



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

INFLUENCIA DEL METODO DE GESTION Y OPTIMIZACION EN LOS COSTOS, TIEMPOS Y CALIDAD DE LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS: una revisión sistemática entre 2010-2020.

Trabajo de investigación para optar al grado de:

**Bachiller en Ingeniería Civil**

**Autor:**

Juan Carlos Eduardo Meléndez Guaylupo

**Asesor:**

Mg. Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Trujillo - Perú

2020



## **DEDICATORIA**

En primer lugar a Dios por brindarme sabiduría y tolerancia en cada paso de mi camino educativo. A mis padres Carlos y Milagros, por ser ellos el motor y motivo de mi formación estudiantil, por el apoyo y la atención incondicional que me brindan a lo largo de mi vida.



## **AGRADECIMIENTO**

A nuestro asesor que, con sus consejos, su inteligencia y sus ganas de enseñar se hizo posible este trabajo de investigación. Y a nuestra alma mater la Universidad Privada del Norte, la cual nos dio un aprendizaje con valores y principios para ser ingenieros capaces de afrontar a las adversidades.



## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>38</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Investigaciones incluidas según su título, fuente y año.....	22
<b>Tabla 2:</b> Porcentaje de investigaciones excluidas e incluidas.....	24
<b>Tabla 3:</b> Porcentaje de investigaciones según su año de publicación.....	28
<b>Tabla 4:</b> Influencia en los costos, tiempos y calidad en proyectos aplicando la filosofía Lean Construction.....	31



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Diagrama de flujo de los filtros aplicados a las investigaciones.....	21
<b>Figura 2:</b> Porcentaje de investigaciones excluidas e incluidas.....	25
<b>Figura 3:</b> Gráfico de barras porcentual de información obtenida según las Revistas de publicación extraídos de fuentes confiables.....	26
<b>Figura 4:</b> Gráfico de barras porcentual de información obtenida según País de Procedencia para esta revisión sistemática.....	27
<b>Figura 5:</b> Gráfico de barras porcentual de la información obtenida según el año de publicación, según la figura, en el año 2010 y 2019 se tuvo la mayor cantidad de artículos.....	29
<b>Figura 6:</b> Gráfico de barras porcentual de la información obtenida según el tipo de documento (Artículos y Tesis) para esta revisión sistemática sobre los modernos métodos de gestión.....	30



## RESUMEN

El presente artículo describe las diferentes situaciones en las que se encuentran los países con respecto a los usos de los métodos de gestión para la construcción, que tuvo como objetivo identificar la importancia, el desarrollo y oportunidades de innovación llegando a resultados cuantitativos sorprendentes. Para las fuentes de información, la búsqueda y selección fueron rigurosamente seleccionadas, extraídas de Dialnet, Scielo, Redalyc, JSTOR y Google académico. La bibliografía está compuesta por 28 publicaciones producidas entre 2010 y 2019, además se codificaron los datos de cada uno; título, autor revista de publicación, país, método, conceptos, año, tipo de documento, objetivo, resultados, instrumentos de medición y conclusiones. Los resultados muestran la importancia e impacto de la aplicación de los métodos Lean Construction y BIM en el sector de la construcción, generando grandes inversiones y ahorro en todos los sentidos, me refiero a tiempo, costo y optimización de la calidad. Se tomó en cuenta la documentación necesaria para luego tener en cuenta los diversos aportes que traten del tema de interés. Se concluye que es de gran importancia la implementación de nuevos métodos de gestión, ya que como profesionales queremos estar a la altura de asumir nuevos retos teniendo en cuenta la seguridad de un desarrollo y por consecuente permitir como país llegar a un desarrollo en varios aspectos, ya sea social y económico.

**PALABRAS CLAVES:** Métodos de Gestión, Construcción sustentable, Lean construction, BIM.



## ABSTRACT

This article describes the different situations in which the countries find themselves with respect to the uses of management methods for construction, which aimed to identify the importance, development and opportunities for innovation, reaching surprising quantitative results. For the information sources, the search and selection were rigorously selected, extracted from Dialnet, Scielo, Redalyc, JSTOR and academic Google. The bibliography is composed of 28 publications produced between 2010 and 2019, in addition the data of each one was codified; title, author of publication magazine, country, method, concepts, year, type of document, objective, results, measurement instruments and conclusions. The results show the importance and impact of the application of Lean Construction and BIM methods in the construction sector, generating large investments and savings in all senses, I refer to time, cost and quality optimization. The necessary documentation was taken into account and then the various contributions dealing with the topic of interest were taken into account. It is concluded that it is of great importance the implementation of new management methods, since as professionals we want to be at the height of assuming new challenges taking into account the security of a development and consequently allowing as a country to reach a development in several aspects, either social and economic.

**KEY WORDS:** Management Methods, Sustainable Construction, Lean construction, BIM.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El modelo Lean tiene sus orígenes después de la segunda guerra mundial, cuando Japón estaba en un periodo de crisis social y una recesión económica muy severa. Sus industrias debían reinventarse para lograr una mayor productividad. (Ramos, Dávalos, López y Rodríguez, 2015). Es por eso por lo que el modelo Lean está basada en conceptos de gestión del sistema de producción Toyota, aborda las causas de muchos de los problemas que limitan la eficiencia en la construcción, centrándose en la reducción de las pérdidas a lo largo del flujo productivo. (Pérez, Del Toro y López, 2019).

El rubro de la construcción ha mejorado la calidad de vida de las personas, permitiéndoles vivir en ciudades, trasladarse en vías pavimentadas, tener acceso a servicios básicos de agua potable, desagüe y energía eléctrica, de modo que actualmente la sociedad depende en gran medida de la infraestructura ejecutada por esta industria (Alejandro Deville del Águila, Gian Pedro Gallo Rentería, 2017).

Sin embargo, existe un gran retraso en sus métodos constructivos, porque implementan pocos cambios al sistema tradicional-común, exhibiendo muchas fallas y vacíos, entre las cuales están: la falta de calidad, falta de coordinación, fallas de seguridad, incumplimiento del plazo de entrega, por mencionar algunas (Ramos, Dávalos, López y Rodríguez, 2015). Es decir, la industria de la construcción se ha quedado rezagada (en comparación con la industria manufacturera) en la implementación y mejora (I. Maradzano, R.A. Dondofema y S. Matope, 2019).



Lean Construction es una filosofía que cambia el pensamiento tradicional de trabajo en el sector construcción por medio de sistemas de gestión innovadores fundamentados en análisis de pérdidas, reducción o eliminación de aquellas, planificando las actividades con el objetivo de mejorar la productividad en la construcción (costos, tiempos y calidad), eliminando actividades que no aportan para el resultado de la obra. (Miguel David Rojas López, Mariana Henao Grajales y María Elena Valencia Corrales, 2016 - Burcu Salgin, Paz Arroyo y Glenn Ballard, 2016). Un proceso “Lean” es aquel que no tienen desperdicios, por esta razón es imprescindible identificar estos desperdicios en cada uno de los procesos, con el fin de eliminarlos por completo evitando que vuelvan a aparecer (Adriana Gómez Cabrera, Natalia Quintana Pulido y Jorge Orlando Ávila Díaz, 2015).

Su utilización es aún incipiente en países en vías de desarrollo, tal es el caso de México. Al contrario, naciones como Estados Unidos, Reino Unido, Brasil, Australia, Francia, Alemania, Chile, aplican esta filosofía comúnmente en la gestión de la obra (Luis Fernando Alarcón Cárdenas, Eugenio Pellicer Armiñana, 2010). En España también es de gran repercusión la relación del entorno “BIM” de la mano con el método “Lean Construction” (Xavier Max Brioso Lescano, 2016).

Por todas estas razones es fundamental hacer una revisión en la que se conteste la siguiente pregunta: ¿Cuál es la revisión sistemática de la influencia del método de gestión y optimización en los costos, tiempos y calidad de las empresas constructoras? El objetivo es determinar la influencia del método de gestión y optimización en los costos, tiempos y calidad de las empresas constructoras a partir de la revisión sistemática en los últimos diez años.



Con la implementación de nuevos métodos de construcción la idea es buscar la perfección tratando de eliminar o reducir los trabajos que no contribuyen y que son pérdidas netas, con el objetivo principal de identificar la producción para la optimización buscada.

El sector de la construcción es un factor muy importante para la economía, la cual genera miles de empleos y hace que la implementación de nuevos métodos sea un desafío importante a nivel global. La alternativa propuesta es una solución para la mejora continua de todos los procesos de desperdicio ya mencionadas, siguiendo un balance llamado “TFV” (Transformación-Flujo-Valor). Según Hoyos y Botero (2018) asegura que el “TFV” plantea el objetivo de optimizar las transformaciones minimizando los tiempos de espera, inspección y movimiento, a fin de obtener más valor en los productos finales.

