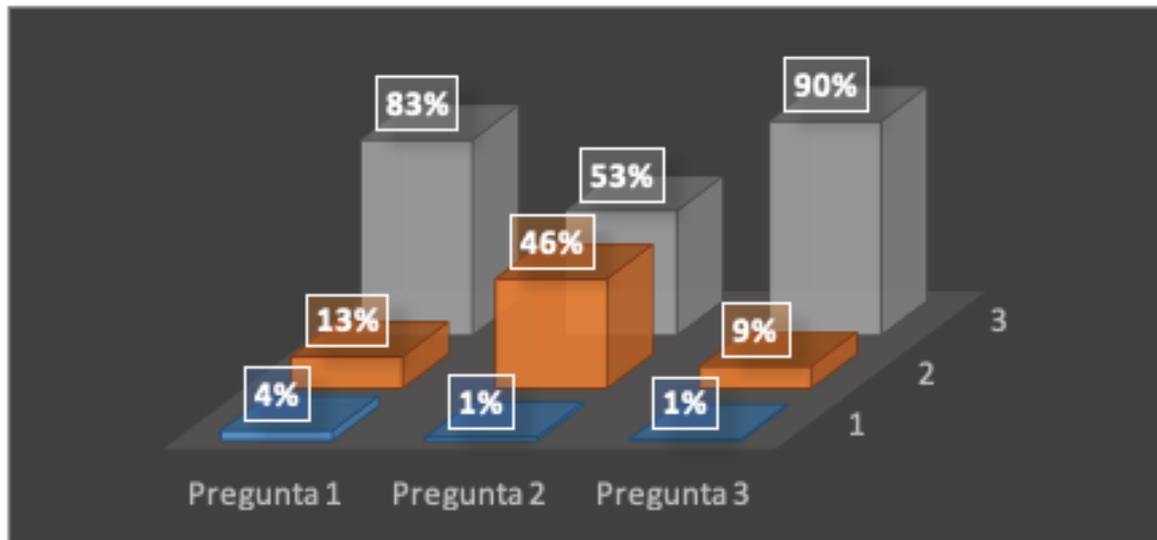


Figura 3. Muestra los resultados de las preguntas planteadas en esta hipótesis.



## 52. DISCUSIÓN

### 52.1. Prueba de la hipótesis específica 1

“Percibe una preferencia significativa por parte del público hacia el precio del ladrillo en la ciudad de Huánuco en el periodo 2022.”

Se concluye con un nivel de confianza del 95%, que la información brindada a los encuestados sobre las ventajas de las bloquetas genera una mejor valoración sobre el precio de las bloquetas en la ciudad de Huánuco en el periodo 2022.

Esta aceptación o mejor valoración del precio de las bloquetas luego de la información sobre las ventajas de este se sustenta en la equivalencia de una bloqueta a 4 ladrillo comunes y corrientes, lo cual genera un ahorro en este agregado y también en la mano de obra ya que de esta forma se avanza más rápido.

### 52.2. Prueba de la hipótesis específica 2

La aprobación del producto en el cerco perimétrico y el ahorro en proyectos de construcción está motivada por una de las ventajas de nuestro producto sobre sus sustitutos, que viene a ser la equivalencia a cuatro unidades de ladrillo común y corriente a una unidad de bloqueta. Sobre la preferencia por el uso en plantas bajas se debe a la recomendación dada por los especialistas, que recomienda bajar el peso de la construcción en plantas superiores y se aconseja el uso de ladrillo más livianos como la pandereta.

La satisfacción generada en el cliente es notoria en apreciación visual por su tallado y vibrado, que genera una superficie lisa y que muchas veces no requiere del proceso de tarrajeo. También el ahorro es un gran factor ya que le permite tener mayor capacidad de inversión en otras áreas del proyecto y genera un mayor impulso de compra.

El acompañamiento por los famosos maestros de construcción en la adquisición de las bloquetas es abrumador sobre el especialista, esto debido a los costos monetarios que implica recurrir a este último y la confianza que inspira el primero por las obras que ya realizado antes en lugares cercanos al proyecto.

Finalmente, la preferencia por comprar en el fabricante sobre los distribuidores se debe a los mejores precios ofrecidos por este, que genera un ahorro en el cliente.

### 52.3. Prueba de la hipótesis específica 3

El comportamiento de compra del cliente es importante en el análisis del éxito de venta y las cualidades más valoradas por este indican para el ofertante enfocar sus recursos más en ellas, para nuestro caso es el material de elaboración que tiene solo un rechazo del 1 %, esto evidencia que la fiabilidad de los insumos como el cemento es superior a la tierra que es el principal componente del ladrillo, 18 hueco, King Kong, pandereta, entre otros; principales bienes sustitutos de la bloqueta. Por ende, esta ventaja competitiva debe ser aprovechada con pilar en compañías de marketing de la empresa.

### 52.4. Prueba de la hipótesis específica 4

Las actitudes del encuestado cuando se trata de buscar recomendaciones de uso denotan una amplia mayoría a favor de los allegados esto se debe al grado de confianza que se tiene en ellos; eso debe motivar a la empresa en difundir las ventajas de las bloquetas en maestros de construcción, ayudantes de construcción, dueños de ferreterías y público a fin; mas no en los profesionales o especialistas que gozan de bajo poder de consulta.

Usando la tabla de distribución normal La probabilidad  $P(X \leq Z) = 0.000$ ; Como el valor  $p < 0.025$ , se acepta la hipótesis alterna.

Se concluye con un nivel de confianza del 95%, que La información brindada a los encuestados sobre las ventajas de las bloquetas genera una mejor valoración sobre el precio de las bloquetas en la ciudad de Huánuco en el periodo 2022.

## 53. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

### 53.1. Prueba de la hipótesis específica 1

Se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, con un nivel de confianza del 95%, para ello se plantaron las siguientes:  $H_0$ : La información brindada a los encuestados no genera una mejor valoración sobre el precio de las bloquetas en la ciudad de Huánuco en el periodo 2022.  $H_a$ : La información brindada a los encuestados genera una mejor valoración sobre el precio de las bloquetas en la ciudad de Huánuco en el periodo 2022.

Figura 4. Muestra los resultados de las preguntas planteadas en esta hipótesis.

Estadísticas descriptivas		
Muestra	N	Mediana
Dif-P	386	2

Figura 5. Muestra los resultados de las preguntas planteadas en esta hipótesis.

Prueba			
Hipótesis nula	$H_0: \eta = 0$		
Hipótesis alterna	$H_1: \eta \neq 0$		
	Número	de	Estadística
Muestra	prueba de Wilcoxon	Valor	p
Dif-P	319	49920.00	0.000

### 53.2. Prueba de la hipótesis específica 2

La aprobación del producto en el cerco perimétrico y el ahorro en proyectos de construcción está motivada por una de las ventajas de nuestro producto sobre sus sustitutos, que viene a ser la equivalencia a cuatro unidades de ladrillo común y corriente a una unidad de bloqueta. Sobre la preferencia por el uso en plantas bajas se debe a la recomendación dada por los especialistas, que recomienda bajar el peso de la construcción en plantas superiores y se aconseja el uso de ladrillo más livianos como la pandereta.

La satisfacción generada en el cliente es notoria en apreciación visual por su tallado y vibrado, que genera una superficie lisa y que muchas veces no requiere del proceso de tarrajeo. También el ahorro es un gran factor ya que le permite tener mayor capacidad de inversión en otras áreas del proyecto y genera un mayor impulso de compra.

El acompañamiento por los famosos maestros de construcción en la adquisición de las bloquetas es abrumador sobre el especialista, esto debido a los costos monetarios que implica recurrir a este último y la confianza que inspira el primera por las obras que ya realizado antes en lugares cercanos al proyecto.

Finalmente, la preferencia por comprar en el fabricante sobre los distribuidores se debe a los mejores precios ofrecidos por este, que genera un ahorro en el cliente.

### 53.3. Prueba de la hipótesis específica 3

El comportamiento de compra del cliente es importante en el análisis del éxito de venta y las cualidades más valoradas por este indican para el ofertante enfocar sus recursos más en ellas, para nuestro caso es el material de elaboración que tiene solo un rechazo del 1 %, esto evidencia que la fiabilidad de los insumos como el cemento es superior a la tierra que es el principal componente del ladrillo, 18 hueco, King Kong, pandereta, entre otros; principales

bienes sustitutos de la bloqueta. Por ende, esta ventaja competitiva debe ser aprovechada con pilar en compañías de marketing de la empresa.

#### 53.4. Prueba de la hipótesis específica 4

Las actitudes del encuestado cuando se trata de buscar recomendaciones de uso denotan una amplia mayoría a favor de los allegados esto se debe al grado de confianza que se tiene en ellos; eso debe motivar a la empresa en difundir las ventajas de las bloquetas en maestros de construcción, ayudantes de construcción, dueños de ferreterías y público a fin; mas no en los profesionales o especialistas que gozan de bajo poder de consulta.

## 54. CONCLUSIONES

Se concluye que existe una diferencia entre ambas con un nivel de confianza del 95%. Asimismo, se debe rescatar la competitividad del producto en análisis, la cual esta comprobada con la prueba estadística ya mencionada, al haber una valoración positiva del precio del producto por parte de los potenciales clientes, ya que esta característica es muy importante cuando se trata de ofrecer un producto nuevo y generar ventas exitosas.

Otro punto de alta valoración en la demanda del producto es la seguridad que brinda para el usuario y el ahorro que genera para este, ya que la bloqueta te permite avanzar más rápido con el levantamiento de la pared generando un ahorro en la mano de obra y sus dimensiones grandes equivalen a 4 unidades del ladrillo común y corriente, impactando en el presupuesto de la obra de forma positiva ya que se tendrá un ahorro con la compra de estos agregados.

Se describe para la tercera hipótesis sobre conocer el comportamiento de compra del potencial cliente una mayor afinidad por el color del producto con 73% del total afirmando dicha hipótesis y mostrando su total de acuerdo con tal cualidad, segundo tenemos una aprobación del precio de venta que solo goza de una desaprobación del 4%, lo cual es bastante aceptable entendiendo la competitividad del producto en el mercado de la ciudad de Huánuco.

Para la cuarta y última hipótesis se explica a partir de los datos obtenidos en la prueba que el comportamiento de uso se encuentra

principalmente influenciado por la valoración que puede recibir el cliente de sus allegados influenciando en la compra o no compra del producto con un total del 90%; seguido de ello tenemos la popularidad que goza el producto con un 83% de total aprobación, expresada en que tantas viviendas alrededor de su entorno han empleado las bloquetas en la construcción y por ultimo y con una valoración baja del 53% tenemos opinión de los especialistas o profesionales del sector como consultores solo gozan de un 53% de aprobación.

