



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“Procesos de producción de estructuras metálicas:  
una revisión sistemática”

Trabajo de investigación para optar el grado de:

**Bachiller en Ingeniería Industrial**

**Autor:**

Bach. Héctor Fernando Mendoza Chávez

**Asesor:**

MBA. Ing. Mylena Karen Vílchez Torres

Cajamarca - Perú

2018

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico a mi  
familia por su apoyo incondicional en esta  
etapa de mi vida.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme salud y  
bienestar

Agradezco a mis padres y hermanos por  
sus orientaciones

Agradezco a mis docentes por las  
orientaciones académicas

## Tabla de contenido

<b>PORTADA .....</b>	<b>1</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN .....</b>	<b>23</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>24</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n° 01: Artículos seleccionados en la sistematización de la información.	12
Tabla n° 02: Artículos estudiados según fuente de información	16
Tabla n° 03: Distribución de artículos por año	19
Tabla n° 04: Distribución de artículos por país	19
Tabla n° 05: Selección del tema de investigación	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 01: Tipo de fuente de búsqueda	16
--	----

## RESUMEN

Analicé la información científica para responder la siguiente pregunta: ¿Por qué es importante conocer los procesos de soldadura en la fabricación de estructuras metálicas? Con el objetivo de optimizar el proceso y disminuir los costos a través de la selección adecuada del procesos de soldadura. Se presenta un orden a seguir en todo procedimiento de soldadura tales como los materiales, operarios equipos, clima y otros factores que pueden influenciar directamente en el desarrollo de dicho proceso (Barazorda, 2016). El objetivo en el presente artículo es construir un marco teórico – conceptual del proceso de producción de estructuras metálicas una revisión sistemática. Se priorizó la información obtenida de las investigaciones realizadas en los últimos tres años (60%), pero se consideró información de años anteriores de aporte importante a este trabajo de investigación (30%), siendo el idioma de búsqueda el español. La información obtenida indicó sobre el uso de máquinas y herramientas adecuadas para optimizar tiempo y costos en la fabricación de estructuras metálicas y principalmente como referencia para la toma de decisiones en la selección más adecuada del proceso de soldadura. De los 30 artículos científicos, el 60% corresponde a los últimos tres años (2016 -2018) y solo el 40% a años anteriores (2009 - 2015), pudiendo determinar dos temas de investigación: Proceso de soldadura en estructura metálica y Optimización de tiempos de los procesos de soldadura.

**PALABRAS CLAVES:** Calidad, Estructura metálica, Optimización, Procesos, Producción, Soldadura.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La soldadura como proceso de fabricación es uno de los métodos de unión más destacados, aporta rapidez, seguridad, flexibilidad y disminuye costos de fabricación, de tal manera que la eficiencia y la economía pueden ser consideradas en el ensamblaje de materiales (Giachino, 2007).

En la fabricación de estructuras metálicas se utilizan diversos procesos de soldadura que consiste en fusionar dos o más materiales por medio del calentamiento a una determinada temperatura (Bullon W., 2010).

La industria metalmecánica, es una de las principales actividades que se desarrolla a nivel mundial; pero hay poco interés por medir la productividad y las dificultades en la toma de decisiones (Chiavenato, 2000).

La competitividad del mercado obliga a las empresas a optimizar sus sistemas y sus procesos productivos y sobre todo la calidad, reduciendo costos y mejorando sus rendimientos financieros. Estas estrategias han sido ampliamente empleadas en todas las áreas de la ingeniería (Sánchez, 2010).

Elegir adecuadamente el proceso de soldadura significa garantizar la calidad de las estructuras metálicas o sus derivados, evitando pérdidas económicas, materiales e inclusive garantizar la salud de las personas (Cruz, 2017).