La filosofía Lean Construction es una tendencia creciente en el sector de la construcción debido a los beneficios que aporta al mejoramiento de la producción en los proyectos, prueba de su crecimiento es su expansión mundial (Hernán Porras Díaz, mar Giovanni Sánchez Rivera y José Alberto Galvis Guerra, 2014). Prueba de esto es la implementación en diversos países como Estados Unidos, Brasil, Chile, Inglaterra (Ramos, Dávalos, López y Rodríguez, 2015).

Es común que las constructoras no contraten a personal capacitado en las tareas de planeación y control, por lo que, el desarrollo de las acciones administrativas es efectuadas de manera constante por gerentes y/o supervisores. La falta de preparación tiene como único resultado la merma en la calidad laboral y tiempo perdido, lo que conduce a la problemática del valor del producto, que eleva su precio para solventar las ineficiencias del personal. Además, las organizaciones no ocupan algún software profesional, para la planeación y el control del proceso de obra (Cantú, A., Moreno, J., Gallina, M. y García, G. ,2009).

## 1.2. Antecedentes

El objetivo del artículo científico titulado “Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio” se implementó conceptos de LC (*Lean Construction*) y BIM (*Building Information Modeling*) a la gestión administrativa del proceso constructivo de vivienda popular (hasta 42.50 m<sup>2</sup> y 200 salarios mínimos) llevado a cabo en Torreón, Coahuila, México, se evaluó posibles beneficios económicos y de tiempo en la realización de la edificación. Se tomará mediciones de producción reales de actividades con Cartas Balance, para demostrar el nivel de producción del personal obrero, enfocándose únicamente a las etapas de análisis y construcción. Posteriormente con los resultados obtenidos, se realizó una nueva propuesta de gestión de la obra con la metodología BIM, realizando un modelo 3D en *Revit* de las viviendas y con los resultados obtenidos del trabajo productivo y el *software Naviswork*, se obtuvo un proyecto BIM 4D, enfocado al tiempo de construcción de la obra. Con relación al análisis de la productividad realizado se exponen soluciones claras y concisas, para el incremento de este concepto en el desarrollo de la obra estudiada. En esta investigación, con la implementación de LC y BIM se obtuvo como resultado una optimización importante en el tiempo de construcción, se redujo lo establecido por la desarrolladora para terminar las 24 viviendas de 14 semanas, a concluirse con la nueva programación en 11 semanas. **Ahorro en tiempo de un 26.56%**, lo que repercute en una disminución del precio de venta de la vivienda al reducir los costos indirectos y directos de mano de obra. El análisis general de las cartas de balance elaboradas demostró que el TP de la obra se situó en un 43%, el TC rondó un 25% y el TNC un 32%, último concepto muy alto. En la Tabla 2 se muestra la relación de los

TNC de las actividades revisadas, indicando según los resultados encontrados, que tiempo es el que debió de haberse ocupado (Pérez, Del Toro y López, 2019).

En el artículo “Análisis para la implementación del modelo Lean en el sector de la construcción” se quitó todas las barreras para la implementación de la metodología LC y encontrar la manera en que se pueda adaptar un modelo que originalmente fue planteado para la industria manufacturera. En el artículo “*Lean Construction: where are we and how to proceed?*”, (Bertelsen, B., 2004), se presentan dos estrategias para su implementación. La primera es definir el sector de la construcción como una de manufactura; concientizando de la concatenación de todos los procesos constructivos, consiguiendo controlar de mejor manera la calidad, la seguridad y los tiempos de entrega. Para realizar este artículo, utilice como fuentes artículos científicos de distintas bases de datos, muchos de estos encontrados en EBSCOHOST, en la base de datos del Grupo Internacional para Lean Construction, del LCJ, entre otras. Con base a lo planteado en este artículo se puede concluir que el método *Lean Construction (LC)* tiene un potencial nato aplicable al área industrial de la construcción, siendo evidente cada vez más su auge. Es una situación global que las empresas de este sector busquen la factibilidad de su implementación por los beneficios que *LC* brinda. Aunado a esto, se debe tener en cuenta, que en sectores de la construcción como lo es la edificación de vivienda en serie, se pueden obtener crecimientos económicos, aunado a una reducción considerable en el impacto ambiental, gracias a las técnicas de producción que tiene *LC* (Ramo, Dávalos, López y Rodríguez, 2015).

Por otro lado, en la tesis titulada “Contribución de Lean construction para alcanzar la construcción sostenible” se realizó un análisis comparativo de la simulación de la construcción de un proyecto inmobiliario de vivienda masiva a través de dos metodologías.



La primera de ellas, consiste en el sistema de construcción tradicional, el cual está asociado a la metodología de producción tradicional (previo a la implementación de herramientas Lean). La segunda metodología analizada consideró la implementación de las herramientas y principios de Lean Construction. El siguiente proceso fue el de cuantificar los porcentajes de desperdicios para ambas metodologías. En el caso, de Lean Construction, se realizaron encuestas dirigidas a ingenieros de producción, residentes o de oficina técnica de proyectos de construcción ejecutados recientemente. El objetivo de la encuesta fue obtener porcentajes reales de desperdicios de materiales y al mismo tiempo encontrar una relación positiva o negativa entre el grado de implementación de Lean Construction y la reducción de impactos ambientales. Por otro lado, para obtener los porcentajes de desperdicios en la metodología tradicional, se recurrió a la literatura existente (ediciones pasadas de CAPECO) y entrevistas. una vez simulada la construcción del proyecto a través de ambas metodologías, se realizó un análisis comparativo entre ellas, en el cual se encontraron las diferencias en el consumo energético, generación de desperdicios de materiales y tiempos de duración de actividades. Se obtuvieron los impactos ambientales producidos por estas diferencias, los cuales serán cuantificados a través de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV). En primer lugar, la duración del tiempo de ejecución del proyecto varía entre una metodología y otra por dos razones: la primera de ellas es debido a que el sistema de gestión Lean permite emplear herramientas y conceptos que favorecen el flujo de producción y reducen los tiempos muertos (o pérdidas); esto se aprecia de mejor manera en las tablas 4.01 y 4.10, donde se observa que para Lean las actividades tienen menor duración, debido a que son sectores más pequeños, y no hay tiempos muertos entre ellas. La segunda razón, es que



debido a la gestión y control Lean la cantidad de material a procesar se reduce y se tiene menor cantidad de desperdicio.

- Duración de la ejecución según Lean: 46 días útiles.
- Duración de la ejecución según Tradicional: 78 días útiles.

El estudio analiza la contribución en generación de impactos ambientales de dos metodologías de producción estableciendo claras diferencias entre ambas. Gracias a la mejora continua, reducción de inventarios, planificación diaria, lookahead, programación de actividades por sectores, disminución de la variabilidad, control y aseguramiento de la calidad; se observa que el consumo de materiales es menor, consiguiendo una reducción de 2.3% y 7% en concreto premezclado y acero de refuerzo, respectivamente (Deville y Gallo,2017).

En la tesis de Villafuerte en el 2016, titulada “Lineamientos para mejorar la gestión de proyectos de construcción de los gobiernos regionales y locales en la etapa de preinversión, bajo el enfoque de Lean construction” se realizó una recopilación documental con la finalidad de desarrollar un estudio de diagnóstico sobre la gestión de obras públicas y sobre los principales factores que contribuyen a la misma, desde un enfoque legal, presupuestario y estadístico. Asimismo, se realizó una investigación de campo sobre la gestión de Proyectos de Inversión Pública a través de las herramientas informáticas que ofrece el Estado Peruano y mediante la información que se obtendrá de entrevistas y encuestas realizadas a responsables de las áreas relacionadas con los Proyectos de Inversión Pública en los Gobiernos Regionales y Locales. En donde se concluye que los Gobiernos Regionales y Locales cumplen un rol importante en la infraestructura y en el desarrollo del



Perú, en el transcurso de la investigación se han presentado varias posibilidades y dificultades regionales y locales para la implementación de una gestión con base en la filosofía Lean Construction. Existe pérdida de valor del proyecto debido a la fragmentación de la Unidad Formuladora y la Unidad Ejecutora y por los contratos de los estudios del proyecto por parte de cada Unidad. Los lineamientos de la Unidad Formuladora son revisados, en algunos casos, por consultores externos y luego registrados para la evaluación de la OPI. Al declarar la viabilidad del proyecto, la Unidad Ejecutora formula los términos de referencia donde se contempla dichos estudios y se licita el diseño del proyecto.

Ya presentado el tema de investigación, nos planteamos la siguiente pregunta ¿Cuáles es la influencia del método de gestión y optimización en los costos, tiempos y calidad de las empresas constructoras? Para llegar a tener una respuesta concisa, se plantea el objetivo principal de este trabajo: Identificar la influencia del método de gestión y optimización en los costos, tiempos y calidad de las empresas constructoras a partir del análisis exhaustivo de los diferentes artículos de investigación.