## 55. AGRADECIMIENTO

Agradezco a toda la plana docente de la facultad de ingeniería industrial; por su guía y ayuda durante esta investigación. Asimismo, expreso mi gratitud mi familia, ya que, ellos son el principal motivo, más aún en estos tiempos donde los momentos son cada vez más pasajeros.

## 56. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEGRÍA, E; YATACUE, F; CORTEZ, S.  
2016 Estudio de viabilidad para la creación de una empresa dedicada a la prestación de servicios de remodelación de vivienda en la ciudad santiago de Cali [para optar al título de administrador de empresas]. <https://Repository.unicatolica.edu.co/Bitstream/Handle/20.500.12237/386/Fuclg0015956.Pdf?Sequence=1&isallowed=Y>
- ARAGÓN, A; GONZALES, K.  
2019 Plan de negocio para la creación de una empresa constructora en la ciudad de Monsefú [para optar el título de Licenciada en Administración y Marketing] <https://Repository.udl.edu.pe/Bitstream/Udl/223/1/Tesis.pdf>
- BERNAL, C.  
2016 Metodología de la investigación. (4ª ED.). PEARSON.
- ENCINAS, C; ENCINAS, P.  
2015 Estudio de mercado del calzado para damas en la ciudad de Iquitos, período 2015 [para optar el título profesional de Licenciado en Administración]. [https://Repository.unapiquitos.edu.pe/Bitstream/Handle/20.500.12737/3909/Cinthia\\_e\\_Ncinas\\_titulo\\_2016.Pdf?Sequence=1&isallowed=Y](https://Repository.unapiquitos.edu.pe/Bitstream/Handle/20.500.12737/3909/Cinthia_e_Ncinas_titulo_2016.Pdf?Sequence=1&isallowed=Y)

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. Y BAPTISTA, M.  
2014 Metodología de la investigación. (6ª ed.)

MACHARÉ, M; ZEVALLOS, R.  
2017 Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de yogurt a los niveles socioeconómicos c y d en Lima metropolitana. [tesis para optar el título de ingeniero industrial].

NIETO, H.  
2014 Estudio de factibilidad para la creación de la empresa "dédalus proyecto" dedicada al suministro y construcción de estructuras y sistemas livianos [para optar el título de Licenciado en administración de empresas] <https://Bibliotecadigital.univalle.edu.co/Bitstream/Handle/10893/10005/Cb-0519415.Pdf?Sequence=1>

PALOMINO, C; PORTOCARRERO, F.  
2017 Plan de negocios para la producción y comercialización de bloques de concreto vibrado dirigido a la población de menores recursos nivel socioeconómico "c": distrito San Juan de Lurigancho [para optar el grado académico de magister en administración de empresas].

SAPAG, N., SAPAG, N. Y SAPAG, M.  
2014 Preparación y evaluación de proyectos. (6ª ED.)

SINTI, J.  
2018 Examen suficiencia profesional investigación de mercados ii [para optar el título profesional de Licenciado en administración]. [https://Repositorio.unapiquitos.edu.pe/Bitstream/Handle/20.500.12737/6211/Jorge\\_info\\_Rme\\_t%C3%Adtulo\\_2018.Pdf?Sequence=1&lsallowed=Y](https://Repositorio.unapiquitos.edu.pe/Bitstream/Handle/20.500.12737/6211/Jorge_info_Rme_t%C3%Adtulo_2018.Pdf?Sequence=1&lsallowed=Y)

UNCHUPAICO, R.  
2020 Estudio de mercado y factibilidad económica financiera de la empresa créditos y negociaciones cesar huancayo 2018. [para el título profesional de Licenciada en administración]. [https://Repositorio.upla.edu.pe/Bitstream/Handle/20.500.12848/1656/T037\\_n%C2%B0%2073608293\\_t.pdf?Sequence=1&lsallowed=Y](https://Repositorio.upla.edu.pe/Bitstream/Handle/20.500.12848/1656/T037_n%C2%B0%2073608293_t.pdf?Sequence=1&lsallowed=Y)

---

# TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN ADITIVA Y CÓMO DECIDIR INTEGRARLAS EN SU ORGANIZACIÓN

---

Additive manufacturing technologies  
and how to decide to integrate them  
into your organization

---

**ANNY QUEREVALU MORALES**  
anny.querevalu@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

# RESUMEN

# ABSTRACT

A lo largo del texto, se definió qué es la fabricación aditiva y cómo se emplea. Además, se realizó una breve descripción de los procesos, como de las tecnologías que incluye, y una recopilación de las principales ventajas y desventajas de cada uno. Finalmente, se discutió en qué casos las empresas deberían aplicar la fabricación aditiva y cómo elegir la mejor técnica para sus procesos de producción.

**Palabras clave:** Fabricación aditiva, Manufactura aditiva, Tecnologías, Técnicas, Prototipado, Empresa, Industria 4.0, Impresión 3D.

Throughout the text, additive manufacturing was defined and its usage was explained. In addition, a brief description of the processes and technologies included was provided, along with a compilation of the main advantages and disadvantages of each one. Finally, the cases in which companies should apply additive manufacturing and how to choose the best technique for their production processes were discussed.

**Keywords:** Additive manufacturing, 3D printing, Technologies, Techniques, Prototyping, Company, Industry 4.0.

## 57. INTRODUCCIÓN

La fabricación aditiva y demás tecnologías de digitalización como la nanotecnología o el Internet de las cosas han instaurado las bases de la cuarta revolución industrial o industria 4.0. De manera muy similar a como la electricidad inició la segunda revolución industrial. En la industria 4.0 se busca el desarrollo de fábricas inteligentes que aprendan a usar la información virtual para autorregularse y optimizarse. En el caso de la fabricación aditiva, esta permite la reducción del tiempo de los procesos de producción, la innovación en las estructuras y elimina la pérdida de material en la creación de piezas. Por lo anterior, los líderes de hoy en día deben de aprender a incorporar estas nuevas tecnologías en sus organizaciones si desean mejorar la eficiencia de sus procesos y sobresalir en el mercado.

En esa línea, el presente trabajo tiene como objetivo brindar los alcances suficientes sobre las técnicas de fabricación aditiva y las ventajas y desventajas de cada una. Luego, ayudar a decidir cómo y cuándo aplicarlas en su organización de manera que se logren los mejores resultados posibles. Además, se espera que pueda ser usado como material informativo para uso personal o académico.

### 57.1. Antecedentes

Antes del surgimiento de las tecnologías de FA, los procesos de fabricación de piezas consistían en fabricación sustractiva y por deformación. En el primer tipo de fabricación, como su nombre lo indica, se sustrae material de un bloque selectivamente hasta obtener el resultado final. En el segundo tipo de fabricación, el material se deforma mediante distintas técnicas hasta obtener la forma deseada (Hernández et al., 2018). Posteriormente con la invención de la Estereolitografía por Charles Hull en 1984 se inició una nueva era en los procesos de fabricación industrial. Sin embargo, los otros tipos de fabricación no han quedado obsoletos ya que dependerá del caso la aplicación de uno u otro tipo de fabricación.

## 58. DESARROLLO

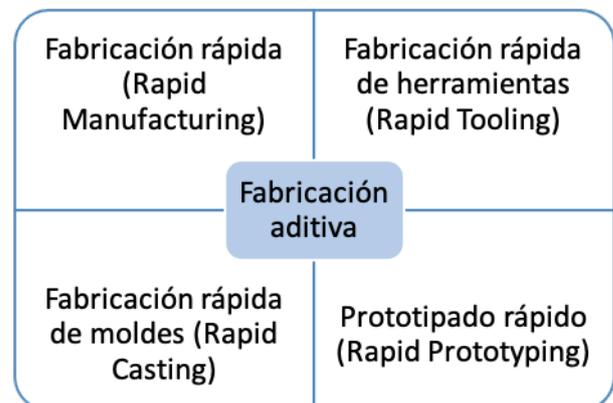
### 58.1. ¿Qué es la fabricación aditiva?

Durante el desarrollo de las diferentes tecnologías que conforman la fabricación aditiva (FA) surgieron una amplitud de términos y definiciones. Por consiguiente, la necesidad de una estandarización mundial en el lenguaje que facilite la comunicación entre los involucrados en este campo (ISO/ASTM International, 2015), de esta manera es que nace la actual definición de FA.

Según la ASTM International (2015), la FA puede ser entendida como: "(...) el término general para aquellas tecnologías que, basándose en una representación geométrica, crean objetos físicos mediante la adición sucesiva de material". Esta expresión hace referencia al uso profesional o industrial de esta tecnología y debe ser distinguida del término Impresión 3D, el cual es usado para abarcar actividades cotidianas o de entretenimiento.

Asimismo, la FA engloba las siguientes 4 formas de fabricación rápida:

Figura 1. Campos de acción de la fabricación aditiva



Nota. Adaptado de "Industry 4.0 and Digital Manufacturing: a Design Method Applying Reverse Engineering" (p. 15), por Suárez, C., Carro, J., Flores, F., Flores, I., Hernández, R., 2019, Revista Ingeniería, 24 (1).

### 58.2. Técnicas de fabricación aditiva

Desde el surgimiento de la FA, han ido apareciendo cada vez más tecnologías similares, pero con enfoques distintos, tal que cada una presenta sus ventajas y desventajas.

La UNE-EN ISO/ASTM 52900:2017 clasifica los procesos de FA en siete categorías, citado por Lago (2020):

1. Binder Jetting (BJ) o Inyección Aglutinante
2. Directed Energy Deposition (DED-L o LMD) o Deposición Directa de Energía
3. Material Jetting (MJ) o Proyección de Material
4. Powder Bed Fusion (L-PBF o SLM) o Fusión de Lecho en Polvo
5. Sheet Lamination (SL) o Laminación
6. VAT Photopolymerization o Fotopolimerización en cuba
7. Material Extrusion o Extrusión de Material

### 58.2.1 Binder Jetting (BJ) o Inyección Aglutinante

Esta tecnología fue desarrollada por Ely Sachs et al., en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT por sus siglas en inglés) y consiste en unir partículas de polvo (polímero, metálico, cerámico o una mezcla) mediante la inyección selectiva de un líquido adhesivo o aglutinante (orgánico o inorgánico) (Lago, 2020).