Debido a que los procesos de soldadura se ha masificado, surgieron varias organizaciones dedicados a establecer lineamientos con esta industria, con el propósito de asegurar que se diseñen y produzcan bienes soldados seguros y confiables, entre estos organismos se destacan la AWS, IIW, ANSI, ASME (Bonilla, 2007). En estos momentos las normas técnicas más utilizadas para calificación de soldadores en el Perú son; “ASME Boiler

and Pressure Vessel Code - Sección IX – Qualification Standard of Welding and Brazing Procedures, Welders, Brazers, and Welding and Brazing Operators”, la norma “AWS D1.1/D1.1M - Structural Welding Code - Steel”, y “API Standard 1104 - Welding of Pipelines and Related Facilities”, la primera es la más utilizada en fabricación de equipos y tuberías de acero, la segunda en fabricaciones de estructuras de acero y la tercera en tuberías de petróleo (Barazorda, 2016).

Según Houldcroft, (2000) y Bonilla (2007), debido a la gran variedad de procesos de soldadura es importante considerar los costos de producción. Dentro del mantenimiento de estructuras metálicas se tiene principalmente el uso de soldaduras por arco, por lo que nos enfocaremos en este tipo de procesos los cuales son de mayor aplicabilidad en construcción y mantenimiento.

Se establecen pautas y criterios a considerar en el proceso de soldadura como la norma ANSI<sup>1</sup> que aborda la temática sobre cómo identificar si un procedimiento esta de acorde al trabajo que se piensa desarrollar y también los pasos a seguir al momento de calificar un procedimiento.

Barazorda (2016) identifica procedimientos de soldadura como: SMAW, FCAW, GTAW y SAW, así como su calificación por categorías 2G, 3G, 4G, 5G y 6G. Por su parte Valverde (2017) estudia un procedimiento para una área y trabajo específico llamado WPS, bajo la norma AWS D1-1 que es exclusivamente para procesos de soldadura en estructuras y componentes que no vayan a estar involucrados o contengan elementos a presión.

---

<sup>1</sup> Documento original aprobado por el American National Standards Institute 9 de marzo de 2012.

El proceso de soldadura de arco es más económico comparado con el proceso de soldadura de rayo láser y la soldadura de haz de electrones.

Son varios los factores externos en el proceso de soldadura que crean distintos tipos de defectos en las uniones de los materiales a fusionar, en algunos casos se debe a factores humanos que conducen o aceleran el crecimiento de grietas por fatiga (Aranque, O., Arzola, N. 2013).

El presente estudio se realizó para responder ¿Por qué es importante conocer los procesos de soldadura en la fabricación de estructuras metálicas? Con el objetivo de optimizar el proceso y disminuir los costos a través de la selección adecuada del procesos de soldadura. Se presenta un orden a seguir en todo procedimiento de soldadura tales como los materiales, operarios equipos, clima y otros factores que pueden influenciar directamente en el desarrollo de dicho proceso (Barazorda, 2016).

Existen metodologías como el diseño estructuras soldadas, establecimiento de eficiencias de los procesos e implementación de sistemas informáticos (base de datos), que sirven como referencia para la toma de decisiones en la selección más adecuada del proceso de soldadura a partir de una viabilidad técnica y económica que se ajuste a las necesidades del proyecto (Rodríguez, 2017). Adicional a esto, existe una inadecuada selección del proceso de soldadura en los trabajos metalmecánicos (Cruz, 2017), pues se maneja de forma empírica.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

El objetivo en el presente artículo es construir un marco teórico – conceptual del proceso de producción de estructuras metálicas una revisión sistemática, con el fin de conocer los procedimientos y normas de soldadura en la fabricación de estructuras metálicas.

Se sigue un diseño de investigación no experimental - documental que permitió la recopilación de información para enunciar las teorías que sustentan los estudios relacionados con el tema de procedimientos y normas de soldadura en la fabricación de estructuras metálicas de los últimos seis años (2012 - 2018).

Se priorizó la información obtenida de las investigaciones realizadas en los últimos tres años (60%), pero se consideró información de años anteriores de aporte importante a este trabajo de investigación (30%), siendo el idioma de búsqueda el español. La información obtenida indicó sobre el uso de máquinas y herramientas adecuadas para optimizar tiempo y costos en la fabricación de estructuras metálicas y principalmente como referencia para la toma de decisiones en la selección más adecuada del proceso de soldadura.