Es importante y sería innovador la aplicación del método Lean Construction en nuestro país a mayor escala; ya que se puede comprobar, como en los proyectos ya finalizados, tener una mejor gestión de los tiempos y por consecuente tener un impacto positivo en el valor del producto. Para la ejecución de los nuevos métodos de gestión se utilizan mayormente los programas como: Revit, Naviswork y Microsoft Project, según lo requiera el proyecto considerando las tres variables fundamentales en una obra, es decir, a la “Mano de Obra”, “Materiales” y “Equipos”. De esta manera, se hace el llamado de los lectores que realicen más búsquedas de proyectos con esta misma filosofía, para tener una idea más objetiva de los temas de gestión.



En los artículos de investigación y tesis estudiados, se puede afirmar la optimización de los procesos en los cuales fueron basados en la filosofía Lean, porque se enfocan en la reducción de desperdicios y planeamiento. Las dificultades que se presentan son en la adaptación hacia el mercado constructor, ya que hoy en día existen las bases bien establecidas para desarrollar cada partida o descripción.



## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

La búsqueda de información se basó en artículos científicos, revistas de alta confiabilidad, como por ejemplo Scielo, Redalyc, Ebsco, EAFIT, Jstor, Dialnet. Estas herramientas ayudan a la búsqueda de tesis, resúmenes, libros, enlaces a libros, sociedades profesionales, universidades y otras organizaciones. Su filosofía común principal es facilitar el acceso a los conocimientos de los estudios realizados, en esta revisión sistemática seleccionamos a los países de Perú, Colombia, Chile, Portugal, Estados Unidos, España, México, Ecuador, Canadá, Brasil, Turquía, South African,. Estos buscadores integran de manera exclusiva las publicaciones para revistas para ser publicadas sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de comunicación hacia cualquier parte del mundo. La selección de países se filtró netamente por la importancia al aporte de esta revisión sistemática, teniendo a Estados Unidos y a Colombia como los países principales que colaboraron con mayor porcentaje a la recopilación de información. Por otro lado, se buscó a propósito fuentes de Perú para lograr ver en qué situación nos encontramos en la actualidad con respecto a los métodos de gestión en general aplicados a construcciones para poder debatirlos más adelante. Los artículos y revistas científicas originales incluidas son entre el año 2010 y 2019 que ayudan a dar un mejor enfoque e información de la realidad actual.

El presente estudio, de revisión sistemática, se escogió información en diferentes idiomas: inglés, español y portugués. En el idioma inglés se hallaron 10 artículos de gran relevancia, ya que como sabemos el país en destacar en casi todos los ámbitos es el de los Estados Unidos, abarcando grandes base de datos de manera confiable y veraz, siendo



probablemente el país con mayor desarrollo a nivel mundial; en el idioma español se escogieron 9 artículos de fuentes confiables a nivel de Latinoamérica y Europa, teniendo una idea más clara de los procesos a utilizar ya que son países vecinos y tienen algunos factores que toman en cuenta similar a nosotros, me refiero a normas o leyes del estado. Así mismo, se escogió 1 artículo de idioma portugués para verificar que tan similar o diferente se aplicaba en el país vecino de Brasil, siendo ciertamente un país latinoamericano, pero teniendo un diferente idioma y muy relacionados a la cultura japonesa, que es en realidad la cuna de algunos métodos de gestión aplicadas a la ingeniería como por ejemplo el “Lean Construction”.

Para la autenticación y garantía del proceso de búsqueda se usaron los siguientes términos o palabras claves vinculados al título del tema de investigación: “Metodología Lean construction”, “Gestión en Ingeniería Civil”, “Métodos de Gestión”, “Metodología BIM”, “Gestión en construcción”, “Nuevas metodologías en construcción”. Utilizando las siguientes palabras clave: “Lean Construcción”, “Planificación”; “Producción Gestión”; “Lean”; “Pérdidas”; “Producción”; “Last Planner System”; “Diseño Lean”, “residuos de construcción y demolición”, “reducción de desperdicios”; “Construcción sustentable”; “integración”, “BIM”. Las cuales en la revista Scielo encontramos muchas respuestas pero se hace la selección de filtros con las palabras claves: “Lean Construction” y “Gestión”, de igual manera con el año de publicación máximo desde el 2010; por último, después de ser analizadas exhaustivamente se seleccionaron los siguientes titulados: “Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas”, “An initial evaluation of a method for adopting kaizen events in the construction sector”, “APPLICATION OF LEAN PRINCIPLES IN THE SOUTH AFRICAN CONSTRUCTION INDUSTRY”, “Estrategia de reflexión para



enseñanza de proyectos de construcción en Ingeniería Civil”, “Evolución e impacto mundial del Last Planner System: una revisión de la literatura”, “Exploring the relationship between lean design methods and C&D waste reduction: three case studies of hospital projects in California”, “Integración conceptual Green-Lean en el diseño, planificación y construcción de proyectos”, “Lean construction – LC bajo pensamiento Lean”.

Por otro lado, en la revista Dialnet seleccionar las palabras claves “Gestión moderna en construcción” y “Filosofía Lean Construction”, de igual manera buscar que los títulos tengan las dos variables de interés de esta revisión sistemática y por último, con los rangos de años permitidos según se titula esta investigación, es así que se seleccionaron los siguientes artículos: “Análisis para la implementación del modelo Lean en el sector de la construcción”, “Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual”, “Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio”, “Reducing Variability to Improve Performance as a Lean Construction Principle”.

Así mismo, en la revista Redalyc son los siguientes: “Visualization of Work Flow to Support Lean Construction”, “BIM 5D models and Lean Construction for planning work activities in reinforced concrete bridges”, “Reducing Variability to Improve Performance as a Lean Construction Principle”, “Simulación de eventos discretos y líneas de balance, aplicadas al mejoramiento del proceso constructivo de la cimentación de un edificio”, “Aplicação da Filosofia Lean Construction no Processo Produtivo de uma Empresa do Setor de Construção Civil”; y en JSTOR se hizo el filtro de la siguiente palabras claves “Método Lean” y “Construcción sustentable”.

Luego en se filtró los papers que tengan las variables de interés con el rango de años permitidos para esta revisión sistemática; es decir entre el año 2010 y 2020, y para la identificación de los documentos se estudió temas de metodologías usadas en obras de construcción ya ejecutadas con resultados en cuadros estadísticos beneficiando al método utilizado, con su respectiva discusión y resultados. Y por último, se revisó algunos antecedentes con respecto a la historia del “Método Lean Construction” para tener más data en base a los conceptos utilizados en esta investigación.