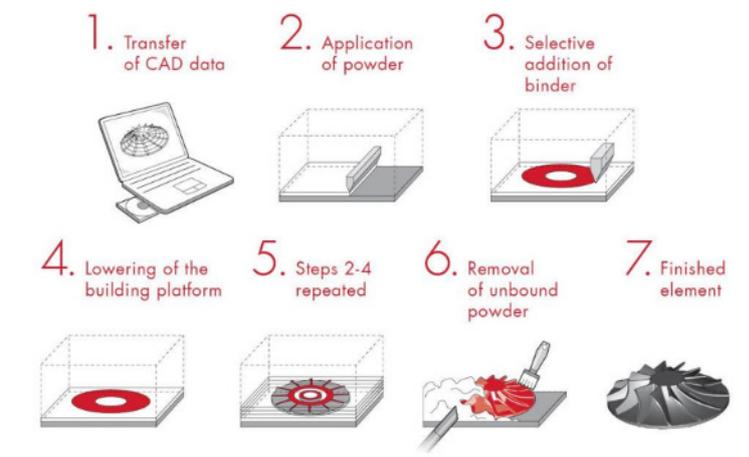
Una vez realizado el modelado en CAD del objeto requerido, se comienza el proceso de impresión 3D, el cual se explica mejor en las figuras 2 y 3.

Figura 2. Proceso de impresión 3D mediante la tecnología BJ



Nota. Adaptado de How does the Binder Jetting 3D printing process work? [Video], de Voxeljet, 2018. Youtube (<https://www.youtube.com/watch?v=hjloGPZPNjU>). Todos los derechos reservados.

Figura 3. Ilustración del proceso de impresión 3D mediante la tecnología BJ



Nota. Tomado de Binder jetting workflow, de Voxeljet, 2022, Engineering Product Design (<https://engineeringproductdesign.com/knowledge-base/binder-jetting/>). Todos los derechos reservados por Voxeljet.

Lago (2020) destaca del uso de la tecnología BJ:

• **Ventajas**

1. Resulta eficaz cuando se quiere crear piezas de gran tamaño y complejidad sin hacer uso de soportes ya que las partículas de polvo sin enlazar actúan como soporte.
2. El proceso no demanda mucha energía, lo que puede ayudar a reducir costos.
3. Es útil en la fabricación de moldes, objetos de pequeñas dimensiones con un alto grado de detalle, y objetos multicolor.

• **Desventajas**

1. Las piezas extraídas tienen propiedades mecánicas limitadas.
2. El enlace entre partículas de polvo que se logra con esta tecnología es débil, por lo que la pieza se deforma fácilmente.

En caso se requiera mejorar las propiedades mecánicas de la pieza es necesario que pase por un postratamiento. Mayormente se usa una sinterización, el cual es un proceso complejo que depende del tipo de material usado y la aplicación futura para la pieza. Cabe destacar que el proceso de sinterización puede modificar la densidad final de la pieza y sus propiedades mecánicas.

**58.2.2 Directed Energy Deposition (DED) o Deposición Directa de Energía**

Según Lago (2020), en esta categoría, se hace uso de un láser, un haz de electrones, o un arco de plasma para fundir un hilo o polvo de metal de manera focalizada en ciertas zonas depositando el material capa tras capa hasta tener la pieza final.

Las tecnologías que abarca esta categoría son Laser Metal Deposition, Directed Laser Deposition, y Directed Metal Deposition. Además, dependiendo de la fuente de energía que se use para fundir el material la categoría DED se puede clasificar de la siguiente manera:

Tabla 1. Clasificación de la categoría DED por fuente de energía usada

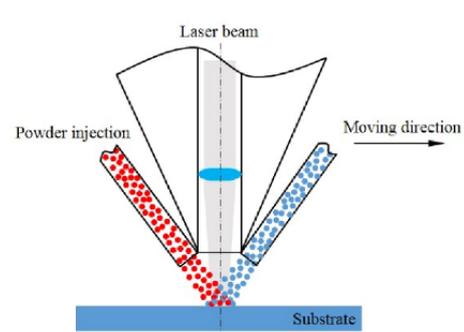
Fuente de energía	Tecnologías
Láser	"Laser Engineered Net Shaping" o LENS™
Haz de electrones	"Electron-Beam Additive Manufacturing" o EBAM
Arco de plasma	"Wire and Arc Additive Manufacturing" o WAAM

Nota: Elaboración propia con base en los descrito por Lago (2020).

**E. Laser Engineered Net Shaping (LENSTM)**

Es la tecnología más difundida actualmente dentro de la categoría DED y usa un haz láser para fundir el polvo de metal. Usualmente se emplean láseres de Nd-YAG debido a su eficiencia energética y fácil absorción por el material metálico (Lago, 2020).

Figura 4. Ilustración genérica de la tecnología LENS



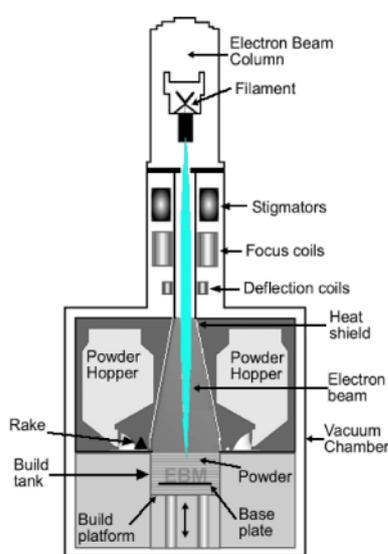
Nota. Tomado de Schematic of the modified LENS process, por Jingyuan, Y., 2014, Optimization of Multi-materials In-flight Melting in Laser Engineered Net Shaping (LENS) Process. Todos los derechos reservados.

**F. Electron-Beam Additive Manufacturing (EBAM)**

Gong et al (2014) señalaron la definición de Biamino et al (2010) y ArcanAB (s.f) como:

EBAM utiliza un haz de electrones de alta energía, como fuente de calor en movimiento, para derretir y fusionar, por autoenfriamiento rápido polvo de metal y producir piezas a manera de construcción de capas. Además, EBAM es una de las pocas tecnologías de FA capaces de hacer piezas metálicas funcionales de densidad completa, drásticamente ampliando las aplicaciones de la FA. En particular, la capacidad de fabricación de piezas metálicas puede acelerar significativamente el diseño y desarrollo de productos con variadas aplicaciones, especialmente para componentes complejos, por ejemplo, estructuras de red fina, cavidades internas y canales, que son difíciles de fabricar de manera convencional (p.1).

Figura 5. Ilustración general de la tecnología EBAM

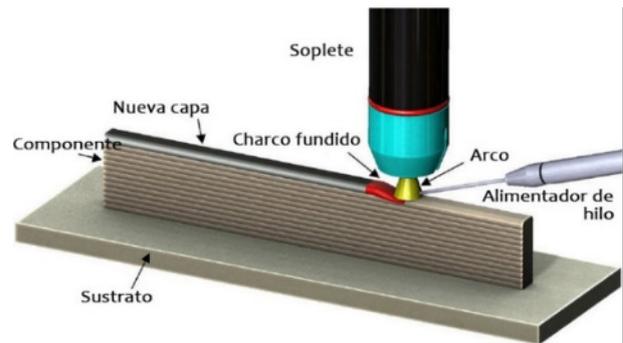


Nota. Tomado de Dibujo esquemático de un sistema de fusión por haz de electrones, de Sidambe, A., 2014, Materials, 7(12). CC BY.

**G. Wire and Arc Additive Manufacturing (WAAM)**

En esta tecnología, se utiliza el arco de plasma para fundir hilo de metal debido a su menor costo comparado con el polvo de metal. Sin embargo, la complejidad de las piezas obtenidas mediante esta tecnología es baja y el acabado presenta una rugosidad alta, por lo que se requiere de un postratamiento para obtener la pieza deseada (Lago, 2020).

Figura 6. Ilustración genérica de la tecnología Wire and Arc Additive Manufacturing



Nota. Tomado de Ilustración del proceso WAAM, por Dr. M. Fletcher, s.f, (<https://huntingdonfusion.com/>). Todos los derechos reservados [2022] por Licenciatario.

**58.2.3 Material Jetting (MJ) o Proyección de Material**

El MJ fue patentado por la sociedad Objet Ltd en 1999, que se fusionó con Stratasys en 2012, otorgándole el nombre de PolyJet o Photopolymer Jetting. Esta tecnología combina la tecnología Inkjet (la cual consiste en la inyección controlada de gotas sobre un papel para formar una imagen) con el uso de fotopolímeros (Susana, 2019a).

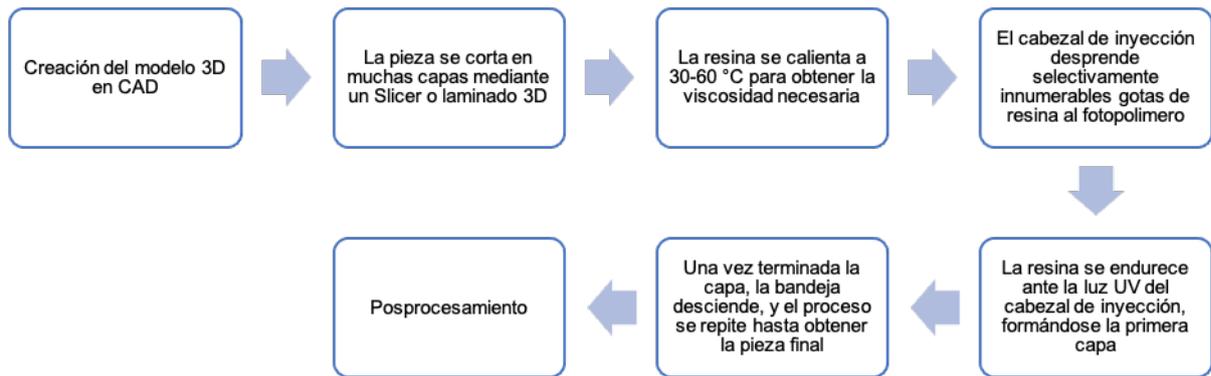
• **Ventajas y desventajas**

Según lo descrito por Susana (2019a):

En esta tecnología se pueden emplear una gran variedad de materiales, incluso a color, lo cual es posible gracias a que se puede almacenar materiales y colores en cabezales de inyección distintos y usarlos simultáneamente. Además, debido a su relativamente bajo costo, rapidez del proceso, y el grado de detalle que permite en la pieza, es ideal para ser aplicado en la elaboración de prototipos.