Se consideró información de artículos, tesis, documentos y trabajos de las bibliotecas virtuales de Google Académico, Biblioteca UPN, Scielo y Redalyc, fuentes de recolección de información que corroboran el conocimiento inmediato de la investigación.

La técnica documental fue el análisis de contenido, procediendo a generar la interpretación y síntesis de la información científica encontrada, empleándose las siguientes palabras clave: calidad, estructura metálica, optimización, procesos, producción, soldadura.

Se revisaron 30 papers o artículos científicos, los cuales se muestran en la tabla N°01.

Tabla n° 01:

Artículos seleccionados en la sistematización de la información.

N°	Papers	Diseño metodológico	País	Síntesis	Fuente
1	Establecimiento de un procedimiento de calificación de soldadores en la empresa SKANSKA del Perú	Revisión	Perú	La empresa no cuenta con un procedimiento único de calificación de soldadores	Biblioteca virtual UPN
2	Criterios de control de calidad en obras de estructura metálica	Revisión	México	Una buena planeación conlleva al control de tiempo en estructuras metálicas	Google Académico
3	Determinación del efecto de la soldadura en el comportamiento mecánico en las estructuras metálicas por medio del método de elementos finitos	Revisión	Ecuador	El proceso de soldadura generan deformaciones mecánicas y alteraciones a nivel microestructural	Google Académico
4	Proceso de montaje de estructura metálica, selección de equipos y maquinarias en la construcción de la “Torre C del Estadio George Capwell”, en la ciudad de Guayaquil	Revisión	Ecuador	El proceso de montaje de estructuras metálicas es una actividad frecuente en las edificaciones	Google Académico
5	Aplicación de la Norma AWS D1.1 en la inspección de soldaduras en las uniones de las estructuras metálicas, Del Proyecto de ampliación de la refinería de Talara	Revisión	Perú	El procedimiento de inspección demostró la disminución de fallas en las uniones de las estructuras metálicas	Google Académico
6	Planificación, gestión y control del proyecto - ampliación open plaza Piura III	Revisión	Perú	Uso de máquinas y herramientas adecuadas para optimizar tiempo y costos	Google Académico
7	Diseño metodológico para la estimación de costos de producción de soldadura para el mantenimiento de líneas de transporte de hidrocarburos	Revisión	Colombia	La soldadura disminuye los costos de fabricación y permite diseños más simples	Google Académico
8	Soldadura MIG, TIG en la construcción de estructuras metálicas industriales en el taller autoindustrial en el Valle de los Chillos	Revisión	Ecuador	Correcta aplicación en procesos de soldadura	Scielo
9	Metodología para la detección de fallas en una estructura entramada metálica empleando las técnicas de análisis modal y PSO	Revisión	Colombia	Las estructuras metálicas son revisadas con un procedimiento de inspección visual	Google Académico