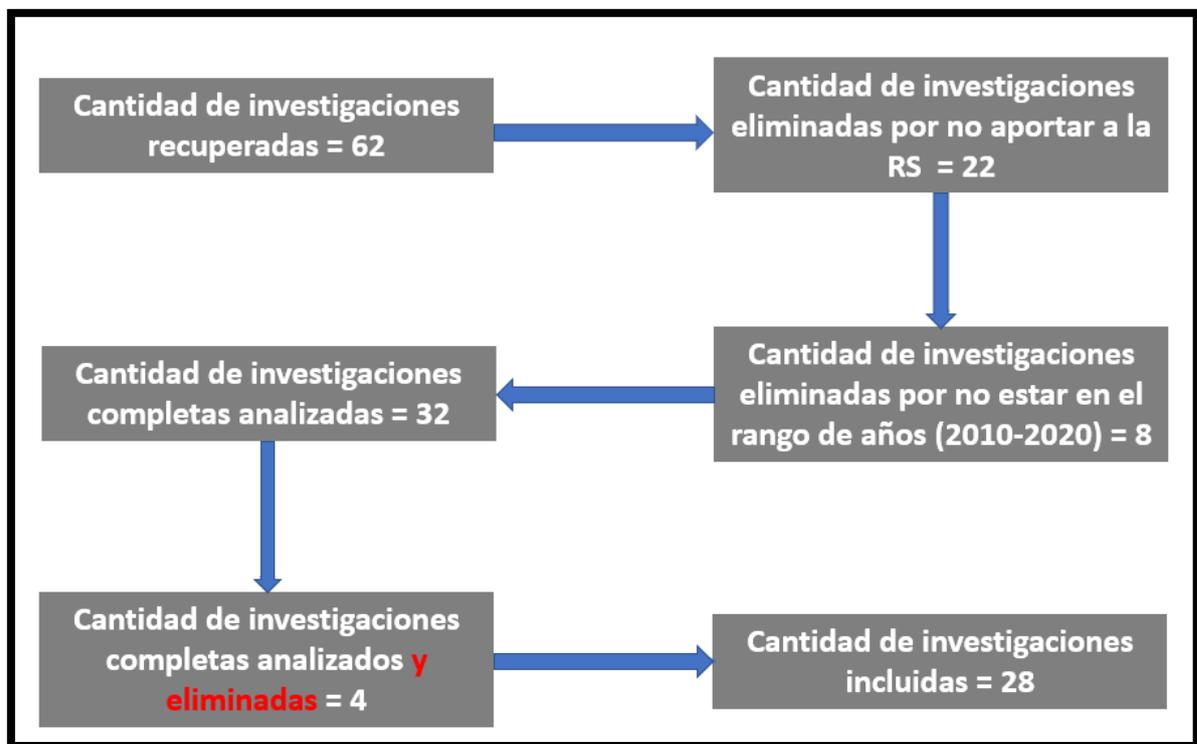


Figura 1. Diagrama de flujo de los filtros aplicados a las investigaciones

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

La búsqueda de artículos de revisión en las bases de datos arrojó muchos resultados, en el periodo de tiempo de 2010 a 2020, distribuidos de la siguiente manera: Scielo, 25 artículos; Redalyc, 6 artículos; Dialnet, 8 artículos; JSTOR, 2 artículo; Google Académico, 6 Tesis. A partir de este número total se eliminaron aquellos artículos que no tenía mucha concordancia con la investigación. Luego, se aplicaron criterios de inclusión y de exclusión hasta obtención de número final entre 28 artículos y tesis para la presentación de resultados, distribuidos de esta forma: Scielo, 14 artículos; Redalyc, 7 artículos; Dialnet, 5 artículos; JSTOR, 2 artículo; Google Académico, 2 Tesis.

Tabla 1

*Investigaciones incluidas según su título, fuente y año.*

Nº	BASE DE DATOS	Año	Título de artículo de investigación
1	Dialnet	2015	Análisis para la implementación del modelo Lean en el sector de la construcción.
2	Dialnet	2014	Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual.
3	Dialnet	2019	Mejora en la construcción por medio de Lean Construction y Building Information Modeling: caso estudio.
4	Dialnet	2016	Un aspecto positivo derivado de la crisis inmobiliaria: aplicación de los principios de la construcción sin pérdidas a través de la figura del «Lean construction» y su relación con BIM.
5	Dialnet	2019	Aplicación de metodología Lean Construction para mejorar la productividad de obra en saneamiento Av. Prolongación Cieza de León - Chiclayo
6	Dialnet	2019	Aplicación de la filosofía Lean Construction en la ejecución y control de proyectos civiles
7	Dialnet	2019	Application of Lean principles in the South African construction industry

8	Dialnet	2018	Análisis y mejora de la productividad aplicando la filosofía Lean Construction en el mejoramiento de la Av. Pedro Miotta en San Juan de Miraflores - Lima
9	Dialnet	2018	Sistema de gestión de proyectos de construcción basado en la filosofía Lean y en el PMBOK para mejorar su productividad
10	Scielo	2010	Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas.
11	Scielo	2017	Gestión de productividad de la filosofía Lean Construction en el proceso de relleno en la presa Palo Redondo
12	Scielo	2018	An initial evaluation of a method for adopting kaizen events in the construction sector.
13	Scielo	2019	APPLICATION OF LEAN PRINCIPLES IN THE SOUTH AFRICAN CONSTRUCTION INDUSTRY.
14	Scielo	2019	Estrategia de reflexión para enseñanza de proyectos de construcción en Ingeniería Civil.
15	Scielo	2018	Evolución e impacto mundial del Last Planner System: una revisión de la literatura.
16	Scielo	2016	Exploring the relationship between lean design methods and C&D waste reduction: three case studies of hospital projects in California.
17	Scielo	2010	Integración conceptual Green-Lean en el diseño, planificación y construcción de proyectos.
18	Scielo	2015	Simulación de eventos discretos y líneas de balance, aplicadas al mejoramiento del proceso constructivo de la cimentación de un edificio.
19	Redalyc	2010	Visualization of Work Flow to Support Lean Construction.
20	Redalyc	2017	BrIM 5D models and Lean Construction for planning work activities in reinforced concrete bridges.
21	Redalyc	2010	Reducing Variability to Improve Performance as a Lean Construction Principle.
22	Redalyc	2015	Simulación de eventos discretos y líneas de balance, aplicadas al mejoramiento del proceso constructivo de la cimentación de un edificio.
23	Redalyc	2017	Contribución de Lean Construction para alcanzar la construcción sostenible
24	Redalyc	2017	Aplicação da Filosofia Lean Construction no Processo Produtivo de uma Empresa do Setor de Construção Civil.

25	Google Académico	2017	CONTRIBUCION DE LEAN CONSTRUCTION PARA ALCANZAR LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.
26	Google Académico	2010	Identificación de Pérdidas en el Proceso Productivo de la Construcción.
27	JSTOR	2019	Lean Construction Implementation: Case Study
28	JSTOR	2018	Sistema de gestión de proyectos de construcción basado en la filosofía Lean y en el PMBOK para mejorar su productividad"

Nota: Se seleccionaron 28 artículos los cuales estudiaban la variable de interés y estaban en el tiempo establecido 2009-2019.

En la figura número 2 y tabla número 2 se puede apreciar el porcentaje de las investigaciones excluidas con un 55% y las incluidas con un 45% del total.

Tabla 2

*Porcentaje de investigaciones excluidas e incluidas*

<b>RESULTADO</b>	
Investigaciones Incluidas	45%
Investigaciones Excluidas	55%

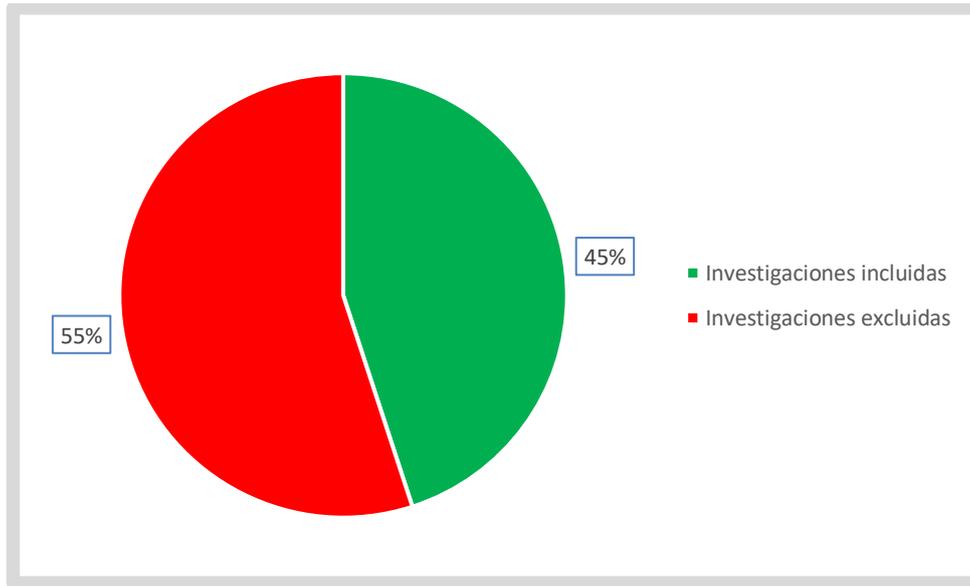


Figura 2. *Porcentaje de investigaciones excluidas e incluidas.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Se puede observar en la figura número 3, que la plataforma de revistas “Scielo” es la que abarca más investigaciones de métodos de gestión para la construcción a nivel mundial con sus publicaciones de artículos originales con un 50%, teniendo en cuenta que es una fuente muy confiable; y por otro lado se encuentra la revista JSTOR una plataforma netamente norteamericana en donde se obtuvo solo un 7% de esta investigación.

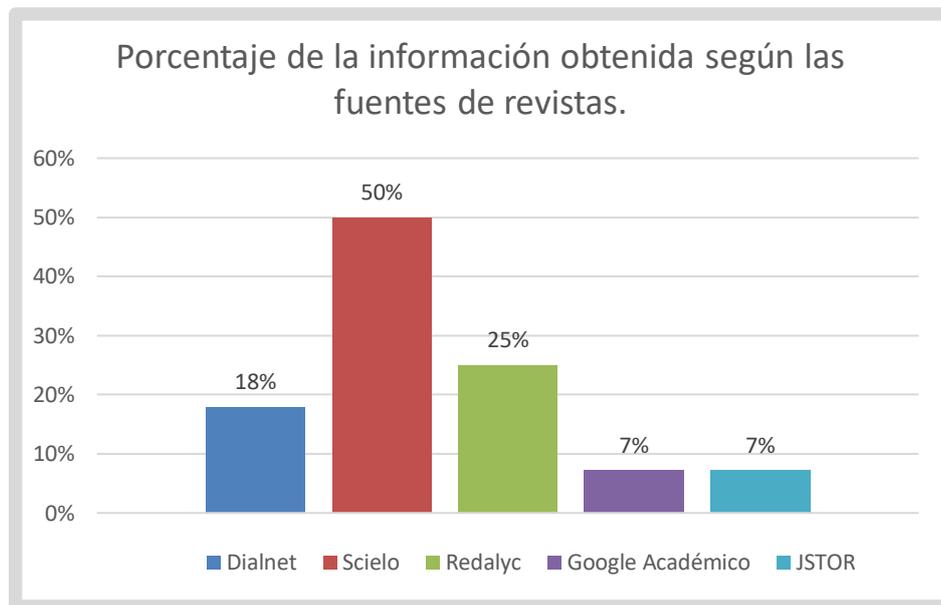


Figura 3. Gráfico de barras porcentual de información obtenida según las Revistas de publicación extraídos de fuentes confiables.