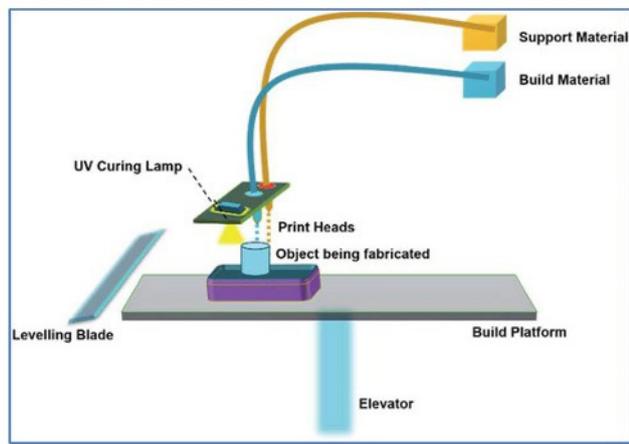
Por otro lado, como aspectos negativos se tienen la imposibilidad de obtener piezas de gran volumen, la necesidad de estructuras de soporte y un posprocesamiento. El posprocesamiento incluye eliminar los residuos de resina y dejar endurecer la pieza en la cámara UV. También es importante mencionar que la exposición de las piezas a la luz podría alterar sus propiedades.

Figura 7. Pasos del proceso de creación de una pieza mediante la tecnología MJ



Nota: elaboración propia según lo mencionado por Susana (2019b).

Figura 8. Ilustración sistemática de la técnica MJ



Nota. Tomado de A schematic representation of MJ de Gülcan, O., Günaydin, K., 1, Tamer, A., 2021, Polymers, 13(16). CC BY

#### 58.2.4 Powder Bed Fusion (PBF) o Fusión de Lecho en Polvo

Según Fernández (s.f.), el proceso del PBF consiste en agregar continuas capas de material metálico en polvo mientras una fuente de energía funde el material. La fuente de energía puede ser un láser o un haz de electrones. Las tecnologías que incluye PBF son:

- Electron Beam Melting (EBM)
- Direct Metal Laser Sintering (DMLS)
- Selective Laser Sintering (SLS)

#### • Ventajas y desventajas

El PBF es una de las pocas tecnologías usadas en el proceso de producción ya que permite realizar piezas de alta complejidad que no serían posibles mediante las técnicas de fabricación tradicionales. Con PBF, es posible la fabricación de piezas con componentes de aleaciones metálicas de titanio o níquel, la optimización

topológica, menores tiempos de producción, y piezas personalizadas más resistentes. Sin embargo, aún presenta algunos inconvenientes, como el elevado costo de las impresoras 3D y del polvo metálico, la necesidad de soportes para evitar deformaciones, y la imposibilidad de elaborar piezas de gran tamaño (Susana, 2019b).

#### 58.2.5 Sheet Lamination o Laminación de hojas

Los procesos de laminación de hojas incluyen la fabricación aditiva ultrasónica (UAM) y la fabricación de objetos laminados (LOM). UAM utiliza láminas o cintas de metal, que se unen mediante soldadura ultrasónica. El proceso requiere un mecanizado CNC adicional y la eliminación del metal suelto, a menudo durante la soldadura. La fabricación de LOM utiliza un enfoque similar capa por capa, sin embargo, utiliza el papel como material y adhesivo en lugar de soldadura. UAM utiliza metales e incluye aluminio, cobre, acero inoxidable y titanio (Ultrasonic Additive Manufacturing Overview, 2014, como se citó en Loughborough University, 2021).

#### • Ventajas y desventajas

Según lo expresado por Loughborough University (2021):

Los beneficios incluyen velocidad, bajo costo y facilidad de manejo de materiales, pero la resistencia e integridad de los modelos dependen del adhesivo utilizado (Krar y Gill, 203). Asimismo, el corte puede ser muy rápido debido a que solo delimita la forma, no toda el área de la sección transversal

Entre las limitaciones están que los acabados pueden variar según el papel o el material

plástico y pueden requerir un procesamiento posterior para lograr el efecto deseado. Además,

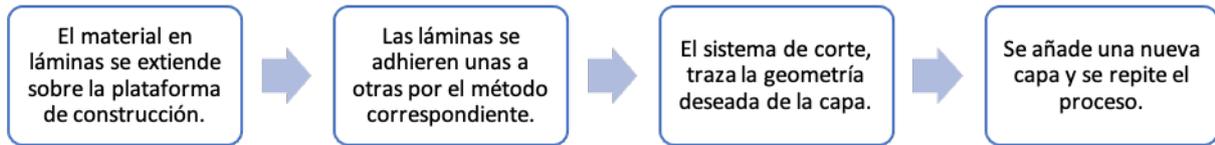
solo se pueden usar algunos materiales, y los procesos de fusión requieren más investigación para lograr que el proceso sea más generalizado.

Figura 9 . Pasos del proceso de creación de una pieza mediante la tecnología PBF



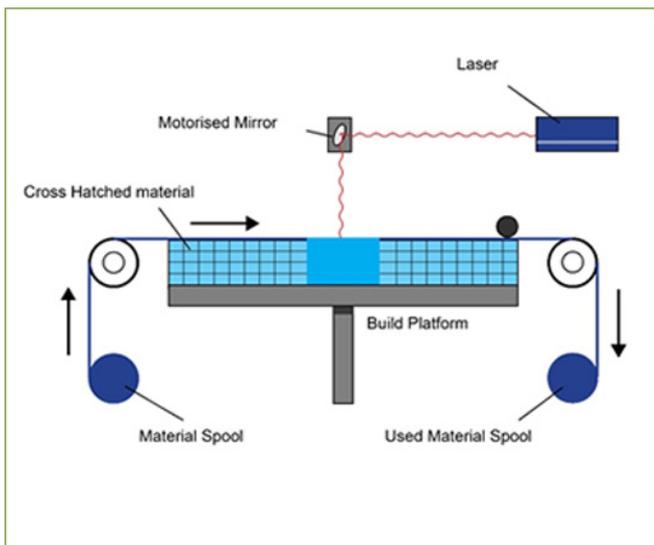
Nota: elaboración propia según lo mencionado por Susana (2019b).

Figura 10. Pasos del proceso de Sheet Lamination



Nota. Texto tomado de Hernández et al. (2018).

Figura 11. Esquema del funcionamiento del Sheet Lamination



Nota. Tomado de [sin nombre], de Loughborough University, 2021. Todos los derechos reservados.

### 58.2.6 VAT Photopolymerization o Fotopolimerización en cuba

El fotorpolímero líquido se endurece selectivamente mediante polimerización activada por luz. Este proceso también se conoce como polimerización ligera (Vitale et al., 2016).

En esta categoría, existen dos opciones: la SLA Estereolitografía y el DLP Digital Light Processing. La principal distinción entre las tecnologías DLP y SLA es la forma de realizar el curado ya que, en la primera, se proyecta una imagen, mientras que, en la segunda, se proyecta un haz de luz ultravioleta (Hernández et al., 2018).

#### • Ventajas y desventajas

Hernández et al. (2018) señaló las siguientes ventajas y desventajas de las tecnologías de VAT Photopolymerization:

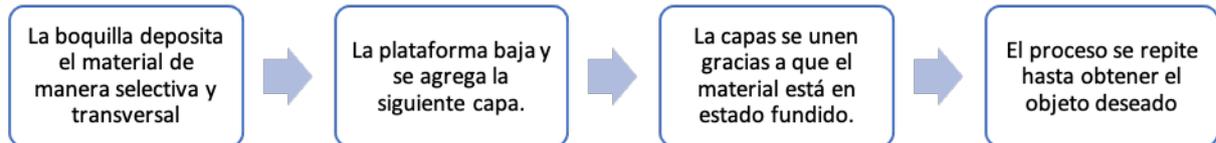
Entre los beneficios están un buen acabado, proceso relativamente rápido a comparación de otras técnicas de FA y la posibilidad de construir piezas de gran volumen.

Figura 12. Descripción paso a paso del proceso de VAT Fotopolimerización en cuba



Nota: elaboración propia según lo mencionado por Loughborough University (2021).

Figura 13. Descripción paso a paso del proceso de Material Extrusion



Nota: elaboración propia según lo mencionado por Loughborough University (2021).

De igual manera, entre los inconvenientes están el alto costo del proceso; mucha demanda de tiempo en el postproceso y extracción; la alta sensibilidad de las piezas a la luz, humedad y temperatura; la limitación de los materiales a solo fotopolímeros; y el requerimiento de un poscurado para mejorar las propiedades estructurales de la pieza.

### 58.2.7 Material Extrusion o Extrusión de Material

Según ISO/ASTM 52900:2015, como se citó en Hernández et al. (2018), Material Extrusión es un "proceso de fabricación aditiva en el cual el material es selectivamente dispensado mediante una boquilla u orificio". Las capas de material se pueden unir mediante control de temperatura o mediante el uso de agentes químicos. El material a menudo se agrega a la máquina de impresión en forma de carrete (Loughborough University, 2021).

Las impresoras 3D casera usualmente usan esta tecnología debido a que el proceso es relativamente sencillo y económico.

Según lo expresado por Loughborough University (2021):

- **Ventajas y desventajas**

Entre los beneficios de usar este proceso están:

- ▶ Proceso generalizado y económico.
- ▶ Se puede utilizar plástico ABS, que tiene buenas propiedades estructurales y es de fácil acceso.

- ▶ Se pueden crear piezas con geometrías internas complejas y reducir costes.

Entre los inconvenientes que presentan este proceso están:

- ▶ El radio de la boquilla limita y reduce la calidad final
- ▶ La precisión y la velocidad son bajas en comparación con otros procesos y la precisión del modelo final se limita al grosor de la boquilla del material
- ▶ Se requiere una presión constante del material para aumentar la calidad del acabado.

### 58.3. ¿Cómo decidir si integrar la FA en su organización?

Debido a que este campo aún está en auge, invertir en FA puede parecer demasiado arriesgado y costoso. Sin embargo, según 3DNatives, la industria de la FA podría despegar hasta en un 98% en los siguientes cinco años, lo que hace este un momento ideal para invertir en estas tecnologías (Linares, 2021).

Cabe destacar el amplio potencial de la impresión 3D para emprendimientos debido a la versatilidad de objetos que se pueden fabricar con estas tecnologías y la personalización de estos mismos. Algunos ejemplos de emprendimientos podrían ser la creación de monturas personalizadas para lentes, accesorios para el arreglo personal, objetos decorativos, entre otros.