10	Sistema para el control y gestión de la producción de estructuras de acero	Revisión	Chile	El Sistema ACEROS es una herramienta que ayuda a mejorar los procesos de planificación y programación de la producción	Google Académico
11	Selección del proceso de soldadura para el montaje de dos tanques de gasolina, como alternativa para los trabajos Metalmecánicos en la refinería Conchán de Petroperú S.A	Revisión	Perú	Falta de selección del proceso de soldadura en los trabajos metalmecánicos	Biblioteca virtual UPN
12	Propuesta de mejora de proceso en el área de soldadura, aplicando la norma AWS D1.1 con un WPS en la empresa Suministro de Fabricación y Construcción SAC - 2017	Revisión	Perú	Propuesta de mejora de los problemas que se dan en el área de soldadura	Biblioteca virtual UPN
13	Control de la estructura metálica en el Puente de la Constitución de 1812 sobre la Bahía de Cádiz	Revisión	España	El control y el establecimiento de procedimientos, han posibilitado la realización de soldaduras de unión	Google Académico
14	Comportamiento de la soldadura en estructuras de acero	Revisión	México	Correcta aplicación e inspección en el uso y manejo de la soldadura conllevan a una fabricación económica y segura	Google Académico
15	Propuesta de mejora de la seguridad industrial en la Empresa Metalmecánica CERINSA E.I.R.L. para aumentar la productividad	Revisión	Perú	El problema principal de las empresas es el poco interés por medir la productividad	Google Académico
16	Estudio de tiempos y movimientos en la fabricación de estructuras metálicas para incrementar la productividad en la empresa ADIFAMM S.R.L., 2016	Revisión	Perú	Relación entre el estudio de tiempos y movimientos en la fabricación de estructuras metálicas	Google Académico
17	Reingeniería de los procesos de soldadura para incrementar la productividad en la construcción de concreteras para la obra civil de la empresa SECONSTRU	Revisión	Ecuador	Realizar flujos de los procesos de soldadura de los mejora la identificación de los defectos en el proceso	Google Académico
18	Comparación entre los métodos de Ultrasonido y Radiografía Industrial para la interpretación y evaluación de discontinuidades en juntas soldadas con bisel tipo V y proceso SMAW según norma AWS D1.1.	Revisión	Ecuador	Una de las técnicas de unión mundialmente utilizada y desarrollada ha sido la soldadura, principalmente de materiales metálicos	Google Académico

19	Estudio del proceso de soldadura SMAW en la fabricación de columnas armadas en estructuras metálicas en la empresa “metal mecánica Antonio Tirado” y su incidencia en las propiedades mecánicas	Revisión	Ecuador	Optimización del proceso de soldadura en la fabricación de estructuras metálicas, para minimizar fallas	Google Académico
20	Planificación para la gestión de proyectos de edificaciones de infraestructura metálica de acero	Revisión	Guatemala	Importancia en la dirección de proyectos para los procesos de planificación, alcance, tiempo, costos, calidad, comunicación y riesgos.	Google Académico
21	Incorporación de conceptos de la metodología Lean en la fabricación y montaje de estructuras metálicas.	Revisión	Costa Rica	El manejo de herramientas para el control de procesos ayuda en el control y ejecución de proyectos de estructura metálica	Scielo
22	Revisión sistemática de literatura. Caso de estudio: modelamiento del proceso de soldadura GMAW	Revisión	México	Existen varias metodologías con las que se aborda el modelamiento del proceso de soldadura GMAW	Redalyc
23	Revisión sistemática de literatura. Caso de estudio: modelamiento del proceso de soldadura GMAW	Revisión	México	El proceso de soldadura por arco de metal y gas GMAW es ampliamente utilizado debido a su capacidad para soldar a grandes velocidades	Redalyc
24	Estudio del proceso de soldadura por fricción agitación (FSW) y su incidencia sobre las propiedades mecánicas en uniones de perfiles de aluminio	Revisión	Ecuador	La herramienta de soldadura es el elemento principal del proceso FSW, permite la generación del cordón de soldadura.	Google Académico
25	Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmeccánica	Revisión	México	Proponer herramientas que permita reducir el tiempo de entrega	Google Académico
26	Factibilidad del uso de estructuras metálicas en el diseño de viviendas multifamiliares	Revisión	Perú	Determinar procesos constructivos y costos en EM	Google Académico
27	Implementación de procedimientos de seguridad en soldadura y corte en la empresa ALLTEC INC S.R.L	Revisión	Perú	El avance de la tecnología han exigido a las industrias la aplicación de normas extranjeras para el funcionamiento de sus	Scielo

				procesos productivos	
28	Soldadura de recargue para reparación de espesores delgados en moldes de termoformado en duraluminio con proceso GTAW	Revisión	Colombia	El proceso de soldadura GTAW es el más conveniente a la hora de aplicar soldaduras en aluminio, favorece la soldabilidad de este tipo de metal	Google Académico
29	Guía de información para el control de la contaminación de gases y humos del proceso de soldadura.	Revisión	Colombia	Procedimientos para el control de la contaminación de gases y humos del proceso de soldadura.	Google Académico
30	Procedimientos de Soldadura y Calificación de Soldadores: una Propuesta de Enseñanza y Guía de Aplicación para la Industria	Revisión	Colombia	La aplicación del modelo motivó en el estudio de la soldadura y procesos afines	SciELO

Como se puede apreciar en la tabla n° 01, se indica los papers, diseño metodológico, país y síntesis de cada una de los artículos científicos que fueron analizados y su respectiva fuente.