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra que en Estados Unidos y Colombia son los países con mayor alcance de información, ya que existen más investigaciones con respecto a los nuevos métodos de gestión con un 25% cada uno respectivamente, estando por consecuencia más actualizados en el ámbito de la construcción; y los países donde existen escasas de investigación son España, Perú, Brasil, Turquía, cada uno con un 5% respectivamente.

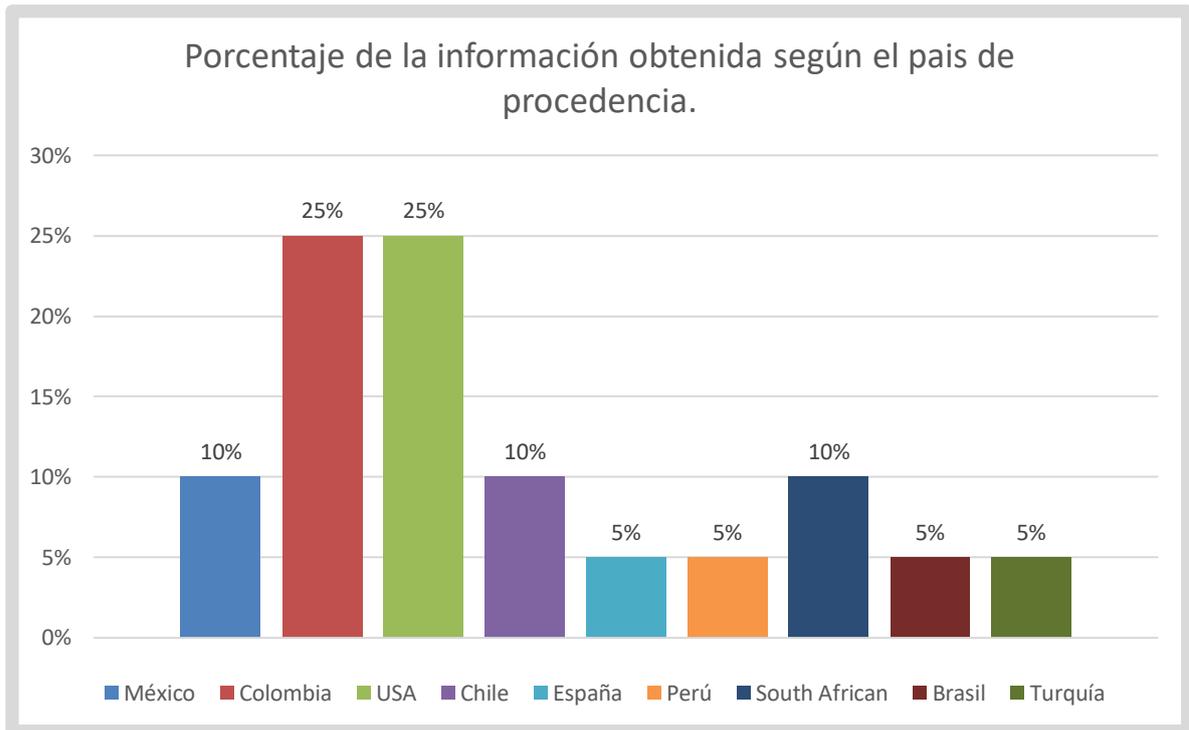


Figura 4. Gráfico de barras porcentual de información obtenida según País de Procedencia para esta revisión sistemática.

Fuente: Elaboración propia.

### *Características de los estudios*

Se observa que en el año 2019 fue de gran relevancia e impacto para el mundo los nuevos métodos de gestión dando como resultado el 25% del total de esta revisión sistemática, eso quiere decir que nuestras técnicas y metodologías a utilizar son actuales y confiables, vale mencionar que los estudios del 2010 también abarcan un gran porcentaje, me refiero a un 21%,. Por otro lado, en el 2014 no existieron muchas investigaciones ni artículos que aporten al tema del avance de la construcción, teniendo solo un 4% del total de este trabajo. Y en los años 2011, 2012 y 2013 no se ha considerado ninguna referencia que ayude con sus revistas científicas a esta revisión sistemática.

Tabla 3

*Porcentaje de investigaciones según su año de publicación.*

Año	N° de investigaciones	Porcentaje
2010	6	21%
2014	1	4%
2015	2	7%
2016	2	7%
2017	5	18%
2018	5	18%
2019	7	25%
	28	100%

En la figura número 05 se puede observar que en al año 2019 está el mayor porcentaje; es decir mayor número de investigaciones.

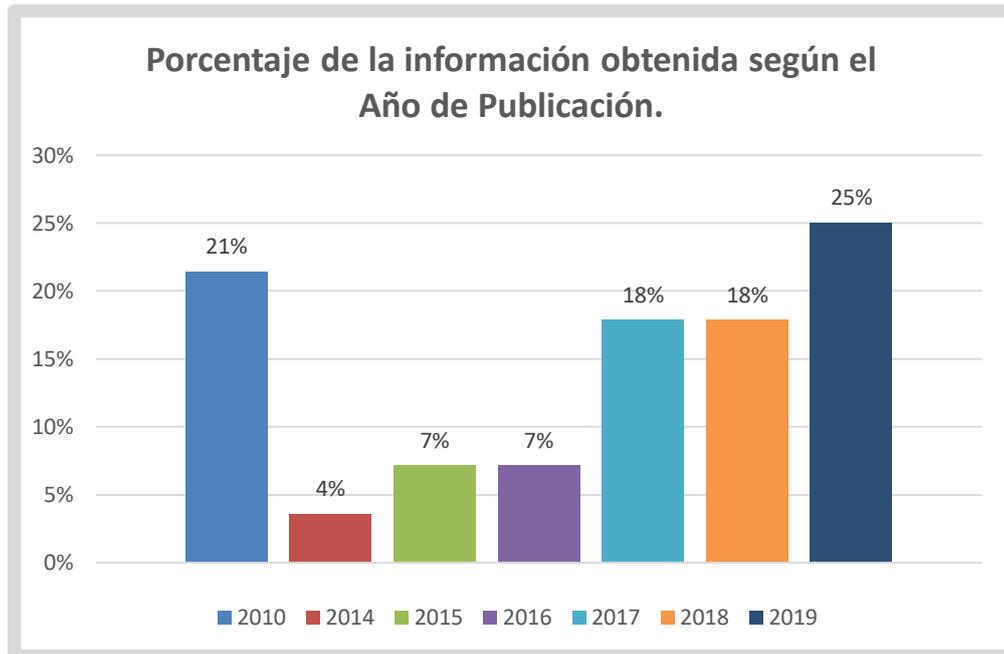


Figura 5. Gráfico de barras porcentual de la información obtenida según el año de publicación, según la figura, en el año 2010 y 2019 se tuvo la mayor cantidad de artículos.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura número 06 se evidencia que en esta revisión sistemática se recogió más información en los artículos teniendo como resultado 90% y en las Tesis un 10 %, queriendo decir que en los artículos es en donde se encuentra mayor información y con detalles los avances de las construcciones modernas. En cambio, en los documentos de Tesis no existe variedad probablemente sea por el tiempo estimado que se requiere esta investigación o que para la ejecución se necesita un estudio in-situ, teniendo en cuenta que para los nuevos métodos de gestión aún no existe gran impacto o es de gran interés en nuestro país se hace más complicado de lo normal la ejecución de esta.