Por otro lado, se conoce que el potencial de la FA ya es explorado por varios sectores, entre los que se destacan el sector aeroespacial, de la construcción, de la educación y de la medicina que es donde más se está aplicando, principalmente en el desarrollo de prótesis (Lago, 2020).

De igual manera Lucia C (2020) ejemplifica con:

“...el caso de BOSCH que al hablar de cuándo implementar las tecnologías 3D el Dr. Heiner Lang menciona: “La impresión 3D es una adición útil cuando se trata de la producción de prototipos, series pequeñas y componentes innovadores con nuevos tipos de geometrías”. (...) Más allá de ver todo en positivo, José A. Corbacho comenta que tenemos que adoptar las tecnologías 3D siempre haciendo un estudio previo sobre su necesidad, ya que las tecnologías aún complementan las técnicas de fabricación actuales, y hay algunas que aún no puede sustituir. Además de saber en qué y cómo invertimos. “La realidad es pensar todo lo que conlleva la inversión, por ejemplo, personal cualificado para diseñar y para fabricar, un lugar adecuado para las máquinas, conocer los alcances, tiempos, límites y errores típicos. De forma general todo lo que rodea a la impresión 3D””.

Una vez realizada la evaluación de las necesidades de la empresa se debe decidir si se desea implementar la FA de manera autónoma o subcontratar algún proveedor. Además, la empresa debe contar con algún profesional relacionado con la materia y de igual modo, acudir a un especialista que pueda brindar las orientaciones correspondientes. Adicionalmente, Venzal (2020) menciona:

“Ambos enfoques son muy interesantes y presentan beneficios para los usuarios. Todo depende del nivel de participación que los usuarios quieran tener. Con una visión a corto plazo y pequeñas necesidades periódicas, tiene más sentido subcontratar la impresión 3D, ya que ofrece una amplia gama de tecnologías y material que puede adaptarse a necesidades específicas. Para una visión a más largo plazo con y con más uso, el ROI es mayor cuando se invierte en una solución de fabricación aditiva interna adaptada”

recopilatorio; como segundo punto se definió el tema a tratar y se segmentó en partes; como tercer punto se recopiló información de cada parte del trabajo a través de Google Académico, Redalyc, Scielo y páginas web especializadas en FA como 3D Natives. Luego, se analizó y sintetizó la información para finalmente realizar la redacción del trabajo.

## 60. DISCUSIÓN

La principal diferencia encontrada entre la bibliografía revisada es la definición del conjunto de procesos que abarca la FA; por ejemplo, en el trabajo de Lago (2020), este se refiere a estos como técnicas, mientras que Hernández et al. (2018) se refiere a estos como tecnologías lo que resulta un poco confuso al momento de buscar información al respecto. Para aclarar esa diferencia, se revisó la definición de ambos términos. De acuerdo con la RAE, tecnología es: “Conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto” lo que concuerda mejor con la definición de FA. Por consiguiente, a lo largo del texto, se utilizó el término tecnologías en vez de técnicas para referirse a los procesos de FA.

En cuanto a las definiciones de los procesos de FA, se muestra congruencia entre los trabajos revisados debido a que la ASTM International ha definido y categorizado los procesos en siete claramente definidos. En el caso de las ventajas y desventajas de los procesos de FA en los tres principales textos revisados; que corresponden a los trabajos de Lago (2020), Loughborough University (2021) y Hernández (2018); se encontró mucha similitud, variando las ideas mayormente en el desarrollo y extensión.

Por otro lado, se encontró similitud entre las respuestas brindadas por el Dr. Heiner Lang; José A. Corbacho; y Venzal para Lucia C (2020) con el trabajo de Mellor et al. (2014). A continuación, se presenta una tabla que compara el marco para la implementación de la FA elaborado por Mellor et al., y las respuestas de los otros expertos.

## 59. MÉTODOS

Para el desarrollo del texto, primero se estableció el tipo de trabajo a realizar, el cual es de tipo

Tabla 2. Comparación entre los marcos de implementación de la FA elaborado por Mellor (2014) y expertos en FA

Factores a tomar en cuenta según Mellor	Mellor et al. (2014)	Respuestas de los expertos entrevistados por Lucia C. (2020)
Factores estratégicos	La FA se debe alinear con las características del producto y la estrategia comercial de manera que sea atractivo para el mercado	Según el Dr. Heiner Lang la FA es "... útil cuando se trata de la producción de prototipos, series pequeñas y componentes innovadores con nuevos tipos de geometrías".
Factores tecnológicos	Se deben vincular los beneficios de la tecnología con la estrategia comercial. Además, se debe conocer las ventajas y desventajas de la tecnología de fabricación.	Según Venzal: "... Con una visión a corto plazo y pequeñas necesidades periódicas, tiene más sentido subcontratar la impresión 3D, ya que ofrece una amplia gama de tecnologías y material que puede adaptarse a necesidades específicas. Para una visión a más largo plazo con y con más uso, el ROI es mayor cuando se invierte en una solución de fabricación aditiva interna adaptada"
Factores organizacionales	La decisión de implementar la FA debe ir acompañada de un cambio en los trabajos y tareas y, por lo tanto, un cambio en las prácticas y la estructura del trabajo. De lo contrario, se encontrarán grandes dificultades.	
Factores operativos	La implementación de la tecnología de fabricación influirá tanto en las estructuras administrativas como operativas; por ejemplo, en el diseño de productos, en la planificación de la producción y el control de calidad, y en los métodos de contabilidad.	Según José A. Corbacho: "La realidad es pensar todo lo que conlleva la inversión, por ejemplo, personal cualificado para diseñar y para fabricar, un lugar adecuado para las máquinas, conocer los alcances, tiempos, límites y errores típicos...".
Factores de la cadena de suministro	Intersección de dos cadenas de suministro: a. cadena de suministro desde los proveedores de máquinas hasta el comprador de la tecnología y b. cadena de suministro de clientes y proveedores. Por lo que se requerirá de una reestructuración de las relaciones con los proveedores hacia formas más colaborativas	

## 61. CONCLUSIÓN

Como se ha revisado a lo largo de todo el texto, la FA incluye una variedad de tecnologías. Cada tecnología cuenta con sus ventajas y desventajas, lo cual diferencia sus aplicaciones. En esa línea, cabría revisar cuando conviene aplicar la FA aditiva en la cadena de suministro de una organización. La consulta con un experto en el área ayudará a definir las necesidades de la empresa y de esa manera decidir el tipo de fabricación más conveniente para la organización.

Por otro lado, al amplio potencial de la FA en conjunto con otros procesos, metodologías y tecnología podrían llevar los procesos industriales a otro nivel, por lo que se requiere una mayor investigación e inversión para superar las limitaciones de la FA y aprovechar al máximo sus potencialidades. Sin duda, una mayor inversión por parte del Estado y las empresas privadas podría llevarnos hacia la Industria 4.0.

- C. 3Dnatives. Recuperado el 04 de julio de 2020 de <https://www.3dnatives.com/es/integrar-la-fabricacion-aditiva-empresa-151020202/>
- ISO  
2015 ISO/ASTM 52900:2015(en) Additive manufacturing – General principles – Terminology. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso-astm:52900:ed-1:v1:en>
- LAGO, J.  
2020 Revisión de las técnicas de fabricación aditiva y sus aplicaciones. [Tesis de bachiller, Universidad de La Laguna]. Repositorio institucional de la Universidad de La Laguna. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/21410>
- LUCIA C.  
2020 ¿Cómo integrar la fabricación aditiva en mi empresa? 3Dnatives. Recuperado el 04 de julio de 2020 de <https://www.3dnatives.com/es/integrar-la-fabricacion-aditiva-empresa-151020202/>
- LOUGHBOROUGH UNIVERSITY  
2021 Additive Manufacturing Research Group. <https://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/sheetlamination/>
- LINARES, O.  
2021 ¿Vale la pena invertir en la industria de impresión 3D? TekCrispy. Recuperado el 04 de julio de 2022. <https://www.tekcrispy.com/2021/12/09/invertir-industria-impresion-3d/>
- MELLOR, S; HAO, L; ZHANG, D  
2014 Additive manufacturing: a framework for implementation. *International Journal of Production Economics*, 149, 194-201. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.07.008>
- SIDAMBE, A.  
2014 Biocompatibility of Advanced Manufactured Titanium Implants: A Review. *Materials*, 7(12). MDPI. 8168-8188. <https://doi.org/10.3390/ma7128168>
- SUÁREZ, C., FLORES, J., FLORES, I. Y HERNÁNDEZ, R.,  
2019 Industry 4.0 and Digital Manufacturing: a Design Method Applying Reverse Engineering. *Ingeniería*, 24(1), 6-28. <https://doi.org/10.14483/23448393.13821>
- SUSANA S.  
2019a Guía completa: ¡Material Jetting, te explicamos todo! 3Dnatives. Recuperado el 03 de julio de 2022 de <https://www.3dnatives.com/es/la-impresion-3d-polyjet23072015/>
- 2019b Guía completa: ¡Fusión láser de lecho de polvo, te explicamos todo! 3Dnatives. Recuperado el 03 de julio de 2022 de <https://www.3dnatives.com/es/sinterizado-directo-de-metal-por-laser-les-explicamos-todo/#>
- VENZAL, A.  
2020 ¿Cómo integrar la fabricación aditiva en mi empresa? / Entrevistado por Lucia C. 3Dnatives. Recuperado el 04 de julio de 2020 de <https://www.3dnatives.com/es/integrar-la-fabricacion-aditiva-empresa-151020202/>
- YAN, J., BATTIATO, I., & FADEL, G.M.  
2014 Optimization Of Multi-Materials In-Flight Melting In Laser Engineered Net Shaping (Lens) Process.

---

# NUEVOS MATERIALES EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN ESPAÑOLA

---

New materials in the Spanish  
construction industry.

---

**SHEYLA MILENKA FLORES QUISPE**  
sheyla.flores1@unmsm.edu.pe  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

# RESUMEN

# ABSTRACT

El sector de la construcción representa un gran potencial para la generación de nuevos materiales, gracias a los avances tecnológicos y la creatividad del ser humano para resolver incertidumbres, cada día se desarrollan nuevos proyectos, ante este continuo progreso resaltan las siguientes preguntas: ¿Qué nuevos materiales se están implementando?, ¿Cuáles son los beneficios que obtiene el sector de la construcción?. Para responder estas cuestiones, se recopiló información sobre los materiales innovadores que se utilizan en la construcción española y los nuevos materiales que están próximos a implementarse, analizando desde un enfoque transversal sus posibles efectos que tendrán en el país español. De esta manera, se obtuvo que la implementación de los nuevos materiales supondrán un ahorro en los costos de producción, costos de mantenimiento, reducirán el impacto ambiental y generarán una conciencia ecológica en los ciudadanos, contribuyendo de esa forma al desarrollo de España.