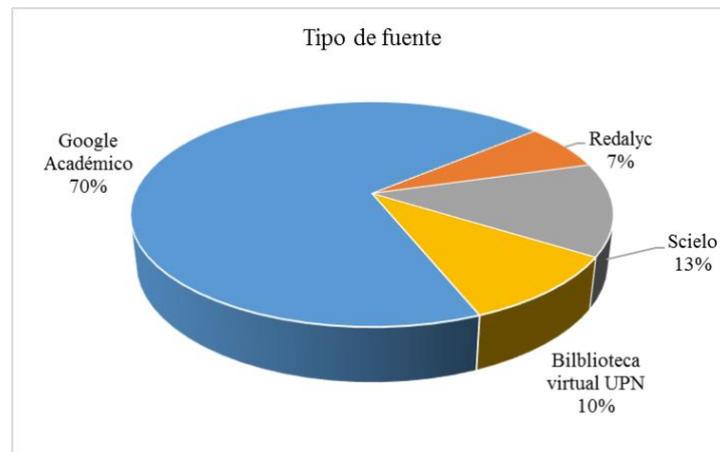
### **CAPÍTULO III. RESULTADOS**

De la búsqueda que se realizó en 30 papers del periodo 2009 – 2018, priorizando la información obtenida de los últimos 3 años (2016 - 2018) donde se pudo identificar información de 18 papers (artículos, tesis, documentos y trabajos de las bibliotecas virtuales) de Google Académico (78%), Biblioteca virtual UPN (17%) y Scielo (6%), fuentes de recolección de información que corroboran el conocimiento inmediato de la investigación. De estos 18 artículos de los cuales se obtuvo información relevante para nuestro objetivo de conocer el procedimientos y normas de soldadura en la fabricación de estructuras metálicas. Cabe indicar que para esta selección solo se consideró información en el idioma español, pero es de gran importancia poder obtener información en el idioma inglés, donde existe mayor información sobre las normas que se establecen en la fabricación de estructuras metálicas.

Del total de artículos el 70% fue obtenido de los motores de búsqueda Google académico, 10% de la Biblioteca virtual UPN, el 13% de Scielo y el 7% de Redalyc, tal como se observa en el gráfico n° 01:

*Gráfico n° 01:*

*Tipo de fuente de búsqueda*



En la figura n° 01 se muestra la distribución porcentual de los motores de búsqueda.

De los 30 artículos científicos, el 60% corresponde a los últimos tres años (2016 - 2018) y solo el 40% a años anteriores (2009 - 2015), tal como se muestra en la tabla n° 02 y 03:

*Tabla n° 02:*

*Artículos estudiados según fuente de información*

N°	Papers	Año	País	Fuente	Tema de investigación
1	Establecimiento de un procedimiento de calificación de soldadores en la empresa SKANSKA del Perú	2016	Perú	Biblioteca virtual UPN	Proceso de soldadura en estructura metálica
2	Criterios de control de calidad en obras de estructura metálica	2018	México	Google Académico	Optimización de tiempos de los procesos de soldadura
3	Determinación del efecto de la soldadura en el comportamiento mecánico en las estructuras metálicas por medio del método de elementos finitos	2018	Ecuador	Google Académico	Proceso de soldadura en estructura metálica