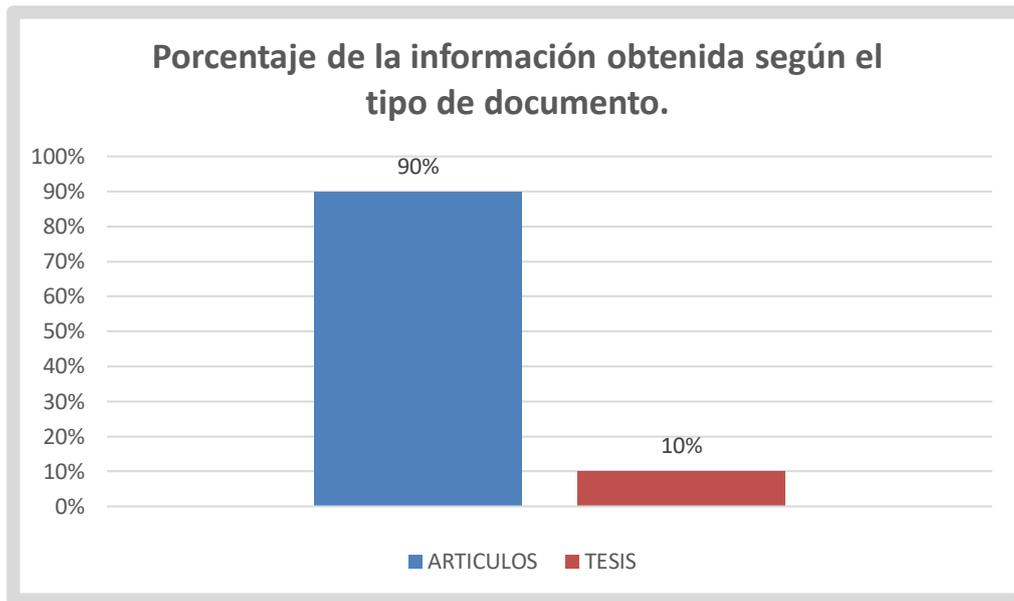


Figura 6. Gráfico de barras porcentual de la información obtenida según el tipo de documento (Artículos y Tesis) para esta revisión sistemática sobre los modernos métodos de gestión.

Fuente: Elaboración propia.

### *Análisis global de los estudios*

En la tabla número 03 se aprecia la información mas relevante con respecto a los costos, tiempos y calidad de cada proyecto de investigación, además de los aportes para esta revisión sistemática.

Tabla 4

#### *Influencia en los costos, tiempos y calidad en proyectos aplicando la filosofía Lean Construction*

<b>Código</b>	<b>Influencia en los costos, tiempos y calidad en proyectos aplicando la filosofía Lean Construction</b>
T11	Con la implementación se logró realizar una buena planificación y mantener el flujo de los procesos, el Porcentaje de Plan Cumplido promedio fue de 75% lo cual nos indica que la obra es productiva.
T12	La aplicación de la filosofía Lean Construction, mejora el tiempo en el proyecto multifamiliar Boyle – San Borja Lima, periodo 2018, su significancia fue 0,000, también aumentado el tiempo en 4,37%, mejorando los tiempos en la ejecución del proyecto siendo importante para la culminación de la obra dentro de los plazos establecidos.
T15	Mediante el uso de herramientas Lean construcción como last planner y Carta balance, mejora la productividad en los proyectos, en nuestro caso se utilizó en la semana 8, obteniéndose un ahorro de 65 mil soles aproximadamente, lo cual podría haber sido superado en el doble si se hubiese utilizado en el inicio del proyecto.
T18	A partir de los cálculos del dimensionamiento de personal (FTE) para el área de planeamiento y control en los dos momentos del proyecto, con y sin la metodología implementada podemos concluir que trabajando con el enfoque tradicional necesitábamos de 7.14 personas que luego de haber implementado las metodologías hubo una reducción de personal del 64.6 % que es aproximadamente 2.62 personas.
T23	De la aplicación de Lean Construction se logró optimizar la productividad con un incremento de mano de obra de 2.19 m2/hh a 2.56 m2/hh esto representa una optimización de 7.58% en la partida de encofrado, 1.07 m3/hh a 1.22 m3/hh.
T1	La aplicación de las herramientas de la filosofía Lean Construction en el proceso constructivo de la Institución Educativa Luis Eduardo Valcárcel influyó mejorando la productividad, logrando resultados del 50% y 58% de trabajo productivos en las partidas de asentado de ladrillo y tarrajeo respectivamente
T4	Tuvo como resultado reducir el plazo proyectado de ejecución de 07 meses a 06 meses, elaborándose un nuevo Plan Maestro de ejecución.
T19	Con respecto al costo de construcción de las viviendas sociales, se consiguió reducir en un 25 % comparado con la gestión de construcción convencional, utilizando la metodología BIM y la filosofía LEAN CONSTRUCTION.



T26	Con la aplicación de la metodología de las 5”s” de la filosofía Lean Construction en la productividad de la mano de obra en los elementos estructurales: columnas, placas, vigas y losas aligeradas de la Residencial Gold San Francisco en la ciudad del Cusco, las pérdidas de la mano de obra si disminuyen en un 11.4%, de 34.0% a 22.6%, valor que está por encima del 20% considerado como teóricamente normal.
T8	Se pudo evidenciar que la aplicación de la propuesta puede mejorar la gestión de la cadena de suministro y los resultados de la organización, lo cual se aprecia en la reducción de los costos operativos del área en (59.4%) lo que equivale a S/ 60, 055.42, obteniendo un beneficio de S/ 40,963.10 (Tabla 21) para la organización.
T2	Se optimizó la producción de la obra en comparación con los valores de productividad del expediente técnico. El costo real de la ejecución de la obra alcanzó a ser 15.67% menor a lo programado en el expediente técnico.
T5	Todos los índices de PRODUCTIVIDAD y RENDIMIENTO de control presentar niveles de desviación alta en las tres primeras semanas a favor del contratista; esto quiere decir que el contratista, está gastando menos de lo programado (CPI = S/.21,523.52) y está ejecutando la obra en menos tiempo (SPI = 8 días calendario) sin generar costos adicionales durante toda de ejecución de la partida de Red de Alcantarillado.
T6	Se logró la gestión en productividad y control mediante la aplicación de la filosofía lean construction, generando una herramienta de gestión que optimiza los recursos económicos en proyectos de infraestructura educativa en el sector público.
T14	La aplicación de Lean Construction mejoró la productividad en la ejecución de la partida encofrado y desencofrado con cerchas, ya que de la progresiva 0+012.00 a 0+625.10 el índice de productividad fue 0.874 y el porcentaje de trabajo productivo fue 47.27%, posteriormente de la progresiva 0+625.10 a 1+231.00 el índice de productividad fue 1.029 y el porcentaje de trabajo productivo fue 53.56%.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

La investigación se centró en la búsqueda de artículos de revisión teniendo en cuenta las variables de interés y tiempo, en la Tabla 1 se confirma los datos mencionados anteriormente, me refiero a “Base de datos”, “Año” y “Titulo de Investigación”. Esto con el objetivo de hacer el análisis exhaustivo con información moderna, actual y confiable, de no ser tomado de esa manera la información se puede tergiversar ya que sin tener el factor tiempo los resultados pueden contradecirse, ya que existen artículos publicados muy antiguos en los que no existía mucha tecnología ni ayuda de software de computación, por lo tanto, no son considerados en esta investigación científica.

En la figura número 2 y tabla número 2 se puede apreciar los porcentajes de investigaciones excluidas e incluidas que aportan a esta revisión sistemática, pasando por un filtro de análisis exhaustivo, en la cual se tuvieron criterios propios en base a el objetivo del tema, nombre del título y el año de publicación, ya que se busca data actual y moderna. Es así que, la mayoría de las investigaciones fueron excluidas con un porcentaje de 55% y las incluidas de 45% del total.

En la Figura número 3, al tomar los porcentajes representativos de las revistas de publicación para las fuentes a ser el análisis afirmamos que el sitio web “Scielo” es en donde existen más publicaciones con un aporte de 50% al estudio, Siendo este las más favorable y conocida mundialmente para estos tipos de investigaciones, no solo por su amplio alcance sino por su veracidad y aceptación del mundo de la ciencia. Por otro lado la plataforma web “Google Académico” y “JSTOR” representa el mínima aporte con un 7%, en el caso de JSTOR este resultado era de esperarse ya que no existen muchas investigaciones que hagan

referente a esta revista, así mismo, su red de alcance abarca solo un país en una ciudad en específico que es en “New York”, en cambio en Scielo abarca Sudáfrica, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, España, México, Perú, Portugal, Venezuela; además se encuentran en fase de desarrollo: Bolivia, Paraguay y Uruguay.

En el contenido de la figura número 4 muestra cuales son los países en donde el rubro de investigación en gestión de procesos están más avanzados teniendo en primer lugar a Colombia y EEUU, con 25% cada uno respectivamente, este resultado tiene mucha relación y afirma las estadísticas nacionales respecto al ámbito económico de la construcción, en el país de Colombia, según PROCOLOMBIA (2019), aporta un 10,7% al crecimiento económico siendo una cifra significativa en su desarrollo para el crecimiento del producto bruto interno (PBI). Por otro lado, está Perú, España, Brasil y Turquía, con un aporte científico a la revisión de la literatura de 5% cada uno respectivamente. Confirmando que son los países en los cuales no existe gran información del tema de interés; por tal motivo, su aporte es el mínimo y poco significativo. Esto quiere decir que aún no hay una aceptación considerable de los nuevos métodos de gestión para los procesos en el ámbito de la construcción.