**Palabras clave:** nuevos materiales, innovación, sector construcción, tecnología.

The construction sector represents a great potential for the generation of new materials, thanks to technological advances and the creativity of the human being to resolve uncertainties, new projects are developed every day, before this continuous progress the following questions stand out: What new materials are being implemented? What are the benefits obtained by the construction sector? To answer these questions, information was collected on the innovative materials used in Spanish construction and the new materials that are about to be implemented, analyzing their possible effects on the Spanish country from a transversal approach. In this way, it was obtained that the implementation of the new materials will lead to savings in production costs, maintenance costs, will reduce the environmental impact and will generate an ecological awareness in citizens, thus contributing to the development of Spain.

**Keywords:** new materials, innovation, construction sector, technology.

## 63. INTRODUCCIÓN:

La ciencia y tecnología se han fusionado para abrir nuevos horizontes a las industrias, creando soluciones innovadoras frente a problemas estructurales y coyunturales, mejorando su productividad, competitividad, e innovando los procesos de producción, de esta forma, las empresas globales optimizan sus recursos y reducen sus costos de producción; es por ello que a nivel mundial, la ciencia y la tecnología sean convertido en los motores para lograr la sostenibilidad. En el presente trabajo investigativo se hará énfasis en la innovación de los materiales que se utilizan en los procesos industriales, puesto que a nivel mundial, se ha demostrado históricamente que la evolución de la humanidad se encuentra íntimamente ligado al desarrollo de los materiales, es por ello que los prehistoriadores clasificaron las primeras civilizaciones como la Edad de Piedra y la Edad de los Metales, siendo este último dividido en 3 edades: la Edad de Cobre, la Edad de Bronce y la Edad de Hierro. Por lo cual, se podría afirmar que un futuro los materiales asumirán un rol más protagónico, siendo el ingeniero de materiales el encargo de diseñarlos y con el apoyo del avance tecnológico generar insumos sustentables que impacten positivamente en los diferentes sectores industriales.

Por otro lado, en España el sector de la construcción resulta primordial para conservar la estabilidad económica, puesto que lleva a cabo proyectos de infraestructura a gran escala, y genera millones de empleos formales. A pesar que la pandemia del COVID-19, iniciada en el primer trimestre del año 2020, provocó una crisis socio-económica, restringió las importaciones y exportaciones, aumento la informalidad, y fue la causa principal del cierre prematuro de muchas organizaciones, la industria de la construcción española durante el año 2021 demostró superar este escenario caótico retomando sus actividades de manera eficiente con la realización de obras en los sectores público y privado, los resultados finales se detallaron en un informe presentado por el Observatorio Industrial de la

Construcción en el pasado mes de abril del presente año, titulado: "Informe sobre el sector de la construcción 2021", en cual posee un sección para los materiales de construcción donde su exportación tiene un "valor de 30.399 millones de euros durante el año 2021, un 32,6% más que en 2020. Estas cifras representan el 9,6%

de la exportación total de la economía española" (Observatorio Industrial de la Construcción, 2022).

Entonces, teniendo en cuenta que este sector requiere una gran demanda de insumos y materiales de construcción para llevar a cabo sus proyectos de infraestructura, surge el interés por conocer los nuevos materiales que se están desarrollando a nivel mundial y cómo España está implementándolo, con la lectura de diversos artículos pude ampliar mis conocimientos, y profundizar sobre el tema, planteándome la siguiente pregunta: ¿De qué manera la implementación de nuevos materiales afectará en el desarrollo de la industria de la construcción española?

En el presente trabajo investigativo se hará énfasis a los materiales que gracias a los avances de la tecnología se han innovado. Siendo el principal objetivo informar sobre los nuevos materiales que están próximos a implementarse en el sector de la construcción y en qué forma beneficiarían al país español.

## 64. METODOLOGÍA

El estudio realizado es de carácter explicativo, orientado a informar sobre los nuevos materiales en el sector construcción y sus posibles efectos en el desarrollo de España, por lo cual es una investigación no experimental. Sin embargo, mediante los resultados obtenidos se pueden plantear futuras investigaciones de carácter experimental que muestren una correlación entre la implementación de los nuevos materiales y las conclusiones planteadas.

Asimismo, producto del diseño de la investigación se observó la necesidad de realizar un marco conceptual sobre las características de los nuevos materiales con el propósito de evidenciar sus posibles limitaciones y beneficios. También se detallan sobre algunos materiales innovadores implementados en el mercado laboral y los que están próximos a desarrollarse.

### 64.1. Características de los nuevos materiales

Los nuevos materiales e ideas surgen en la industria de la construcción a raíz del conocimiento establecido en el sector desde hace años, adaptándose a nuevos controles y regulaciones que entran en juego, como la

necesidad de materiales más sostenibles que reduzcan el impacto negativo al medioambiente. (CEMEX Ventures, 2021)

Es conocido que los materiales más comunes utilizados en la construcción son: arena, ladrillos, cemento, hormigón, madera y otros materiales rudimentarios, y a pesar de que sus características contribuyen en la edificación de infraestructuras, como todo material siempre podrá realizarse algunas mejoras. Los nuevos materiales que se están desarrollando tienen las siguientes características:

- Presentan una densidad menor respecto a su densidad convencional, por lo cual, su ligereza contribuye a agilizar su transporte masivo.
- Sus propiedades mecánicas son elevadas, en especial, su tensión a tracción, flexión y compresión.
- Tienen una excelente resistencia ante la corrosión.
- No son fácilmente inflamables, por lo cual su resistencia al fuego es alta.
- Buscan reducir sus costos de producción.
- Buscan ser amigables con el medio ambiente, por lo cual se controla su impacto ambiental.

## 64.2. Materiales innovadores implementados

### 64.2.1 Fibras Sintéticas

Las fibras son utilizadas en la construcción como refuerzo desde la antigüedad, con el paso del tiempo investigaciones han aportado en su innovación y su alcance como complemento de otros materiales, la idea de hormigón reforzado con fibras fue un tema de interés global en 1950, y una década después materiales como acero, vidrio, y fibras sintéticas se comenzaron a utilizar en las mezclas para otorgarle ciertas características al hormigón. Algunos ejemplos de fibras sintéticas son: Nylon, poliéster, Yute, Sisal, polipropileno, entre otros; de las fibras mencionadas la más resaltante es la fibra polipropileno puesto que se comprobó que aumenta la tenacidad del hormigón, disminuye la formación de grietas que se generan por contracciones o retracciones, es inoxidable, y provee un refuerzo secundario y uniforme.

Con el paso del tiempo, gracias a la comunidad científica y sus continuos proyectos, se fomentó el desarrollo de fibras sintéticas con la propiedad

“de armar estructuralmente el hormigón, permitiendo eliminar mallazos metálicos y disminuir/eliminar armaduras en determinadas condiciones, obteniéndose resistencias residuales a flexo tracción semejantes” (Sémelas y Pina, 2018), y otorgando al material durabilidad. Este tipo de material es investigado y desarrollado a nivel internacional, sin embargo en muchos países su implementación en la industria todavía se encuentra limitada, puesto que no se han desarrollado normativas significativas que regulen estos proyectos.

En España, es en el 2008 donde se empieza a hacer énfasis en el proceso de fabricación del hormigón, implementando ese mismo año la Instrucción Española del Hormigón Estructural EHE-08, cuya normativa establece ciertos requisitos de seguridad estructural, seguridad en caso de incendio, y evaluar su impacto al medio ambiente, lo cual debería cumplir las estructuras de hormigón.

Con respecto al desarrollo de las fibras sintéticas, es en marzo del 2004 donde se crea la empresa MyPHor Materiales Especiales, S.L en Madrid (España), comercializando pinturas fotocatalisis, aditivos para el hormigón, resinas con grafeno, y fibras MPH. Actualmente, MyPHor dispone una amplia variedad de Macro fibras sintéticas estructurales, Micro fibras sintéticas y fibras metálicas, el tipo de fibra a utilizar depende del tipo de hormigón que se va a emplear, por ejemplo las fibras MPH FiberPlus 60 y MPH FiberPlus 48 son fibras sintéticas estructurales ideales para hormigón proyectado y prefabricados de hormigón, por otro lado, la MPH Fiber 31 es una micro fibra de polipropileno recomendadas para superficies expuestas al viento y el calor durante su ejecución.

En general las fibras MPH se utilizan en la fabricación de soleras, pavimentos industriales, piscinas, sostenimiento de túneles y hormigones prefabricados, la empresa española ha tenido alcances a nivel internacional, llegando a nuestro país bajo el nombre MyPHor Perú.

### 64.2.2 Ladrillos Ecológicos

Los ladrillos ecológicos o también denominados ecoladrillos son materiales sostenibles que serán un reemplazo al ladrillo tradicional de arcilla roja, el término “ecológico” se le atribuye porque su fabricación no genera impactos ambientales de gran magnitud en comparación con los ladrillos tradicionales (los cuales requieren mucha energía en su fabricación). Isan (2018) sostiene que “cada vez son más las iniciativas ecológicas

que intentan reinventar o reemplazar los ladrillos tradicionales utilizando materiales sostenibles o propiciando una sostenibilidad con su uso que nos ayude a ahorrar energía”, entre esta variedad, tenemos, los ladrillos de cenizas de carbón, los ladrillos de cáñamo y paja, ladrillos fabricados con plástico usado o cascarás de cacahuate, y gracias a las continuas investigaciones todavía se sigue explorando este campo. Los ladrillos ecológicos no necesitan combustible para su fabricación, por lo que son materiales amigables con el medio ambiente, poseen capacidad aislante contra el frío y el calor, y son muchos más ligeros que los convencionales, de esta forma su utilización agiliza el tiempo de construcción.

España, posee varias empresas del sector de la construcción que ofertan este tipo de material, los ladrillos ecológicos que se desarrollan son en base a tierra comprimida, y desde el 2008 implementan la norma UNE 41410:2008 donde se establecen una serie de pautas para los bloques de tierra comprimida, la industria SOLBLOC cumple con esta normativa, y desarrolla ladrillos ecológicos denominados BTC los cuales son bloques de tierra comprimida, a su fabricación se le pueden añadir ciertos aditivos (cal, arcilla) para desarrollar características particulares al producto final. Los BTC son considerados ideales sustitutos del ladrillo convencional y por lo cual pueden ser utilizados en las actividades propias de la construcción, “un muro construido con bloques BTC absorbe la humedad cuando el tiempo es húmedo y la libera cuando el aire es seco, de esta forma también podemos decir que estos ladrillos son termodinámicos” (Arkirama, 2017) y dichos hogares presentan una humedad relativa constante, proporcionando un equilibrio térmico.