4	Proceso de montaje de estructura metálica, selección de equipos y maquinarias en la construcción de la “Torre C del Estadio George Capwell”, en la ciudad de Guayaquil	2018	Ecuador	Google Académico	Proceso de soldadura en estructura metálica
5	Aplicación de la Norma AWS D1.1 en la inspección de soldaduras en las uniones de las estructuras metálicas, Del Proyecto de ampliación de la refinería de Talara	2017	Perú	Google Académico	Proceso de soldadura en estructura metálica
6	Planificación, gestión y control del proyecto - ampliación open plaza Piura III	2017	Perú	Google Académico	Optimización de tiempos de los procesos de soldadura
7	Diseño metodológico para la estimación de costos de producción de soldadura para el mantenimiento de líneas de transporte de hidrocarburos	2017	Colombia	Google Académico	Proceso de soldadura en estructura metálica
8	Soldadura MIG, TIG en la construcción de estructuras metálicas industriales en el taller autoindustrial en el Valle de los Chillos	2017	Ecuador	Scielo	Proceso de soldadura en estructura metálica
9	Metodología para la detección de fallas en una estructura entramada metálica empleando las técnicas de análisis modal y PSO	2017	Colombia	Google Académico	Proceso de soldadura en estructura metálica
10	Sistema para el control y gestión de la producción de estructuras de acero	2017	Chile	Google Académico	Proceso de soldadura en estructura metálica
11	Selección del proceso de soldadura para el montaje de dos tanques de gasolina, como alternativa para los trabajos Metalmecánicos en la refinería Conchán de Petroperú S.A	2017	Perú	Biblioteca virtual UPN	Proceso de soldadura en estructura metálica
12	Propuesta de mejora de proceso en el área de soldadura, aplicando la norma AWS D1.1 con un WPS en la empresa Suministro de Fabricación y Construcción SAC - 2017	2017	Perú	Biblioteca virtual UPN	Optimización de tiempos de los procesos de soldadura
13	Control de la estructura metálica en el Puente de la Constitución de 1812 sobre la Bahía de Cádiz	2016	España	Google Académico	Proceso de soldadura en estructura metálica
14	Comportamiento de la soldadura en estructuras de acero	2016	México	Google Académico	Proceso de soldadura en estructura metálica
15	Propuesta de mejora de la seguridad industrial en la Empresa Metalmecánica Cerinsa E.I.R.L. para aumentar la productividad	2016	Perú	Google Académico	Proceso de soldadura en estructura metálica
16	Estudio de tiempos y movimientos en la fabricación de estructuras metálicas para incrementar la productividad en la empresa ADIFAMM S.R.L., 2016	2016	Perú	Google Académico	Optimización de tiempos de los procesos de soldadura

17	Reingeniería de los procesos de soldadura para incrementar la productividad en la construcción de concreteras para la obra civil de la empresa SECONSTRU	2016	Ecuador	Google Académico	Proceso de soldadura en estructura metálica
18	Comparación entre los métodos de Ultrasonido y Radiografía Industrial para la interpretación y evaluación de discontinuidades en juntas soldadas con bisel tipo V y proceso SMAW según norma AWS D1.1.	2016	Ecuador	Google Académico	Proceso de soldadura en estructura metálica
19	Estudio del proceso de soldadura SMAW en la fabricación de columnas armadas en estructuras metálicas en la empresa “metal mecánica Antonio Tirado” y su incidencia en las propiedades mecánicas	2015	Ecuador	Google Académico	Proceso de soldadura en estructura metálica
20	Planificación para la gestión de proyectos de edificaciones de infraestructura metálica de acero	2015	Guatemala	Google Académico	Proceso de soldadura en estructura metálica
21	Incorporación de conceptos de la metodología Lean en la fabricación y montaje de estructuras metálicas.	2015	Costa Rica	Scielo	Proceso de soldadura en estructura metálica
22	Revisión sistemática de literatura. Caso de estudio: modelamiento del proceso de soldadura GMAW	2015	México	Redalyc	Proceso de soldadura en estructura metálica
23	Revisión sistemática de literatura. Caso de estudio: modelamiento del proceso de soldadura GMAW	2015	México	Redalyc	Proceso de soldadura en estructura metálica
24	Estudio del proceso de soldadura por fricción agitación (FSW) y su incidencia sobre las propiedades mecánicas en uniones de perfiles de aluminio	2015	Ecuador	Google Académico	Proceso de soldadura en estructura metálica
25	Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmeccánica	2014	México	Google Académico	Optimización de tiempos de los procesos de soldadura
26	Factibilidad del uso de estructuras metálicas en el diseño de viviendas multifamiliares	2014	Perú	Google Académico	Proceso de soldadura en estructura metálica
27	Implementación de procedimientos de seguridad en soldadura y corte en la empresa ALLTEC INC S.R.L	2014	Perú	Scielo	Proceso de soldadura en estructura metálica
28	Soldadura de recargue para reparación de espesores delgados en moldes de termoformado en duraluminio con proceso GTAW	2014	Colombia	Google Académico	Proceso de soldadura en estructura metálica
29	Guía de información para el control de la contaminación de gases y humos del proceso de soldadura.	2012	Colombia	Google Académico	Proceso de soldadura en estructura metálica