En la tabla número 3 y figura número 5 indican que en el año 2019 hubo una gran cantidad de investigación con respecto a los nuevos métodos de gestión con 25%, esto favorece a esta investigación ya que, en términos estadísticos, existe una moda en la cual confirma que en los últimos años se está implementando nuevos métodos de gestión en el rubro de la construcción, de forma ascendente. En el año 2010, se tomaron en cuenta gran cantidad de revistas con las variables de interés a analizar, aportando con 21% a la investigación, siendo el segundo año más importante del rango de tiempo establecido en esta



revisión sistemática. Por otro lado, en los años 2011, 2012, 2013 y 2020 no se consideraron ninguna referencia en absoluta dando a entender que la implementación de nuevos métodos de gestión no fue de gran impacto, ya sea por poca tecnología; hago referencia al conjunto de software de cómputo que en esos tiempos aún no existían, o simplemente por el mismo hecho que sea algo nuevo e innovador en la industria genere problemas sin el suficiente conocimiento o experiencia para saber cómo solucionarlas.

En la figura número 6 se observa el aporte que generan los diferentes tipos de documentos para esta revisión sistemática, después de haber hecho una búsqueda exhaustiva, los artículos de investigación tiene gran importancia, con 90% respectivamente , indicando que es ahí en donde la mayoría de personas especializadas en el ámbito de la investigación aportan al mundo mediante sus análisis en cada uno de los artículos que se pueda encontrar, de la misma manera es importante decir que existen parámetros y previos requisitos que son más exigentes que los documentos llamados “Tesis”, aportando solo un 10%. Mayormente las tesis son para obtener algún tipo de grado en el mundo laboral; en cambio, los artículos son netamente aportes científicos al mundo sin el objetivo principal de recibir a cambio ningún tipo de grado profesional.

En la tabla número 4 se aprecia cada proyecto de investigación, previamente codificado, con su respectivo aporte mas significativo en base a sus conclusiones; ya sea en costos, tiempo o calidad, de esa forma se concluyeron que en el 100% de las investigaciones recopiladas aplicando la filosofía Lean Construction tienen resultados óptimos, asegurando una vez más que la implementación de ella en los métodos de gestión conlleva a un cambio en la cual tiene grandes beneficios en diferentes aspecto, y aun mejor si es llevado de la mano con herramientas como el BIM.



## CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN

La revisión de la literatura científica para este trabajo permite llegar a la conclusión de que es de gran ayuda la implementación de nuevos métodos de gestión en el rubro de la construcción, como es Lean Construction, evita desperdicios de gran magnitud casi eliminándolos en su totalidad en algunos casos, también evita gastos adicionales y por consecuente las demoras, que en la mayoría de las obras de construcción sufren de ese defecto.

Si un país quiere evolucionar en el ámbito de la construcción tiene que adecuarse a nuevos métodos de gestión, es necesario cambiar la mentalidad que se tiene al respecto, existen pruebas fehacientes donde demuestres los resultados positivos que tiene LC. El objetivo principal de Lean es el maximizar el valor y disminuir las pérdidas de los proyectos, lo cual se espera disminuir los plazos y costos aumentando los stakeholders, generando una mejora continua en todos los procesos, esto a través de identificar el factor de perdida de cada producción en particular. Basándose en una serie de 3 principios fundamentales: Transformation – Flow - Value.

La revisión sistemática comprueba lo sustentado por los autores de los artículos mencionados en las tablas , justificando de manera teórica y práctica la relación exitosa que hay entre los nuevos métodos de gestión hacia la construcción civil. Es de gran importancia decir que, aplicando las herramientas de filosofía Lean Construction, se indica la conformación de equipos en las diferentes disciplinas, se debe marcar el inicio del proyecto de interés para la discusión de objetivos, los requerimientos básicos y bases de la estrategia



de acción, que no solo se contempla en los tiempos, sino también en lo económico y por consecuente aporta a la reducción de la huella ecológica.

En base a lo analizado se puede concluir que el método “Lean Construction” tiene un alto nivel de potencial aplicable en la industria de la construcción y no solo en la industria automotriz (como lo fue en sus inicios la marca japonesa muy conocida: TOYOTA). Siendo cada vez más evidente su uso en diferentes partes del mundo por los beneficios ecológicos, sociales y económicos que tiene LC.

Sobre los hallazgos analizados, encontramos a dos métodos en particular de gran impacto y valor, me refiero a “BIM” y “Lean Construction”. Es importante aclarar que en algunos países vecinos ya se aplican estos métodos de gestión, esto ayuda a que poco a poco podamos ser influenciados de buena manera, trayendo consigo grandes inversionistas al Perú, mejorando nuestra economía y abriendo nuevos retos para nosotros los ingenieros.

Algunas limitaciones de esta investigación están asociados a la debida importancia que le damos en nuestro país, mayormente son estudios descriptivos con otras normas y leyes siendo estas de otro país, por lo tanto no cuentan de forma precisa acerca de cómo se implementó dicho método o concepto de sus inicios de forma extendida. A pesar de eso, es válido mencionar que las revisiones sistemáticas permiten tender una idea de los beneficios a largo plazo y esto se ve en la tendencia de su uso aplicándose en el extranjero. Del mismo modo la revisión sistemática se realizó, teniendo en cuenta que existe variedad de información sobre las variables de interés, por lo cual se hizo un análisis profundo y exhaustivo de los papers más importantes para resaltar la información relevante.



## REFERENCIAS

Alvarez, K. (2017). *Estudio para incrementar el rendimiento de la mano de obra en la construcción de la Residencial “Las Palmas III” en Trujillo-La Libertad, con la aplicación del enfoque de Lean Construction* (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego – UPAO, Trujillo, Perú.

Alberca, N. (2014). *VALORACIÓN EN LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION APLICADAS AL CONTROL DE COSTOS, PLAZO Y PRODUCTIVIDAD EN EL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA CERRO DEL AGUILA- HUANCAVELICA- PERÚ* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Piura – UNP, Piura, Perú.

Alarcón, L. y Pellicer, E. (2010). Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas. *Revista de Obra Públicas*, 3, 48-52.

Arriola, B. , Denis, A. y Rodríguez, S. (2018). An initial evaluation of a method for adopting kaizen events in the construction sector. *RIC - Revista de Ingeniería de Construcción*, 33(2), 173-182.

Brioso, X. y Humero, A. (2016). UN ASPECTO POSITIVO DERIVADO DE LA CRISIS INMOBILIARIA: APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE LA CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS A TRAVÉS DE LA FIGURA DEL «LEAN CONSTRUCTION» Y SU RELACIÓN CON BIM. *Revista Aranzadi De Urbanismo y Edificación*, 1(36), 1-26.



Bejarano, A., Serrano, M. y Pérez D. (2019). Estrategia de reflexión para enseñanza de proyectos de construcción en Ingeniería Civil. *Alteridad*, 14(1), 122-137. Doi:10.17163.alt.v14n1.2019.10.

Botero, L., Álvarez, M. (2010). Identificación de Pérdidas en el Proceso Productivo de la Construcción. *Revista Universidad EAFIT*, 30, 65-78.

Devin, J. (2019). Lean Construction Implementation: Case Study. *California Polytechnic State University*, 1, 2-91.

Deville, Á. y Gallo, G. (2017). *CONTRIBUCION DE LEAN CONSTRUCTION PARA ALCANZAR LA COSTRUCION SOSTENIBLE* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú – PUCP, Lima, Perú.

Gómez, A., Quintana, N. y Ávila, J. (2015). Simulación de eventos discretos y líneas de balance, aplicadas al mejoramiento del proceso constructivo de la cimentación de un edificio. *Revista Universidad EAFIT*, 11(21), 157-75. Doi: 10.17230/ingciencia.11.21.8.

Hoyos, M. y Botero, L. (2018). Evolution and global impact of the Last Planner System: a literatura review. *Ingeniería y Desarrollo*, 36(1), 187-214. Doi: 10.14482/inde.36.1.10946.

Leva, A. (2018). “Aplicación de la metodología Lean Construction para mejorar la productividad en la etapa de estructuras en el Proyecto Ontario II, Chorrillos (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo – UCV, Lima, Perú.

Maradzano, I. , Dondofema, R. y Matope, S. (2019). APPLICATION OF LEAN PRINCIPLES IN THE SOUTH AFRICAN CONSTRUCTION INDUSTRY. *South African Journal of Industrial Engineering*, 3, 210-223.



Martínez, P., González, V., Da Fonseca, E. (2010). Integración conceptual Green-Lean en el diseño, planificación y construcción de proyectos. *RIC - Revista de Ingeniería de Construcción*, 24 (1), 5-32.

Miguel David Rojas López, Mariana Henao Grajales, María Elena Valencia Corrales (2016). Lean construction – LC bajo pensamiento Lean. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(30), 115-128. Doi: 10.22395/riium.v16n30a6.