También, presenta una inercia térmica elevada, es decir, son capaces de almacenar el calor, y gracias a su acabado estético, no es necesario un recubrimiento o acabado especial, por lo cual se disminuyen los costos por acabados. SOLBLOC mediante los BTC proponen construir edificios energéticamente eficientes siendo amigables con el medio ambiente, puesto que su proceso de fabricación es por medio de un prensado mecánico, y al no estar cocido, evitan quemar combustibles fósiles y en consecuencia contribuyen a reducir las emisiones de carbono.

### 64.2.3 Cemento luminiscente

La idea de desarrollar un cemento luminiscente se le atribuye al investigador José Carlos Rubio Ávalos de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) en México, donde

el cemento posee la capacidad de absorber la energía solar durante el día, y liberarla para alumbrar caminos y edificios durante la noche. En contraste con los plásticos que son utilizados para la creación de materiales fosforescentes, el cemento posee un mayor rendimiento y durabilidad. También, es importante resaltar que:

Un material fosforescente absorbe energía del sol, o de cualquier otra fuente de luz, en forma de radiación ultravioleta (por ejemplo). Esta energía la emite como luz visible al oscurecer. La fosforescencia se diferencia de la fluorescencia en que tiene un retraso temporal entre absorción y liberación de fotones. (Centro Tecnológico del Mueble y la Madera de la Región de Murcia [CETEM], 2017)

A nivel mundial, muchos países desarrollados y sub-desarrollados han realizados continuas investigaciones, ensayos piloto, y simulaciones respecto a este nuevo material innovador, sin embargo, en Perú, así como en otros países, todavía no hay registros de ello.

En la capital de España, Madrid, la empresa LafargeHolcim con colaboración de Chryso ha desarrollado el primer pavimento de hormigón incorporado con tecnología fotoluminiscente, el material se ha denominado Boreal, supone una nueva fuente de iluminación natural y sostenible, tiene una duración máxima de 10 horas sin el requerimiento de cableado eléctrico, gracias a los áridos luminiscentes y tecnología patentada Lumintech® este material tiene la propiedad de absorber toda radiación UV (natural o artificial) para luego liberarlo en forma de luz visible. En su sitio web LafargeHolcim (2018) señala que Boreal tiene aplicaciones “en obra pública, como carriles bici, pistas deportivas, plazas, rotondas sin iluminación y aceras, como en obra privada, accesos a viviendas, zonas de piscina, aceras perimetrales de edificios y senderos de jardines.” Además, está disponible en tonos azul, verde turquesa y azul turquesa, su aplicación promueve la eficiencia energética, disminuye la aplicación de plásticos y polímeros innecesarios, y minimiza su impacto ambiental.

### 64.2.4 Materiales a desarrollarse

#### H. Madera Transparente

La madera ha demostrado ser un material multifuncional, puesto que es utilizado como insumo principal en la construcción de viviendas, muebles, sillas, mesas, elaboración de instrumentos musicales, entre otras utilidades;

siendo un recurso renovable extraído de la naturaleza, resulta importante tener una buena gestión de su producción, su uso sostenible podría ser una realidad en los próximos años gracias a los avances tecnológicos.

Toda innovación surge a raíz de un problema, o para mejorar la eficiencia de cierto producto, es por ello que, la industria se encuentra en constante cambio, el sector de la construcción no es ajeno a ello, los ingenieros de materiales realizan continuos estudios para desarrollar materiales más sustentables, donde la madera representaría un material con gran potencial tecnológico, puesto que entre sus propiedades físicas y mecánicas resalta su capacidad aislante, dicha propiedad podría ser aprovechada para mantener las casas frescas ante una ola de calor, dado que las ventanas de vidrio no son un buen aislante térmico, es aquí donde se surge la idea de crear una "madera transparente", sin embargo, a pesar de los proyectos que se realizaron la idea no se pudo concretar, puesto que:

La falta de transparencia de la madera se debe a la acción conjunta de sus dos componentes principales, la celulosa y la lignina. La lignina absorbe la luz, y la presencia de cromóforos (componentes que se activan gracias a la luz) hace que este material tenga un aspecto marrón. Las fibras de la madera, que en su mayor parte están compuestas de celulosa, son estructuras similares a tubos huecos. Y el aire del interior de estos tubos dispersa la luz, lo que limita su transparencia. (Eichhorn, 2021)

A pesar de estos obstáculos, en el 2016, un equipo de investigación liderado por el científico Lars Berglund en el Real Instituto de Tecnología (KTH) logró crear la madera transparente y biodegradable, ello se consiguió mediante la completa eliminación de la lignina presente en la madera, puesto que este componente le brindaba su color y opacidad, pero también su resistencia, entonces se impregna un polímero artificial transparente, el cual le brindará una resistencia similar y rigidez. El proyecto realizado por el sueco Lars Berglund se difundió rápidamente a nivel mundial, y fue inspiración de muchos países para retomar la idea de crear "madera transparente", sin embargo, el proyecto desarrollado todavía estaría sometido a continuas mejoras en su procedimiento.

Fue en el 2021 donde el tema obtuvo una especial relevancia, puesto que un equipo de profesionales de la Universidad de Maryland (Estados Unidos) utilizaron la técnica del cepillado químico para la obtención de la

madera transparente, el doctor Liangbing Hu, docente y autor de la investigación, plantea no eliminar completamente la lignina, y con el uso de disoluciones de hidróxido sódico, peróxido de hidrógeno, y un oxidante, dichos químicos fueron expuestos a una lámpara ultravioleta (la cual simula la luz solar) eliminando de esta forma ciertas partes de las moléculas de la lignina, y en consecuencia obteniendo el color translucido, dicho proceso fue detallado en el informe publicado por la revista *Advanced Materials*, este procedimiento resulta más eficaz, y sostenible, pero todavía queda pendiente su aplicación.

Otro aspecto que se encuentra en etapa de investigación, es su aplicación como células solares, los científicos "confían en poder encontrar nuevas soluciones de energía fotovoltaica empleando este nuevo material. En concreto, creen que podría ser utilizado para fabricar paneles solares avanzados" (Isan, 2017).

Sin duda, la madera transparente ya es una realidad y su producción a gran escala podría darse en los siguientes años, llegando a prometer diversas aplicaciones en la industria de la construcción, como ser utilizado para edificar infraestructuras innovadoras (eco arquitectura), fabricar domicilios con mayor eficiencia energética, ser una fuente de energía fotovoltaica, y llegar a ser un sustituto del vidrio.

## I. Bio-hormigón

El hormigón es un material ampliamente utilizado en la industria de la construcción, sin embargo, como todo material, presenta ciertas desventajas, puesto que requiere de constante mantenimiento por el desgaste y las grietas que se forman con el paso del tiempo. Entonces, ante ese problema surge la necesidad de innovarlo, la idea del bio-hormigón fue desarrollado por el científico Henk Jonkers de la Universidad Técnica de Delft (Países Bajos) en el año 2015, este novedoso material puede auto-repararse gracias a la incorporación de cepas, como la bacteria *Bacillus Pseudofirmus* y de lactato de calcio, siendo esta última alimento para las bacterias. El invento de Jonkers generó un gran impacto a nivel mundial, siendo nominado al premio del mejor inventor europeo en el año 2015, ante ello el holandés remarco su compromiso con revolucionar la construcción sostenible puesto que su hormigón está inspirado en la naturaleza, y en efectivo, el bio-hormigón está constituido por organismos procariontes unicelulares que forma parte de la naturaleza. Cabe destacar, que las bacterias implementadas pueden sobrevivir

hasta 200 años en la infraestructura y pueden sellar las grietas hasta en un periodo máximo de 3 semanas, no existen límites en lo que respecta al largo de la fisura, sin embargo, respecto al ancho tienen un límite de 8 milímetros.

El bio-hormigón además de auto-repararse, aumenta “la resistencia y durabilidad de las construcciones, ya que además de reparar el desgaste de las mismas, evita el desgaste interno de la estructura al impedir el ingreso de productos nocivos al interior del material” (Sánchez, 2021) por lo cual es un producto sostenible ahorrando en mantenimiento a lo largo plazo. Pese a ello, para que este producto sea lanzado al mercado, todavía se busca alternativas de solución respecto a su costo, puesto que resulta ser casi el doble al precio tradicional.

## 65. RESULTADOS

En esta sección, se hará énfasis a los posibles efectos que implicará la implementación de los materiales que están desarrollando. Para ello, es importante considerar que España en los últimos años, se está enfocando en la situación actual del medio ambiente y de qué forma las industrias influyen en ella, Gabriela Korsakas, Country Manager de Penetron señala que:

La huella de carbono que producen los materiales de construcción viene determinada casi en su totalidad por el cemento. Por ejemplo, en la ejecución de un edificio, si tenemos en cuenta que las emisiones del agua y los agregados son insignificantes, aproximadamente el 66% del total de la contaminación producida proviene de las estructuras de hormigón, compuestas principalmente por cemento. (Los materiales sostenibles marcan el camino hacia la descarbonización de la construcción española para 2050 | Penetron, 2022)

De esa forma, el desarrollo de nuevos materiales en el sector de la construcción, se enfocan en generar una nueva versión de los materiales convencionales que producen impactos ambientales considerables, o materiales que podrían innovarse para ser más eficiente su producción.

Por otro lado, en junio del presente año el Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana de España aprobó la Ley de Calidad de la Arquitectura, del cual entre sus metas destaca fomentar los vínculos que relacionan la arquitectura con la sociedad, en ese sentido

algunas medidas específicas involucran “el apoyo a las empresas y a los profesionales españoles, el establecimiento de incentivos y premios que reconozcan la calidad, el impulso de la investigación y la innovación y, por supuesto, la protección de los valores del patrimonio construido” (Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana [MITMA], 2022), de esta manera, España está promocionando las construcciones de arquitecturas de calidad lo cual supondrán un efecto en la población. También, esta ley representa un marco estratégico para la Agenda Urbana Española la cual esta “en perfecto alineamiento con la Agenda 2030 y con las Agendas Urbanas internacionales, que le sirve de referencia, con su triple demanda de una mayor sostenibilidad social, económica y medioambiental” (MITMA, 2022).