30	Procedimientos de Soldadura y Calificación de Soldadores: una Propuesta de Enseñanza y Guía de Aplicación para la Industria	2009	Colombia	SciELO	Proceso de soldadura en estructura metálica
----	---	------	----------	--------	---

En la tabla n° 02 se observa los 30 papers, de los cuales se determinó los temas de investigación, según la información obtenida en la sistematización.

*Tabla n° 03:*

*Distribución de artículos por año*

Año	N°
2009	1
2012	1
2014	4
2015	6
2016	7
2017	8
2018	3
<b>Total</b>	<b>30</b>

En la tabla n° 03 se aprecia que el 60% de la información corresponde a los últimos 3 años.

De los 30 artículos científicos estudiados, el 77% corresponde a trabajos de investigación realizados en países de Sudamérica (Chile, Colombia, Ecuador, Guatemala y Perú); el 20% corresponde a países de Centroamérica (Costa Rica y México) y el 3% a países del continente Europeo (España), tal como se muestra en la tabla n° 04:

*Tabla n° 04:*

*Distribución de artículos por país*

País	N°
Chile	1
Colombia	5
Costa Rica	1
Ecuador	7
España	1
Guatemala	1
México	5
Perú	9
<b>Total</b>	<b>30</b>

En la tabla n° 04 que el mayor número de los trabajos de investigación han sido identificados en Perú, Ecuador, México y Colombia.

De la revisión de los 30 artículos seleccionados, se pudo determinar dos temas de investigación: Proceso de soldadura en estructura metálica y Optimización de tiempos de los procesos de soldadura, tal como se muestra en la tabla n° 05:

*Tabla n° 05:*

*Selección del tema de investigación*

Temas de investigación	Utilidad del tema	Bibliografía referente al tema	Tiempo requerido por el investigador para llevar a cabo su investigación	Recursos económicos necesarios para desarrollar la investigación	Disponibilidad de material necesario	Ponderación
			0 - 10 puntos	0 - 10 puntos	0 - 10 puntos	
Proceso de soldadura en estructura metálica	10	10	6	6	8	<b>8</b>
Optimización de tiempos de los procesos de soldadura	8	5	4	6	5	<b>5.6</b>

En la tabla n° 05 se aprecia que el Proceso de soldadura en estructura metálica es un tema importante a ser analizado como tema de investigación.

Se consideró dentro de nuestros artículos seleccionados a la norma ANSI la cual es la más usada en Latinoamérica para realizar diferentes procesos de soldadura, ya que se enfoca a la fabricación y reparación de toda estructura que trabaje bajo cierto esfuerzo en los diferentes campos de la industria. Además aborda la temática sobre cómo identificar si un procedimiento esta de acorde al trabajo que se piensa desarrollar, así como los pasos a seguir al momento de calificar un procedimiento (Barazorda, 2016).

Además se indica que existen metodologías como el diseño estructuras soldadas, establecimiento de eficiencias de los procesos e implementación de sistemas informáticos

(base de datos), que sirven como referencia para la toma de decisiones en la selección más adecuada del proceso de soldadura a partir de una viabilidad técnica y económica que se ajuste a las necesidades del proyecto (Rodríguez, 2017). Adicional a esto, existe una inadecuada selección del proceso de soldadura en los trabajos metalmecánicos (Cruz, 2017).

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Se analizó un total de 30 artículos científicos en las bases de datos mencionados tomando criterios de selección como el año de publicación, lugar del estudio, idioma y fuente (buscadores recomendados).

De la revisión sistemática, se logró un análisis de los 30 trabajos de investigación, dando prioridad a 18 de ellos por ser información de los últimos 3 años (60%), los cuales pudieron ser encontrados en los buscadores de Google Académico, Biblioteca Virtual UPN, Redalyc y Scielo brindándonos información sobre procedimiento de soldadura en la fabricación de estructuras metálicas.

En los últimos años los procedimientos y normas de soldadura en la fabricación de estructuras metálicas, han recibido la importancia necesaria debido a temas de seguridad. Pero además se ha logrado identificar que es importante analizar como temas de investigación: Procesos de producción en estructuras metálicas., teniendo en consideración lo siguiente: Cuáles son normas que rigen los procedimientos de soldadura, principalmente las más utilizadas en nuestro país como la norma AWS y ANSI.

### **Conclusiones**

Son varios los factores externos en el proceso de soldadura que crean distintos tipos de fallas y en muchos casos se debe a factores humanos que conducen a estos errores. A pesar de que existen estudios de los procedimientos de soldadura, aún se tiene muchas dificultades por lo que es importantes seguir revisando los procesos de soldadura con la ayuda de herramientas que permitan la toma de decisiones en la selección del proceso de soldadura en los trabajos de metalmecánica, pues en muchos casos se maneja de forma empírica.

## REFERENCIAS

- Aranque, O., Arzola, N. (2013) Estado del arte sobre la integridad estructural de uniones soldadas y modelos de propagación de grietas para la gestión de vida en estructuras. *Ingeniare*, 279-292.
- Barazorda, C. (2016). Establecimiento de un procedimiento de calificación de soldadores en la empresa Skanska del Perú. Recuperado de. <http://hdl.handle.net/11537/10516>.  
Página 14.
- Bonilla Salazar, Carlos Eduardo; Rueda, Cristian Marcelo. (2007) Optimización de los procesos en la construcción de estructuras metálicas de edificios. Quito. Página 52; Página 52, Página 2.
- Bullon W., Acosta J., Franco R., Valverde G. (2007) Simulación de un proceso de soldadura mediante un modelo Termo-mecánico considerando el efecto de esfuerzos residuales utilizando el método de elementos finitos. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Chiavenato, Idalberto (2000). Administración de recursos humanos. Quinta edición, España: Mc Graw Hill.
- Giachino, Joseph; WEEKS, William R. (2007) Técnica y práctica de la soldadura; Madrid. Ed Reverté S.A. Página 1-2.
- Cruz, Juan C. (2017). Selección del proceso de soldadura para el montaje de dos tanques de gasolina, como alternativa para los trabajos metalmecánicos en la refinería Conchán de Petroperú S.A. Perú: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Trabajo de suficiencia profesional. Página 9.
- Houldcroft, P.T. (2000). Tecnología de los procesos de soldadura. Madrid. Ed Ceac S.A. Página 9.

- Rodríguez, Andrés J. (2017). Diseño metodológico para la estimación de costos de producción de soldadura para el mantenimiento de líneas de transporte de hidrocarburos. Colombia: Facultad de Ingeniería Instituto de Postgrados. Página 10.
- Sánchez, A., (2010). Modelo analítico para el estudio de rotores flexibles. Rev. UIS Ing., vol. 9, no. 1, pp. 69–76.
- Valverde, A. (2018). Propuesta de mejora de proceso en el área de soldadura, aplicando la norma AWS D1.1 con un WPS en la empresa Suministro de Fabricación y Construcción SAC. Recuperado de. <http://hdl.handle.net/11537/12813>.