La idea de realizar construcciones sostenibles con materiales eco-amigables, se encuentra profundizada en la publicación de una normativa denominada “Estrategia Española de Economía circular”, del cual la industria de la construcción representa un sector prioritario que deberá superar las barreras de la ineficiencia de los modelos de construcción tradicionales, problemas de eficiencia energética, la falta de valorización de los residuos, entre otros. Ante ello, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020) sostiene que es necesario aplicar “la metodología BIM (Building Information Modeling) en el análisis del ciclo de vida de las edificaciones y así poder calcular fehacientemente la sostenibilidad de las mismas, incluyendo su rehabilitación, contribuyendo de esta manera a la mejora del cambio climático”. Las organizaciones también han tomado iniciativas, por ejemplo, LafargeHolcim hace unos meses ha formado una alianza con Repsol, esto orientado “al desarrollo de soluciones basadas en la economía circular y en el suministro de energía y materiales de construcción con baja huella de carbono” (LafargeHolcim, 2022), de esta forma ambas empresas comparten sus recursos y generan ideas innovadoras para alcanzar sus respectivos objetivos alineados al cuidado del medio ambiente.

## 66. DISCUSIÓN

Entonces, considerando la situación actual de España, tenemos 3 aspectos que resaltar: primero, la población está tomando conciencia sobre el efecto de las industrias en el ecosistema; segundo, se están implementados leyes en su

normativa que involucran realizar arquitecturas de calidad y tercero, se implementaron normas que fomentan las construcciones sostenibles y eco-amigables con el medio ambiente, todos estos factores influyen en la etapa de implementación de los nuevos materiales que están desarrollando puesto que tendrán que cumplir requisitos específicos antes de su utilización en el mercado laboral, por ejemplo, tenemos la Declaración Ambiental de Producto (DAP), avalada por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), la cual señala el comportamiento ambiental de un material en concreto, su "análisis mediante métricas estandarizadas crea una base de conocimiento y conciencia de los impactos generados por los productos a lo largo de su ciclo de vida" (La Declaración Ambiental de Producto (DAP) y la arquitectura sostenible, 2021). Por lo cual, se puede aseverar que la circulación de los nuevos materiales en la industria de la construcción supondrá un impacto económico, social y ambiental.

Respecto a la dimensión económica, el sector de la construcción al implementar los nuevos materiales generará una reducción en los costos de producción, aumentará el PBI del país español, y se ahorrará en el mantenimiento de infraestructuras.

Respecto a la dimensión social, dado que la industria de la construcción desarrolle eco-arquitecturas los ciudadanos desarrollarán una conciencia ecológica, y se incentivarán en los jóvenes el desarrollo de proyectos de investigación innovadores respecto a la creación de materiales ecológicos.

El procedimiento para la generación de los nuevos materiales reduce su impacto ambiental con respecto a su versión convencional, poseen más eficiencia energética, y son biodegradables, por lo cual suponen un apoyo al medio ambiente.

## 67. CONCLUSIÓN

En conclusión, a nivel global se está haciendo énfasis en el desarrollo de productos sostenibles y ecológicos con el medio ambiente, siendo el sector de la construcción el foco principal de este tema, puesto que es la industria que realiza masivas obras públicas y privadas, teniendo una presencia notable en el ecosistema. Este pensamiento está siendo abarcado de diferentes modos en los países, algunos desarrollan normativas para que las organizaciones

reduzcan su impacto ambiental, otros apuestan por la innovación en desarrollar materiales más sustentables y amigables que reemplacen a los materiales convencionales que al ser usados masivamente perjudican el ecosistema donde vivimos. España, opta por la segunda opción, tal vez no es pionero en la creación de algunos materiales sostenibles, sin embargo, realiza proyectos e investigaciones sobre ello.

Los materiales innovadores que se implementaron en España son: las fibras sintéticas estructurales MPH FiberPlus de la empresa MyPHor Materiales Especiales; los ladrillos ecológicos BTC a base de tierra comprimida de la industria SOLBLOC y el desarrollo del primer pavimento con cemento luminiscente por parte de LafargeHolcim. Cabe desatacar, que el desarrollo de estos materiales tienen un punto en común, el cual es mejorar sus versiones convencionales, en todos los aspectos, en lo económico, reduciendo su costo de producción; en lo social, siendo materiales sostenibles que incentivan a la comunidad científica a continuar sus investigaciones y concientizan a la población; y por último, en lo ambiental, reduciendo sus emisiones de carbono y siendo ecoamigables.

Por otro lado, los materiales que se encuentran en etapa de ensayos son, la madera transparente desarrollada en Suecia con el Real Instituto de Tecnología y en EE.UU con la Universidad de Maryland, con este material se podría modelar infraestructuras innovadoras sostenibles, con mayor duración, más resistentes y eco-eficientes, también se encuentra en etapa de investigación su posibilidad de reemplazar el vidrio. Por otra parte, el bio-hormigón desarrollado en la Universidad Técnica de Delft, Países Bajos, podría suponer un ahorro notable por concepto de mantenimiento en infraestructuras, este producto todavía debe superar un obstáculo más antes de su comercialización, ello es el tema de su elevado costo de producción, lo cual no lo haría rentable en el mercado.

También, realizar infraestructuras en base a materiales sostenibles y energéticamente eficientes será una gran demanda en el mercado, puesto que en la sociedad actual, las organizaciones y los ciudadanos en general están concentrando su atención en el medio ambiente y cómo por medio de los avances tecnológicos podemos reducir nuestro impacto ambiental. Por lo cual, considerando todos los beneficios descritos, la implementación de estos nuevos materiales en el sector de la construcción marca el camino a España hacia el desarrollo de un sistema de gestión circular, obteniendo beneficios económicos, sociales y ambientales.

**68. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ARKIRAMA

2017 LADRILLOS BTC: ¿Qué son? Ventajas y Desventajas. Arquinetpolis. <https://arquinetpolis.com/ladrillos-btc-000198/>

CEMEX VENTURES

2021 Nuevos materiales de construcción para cambiar la industria. <https://www.cemexventures.com/es/nuevos-materiales-construccion/>

CENTRO TECNOLÓGICO DEL MUEBLE Y LA MADERA DE LA REGIÓN DE MURCIA

2017 Desarrollan un cemento con propiedades luminiscentes. <http://www.cetem.es/actualidad/tecnologica/i/1406/378/desarrollan-un-cemento-con-propiedades-luminiscentes#:~:text=Aplicaciones%20del%20cemento%20luminiscente&text=%2D%20La%20energ%C3%ADa%20absorbida-%20la%20puede,uso%20que%20el%20cemento%20Portland>

EICHHORN, S.

2021 La madera transparente, una posible alternativa al cristal con mayor eficiencia energética. National Geographic España. [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/madera-transparente-posible-alternativa-cristal-mayor-eficiencia-energetica\\_16461#:~:text=Se%20trata%20de%20un%20producto,y%20luego%20activarse%20proyectando%20luz](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/madera-transparente-posible-alternativa-cristal-mayor-eficiencia-energetica_16461#:~:text=Se%20trata%20de%20un%20producto,y%20luego%20activarse%20proyectando%20luz).

ISAN, A. (2017). Madera transparente: el futuro de la energía solar y la arquitectura. Ecología Verde. <https://www.ecologiaverde.com/madera-transparente-el-futuro-de-la-energia-solar-y-la-arquitectura-514.html>

ISAN, A.

2018 Ladrillos ecológicos: qué son, tipos y ventajas. Ecología Verde. <https://www.ecologiaverde.com/ladrillos-ecologicos-que-son-tipos-y-ventajas-456.html>

LA DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTO (DAP) Y LA ARQUITECTURA SOSTENIBLE.

2021 Equitone. <https://www.equitone.com/es-es/blog/120923/epd-certificado-material-fachada-ventilada-equitone/>

LAFARGEHOLCIM.

2018 LafargeHolcim presenta el primer pavimento de hormigón del mercado con tecnología fotoluminiscente. [https://www.lafargeholcim.es/sites/spain/files/documents/np\\_artevia\\_boreal\\_lafargeholcim.pdf](https://www.lafargeholcim.es/sites/spain/files/documents/np_artevia_boreal_lafargeholcim.pdf)

LAFARGEHOLCIM.

2022 LafargeHolcim España y Repsol firman una alianza para la reducción de carbono en infraestructuras energéticas, transporte y materiales de construcción}. <https://www.lafargeholcim.es/nota-prensa-alianza-repsol-lafargeholcim-descarbonizacion-infraestructuras-transporte-materiales-construccion-economia-circular>

LOS MATERIALES SOSTENIBLES MARCAN EL CAMINO HACIA LA DESCARBONIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN ESPAÑOLA PARA 2050 | Penetron.

2022 Concretonline. <https://www.concretonline.com/hormigon/los-materiales-sostenibles-marcan-el-camino-hacia-la-descarbonizacion-de-la-construccion-espanola-para-2050-penetron>

MINISTERIO DE TRANSPORTE, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA.

2022 Las Cortes Generales aprueban definitivamente el proyecto de Ley de Calidad de la Arquitectura. <https://www.mitma.gob.es/el-ministerio/sala-de-prensa/noticias/mie-08062022-1237>

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO.

2020 ESPAÑA CIRCULAR 2030. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/estrategia/#:~:text=La%20Estrategia%20Espa%C3%B1ola%20de%20Econom%C3%ADa%20Circular%2C%20Espa%C3%B1a%20Circular%20202030%20sienta,generaci%C3%B3n%20de%20residuos%20y%20se>

NINAHUANCA, C.

2021 El sector construcción genera más de un millón de empleos al año. El Peruano. <https://elperuano.pe/noticia/121379-el-sector-construccion-genera-mas-de-un-millon-de-empleos-al-ano>

- OBSERVATORIO INDUSTRIAL DE LA CONSTRUCCIÓN.  
2022 Informe sobre el sector de la construcción 2021. <https://www.observatoriodelaconstruccion.com/uploads/media/HKQvbb7Q4Z.pdf>
- PINA, E., Y SÉMELAS, G.  
2018 Empleo y aplicaciones de hormigones reforzados con fibras sintéticas estructurales. Concretonline. <https://www.concretonline.com/hormigon/empleo-y-aplicaciones-de-hormigones-reforzados-con-fibras-sinteticas-estructurales>
- SÁNCHEZ, L.  
2021 BIO-HORMIGÓN: La revolución en la construcción. Sustentable & Sostenible. <https://blog.deltoroantunez.com/2021/12/bio-hormigon-revolucion-en-construccion.html?m=1>