Merino, D. (2015). *APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA ESTRUCTURA: RESERVORIO ELEVADO DE LA OBRA: INSTALACIÓN, AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LOS AA.HH. DE LAS CUENCAS 1,2 Y 3 DE LA ZONA ALTA DE LA CIUDAD DE PAITA-PROVINCIA DE PAITA-PIURA* (Tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán – USS, Pimentel, Perú.

Morán, L. & Quispe, H. (2014). *Estudio de la productividad en la partida de estructuras 1°-3° piso, de la construcción del edificio multifamiliar residencial Heredia en la Ciudad de Trujillo* (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego – UPAO, Trujillo, Perú.

Porras, H. , Sánchez ,O. y Galvis, J. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. *AVANCES Investigación en ingeniería*, 11(1), 32-53.

Pérez, G. , Del Toro, H. y López A. (2019). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio. *RITI*, 7, 110-121. Doi: 10.36825/RITI.07.14.010.



Ramos, J. , Dávalos, C. , López, A. y Rodríguez, A. (2015). Análisis para la implementación del modelo Lean en el sector de la construcción. *CULCyT*, 12 (56), 33-40.

Randolph H. , Michael J. , Lemes, U. y Završki, I. (2010). Reducing Variability to Improve Performance as a Lean Construction Principle. *ASCE*, 128, 144-154. Doi: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2002)128:2(144).

Sacks, R., Trackmann, M. y Rozenfeld, O. (2010) Visualization of Work Flow to Support Lean Construction. *ASCE*, 21, 1307-1315. Doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000102.

Sánchez ,O. , Galvis, J. , Porras, H. , Ardila, D. y Martínez, C. (2017). BrIM 5D models and Lean Construction for planning work activities in reinforced concrete bridges. *Revista Facultad de Ingeniería*, 46, 39-50. Doi: 10.19053/01211129.v26.n46.2017.7314.

Salgin B., Arroyo, P. y Ballard, G. (2016). Exploring the relationship between lean design methods and C&D waste reduction: three case studies of hospital projects in California. *RIC - Revista de Ingeniería de Construcción*, 31(3), 191-200.

Sanchez, A. , Rosa, D. & Benavides, P. (2014). *IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LEAN CONSTRUCTION PARA LA MEJORA DE PRODUCTIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE ESTRUCTURAS EN OBRAS DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS* (Tesis de maestría). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – UPC, Cusco, Perú.



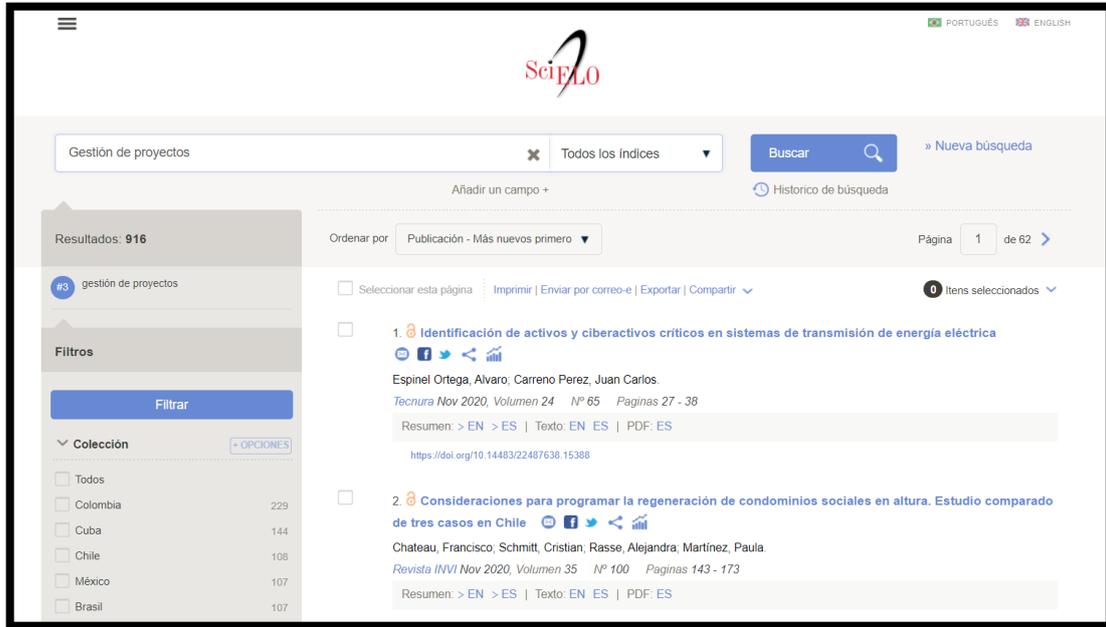
Taipe, A. (2018). *Implementación de Lean Construction para incrementar la productividad en la empresa Constructora Royal Sun Corporation* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo – UCV, Lima, Perú.

Torres, R. (2018). *ANÁLISIS Y MEJORA DE LA PRODCUTIVIDAD APLICANDO LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION EN EL MEJORAMIENTO DE LA AV. PEDRO MIOTTA EN SAN JUAN DE MIRAFLORES- LIMA* (Tesis de pregrado). Universidad San Martín de Porres – USMP, Lima, Perú.

Vargas, R. (2018). *Aplicación de lean construction para mejorar los costos y tiempos en la construcción del conjunto habitacional Ciudad Sol Comas* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo – UCV, Lima, Perú.

Vítor Felipe e Silva de Oliveira Nery, Izabel Cristina Zattar, Vitor Ongarato de Oliveira (2017). *Aplicação da Filosofia Lean Construction no Processo Produtivo de uma Empresa do Setor de Construção Civil. Exacta, 15(4), 77-89. Doi: 10.5585/ExactaEP.v15n4.7107.*

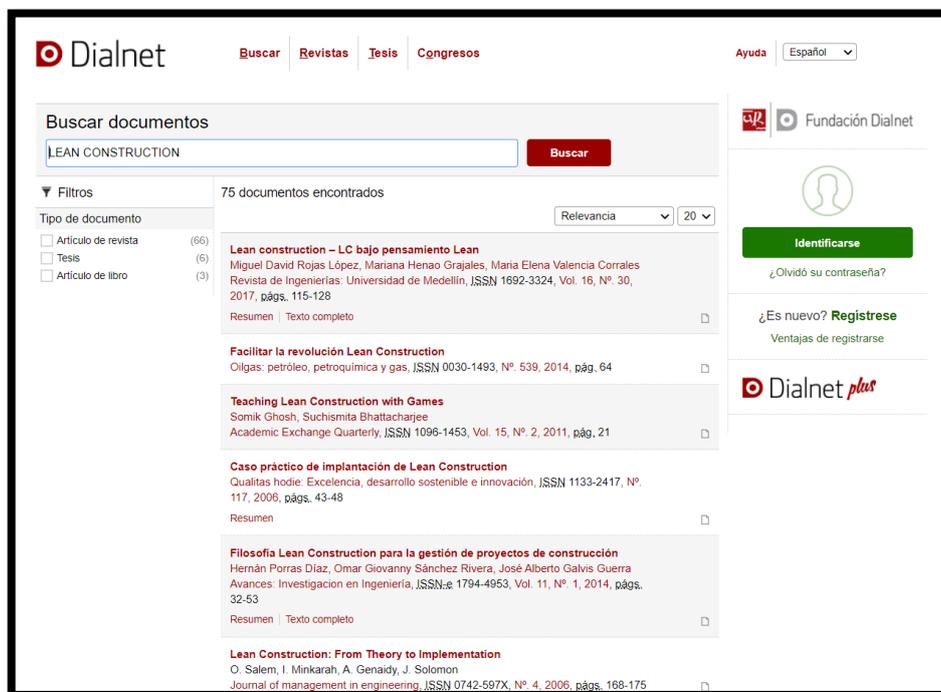
### Anexo01. Búsqueda de artículos científicos en la fuente Scielo.



The screenshot shows the Scielo search interface. The search term 'gestión de proyectos' has yielded 916 results. The results are sorted by 'Publicación - Más nuevos primero'. The first two results are:

- Identificación de activos y ciberactivos críticos en sistemas de transmisión de energía eléctrica**  
Espinel Ortega, Alvaro; Carreno Perez, Juan Carlos.  
*Tecnura Nov 2020, Volumen 24 N° 65 Páginas 27 - 38*  
Resumen: > EN > ES | Texto: EN ES | PDF: ES  
<https://doi.org/10.14483/22487638.15388>
- Consideraciones para programar la regeneración de condominios sociales en altura. Estudio comparado de tres casos en Chile**  
Chateau, Francisco; Schmitt, Cristian; Rasse, Alejandra; Martínez, Paula.  
*Revista INVI Nov 2020, Volumen 35 N° 100 Páginas 143 - 173*  
Resumen: > EN > ES | Texto: EN ES | PDF: ES

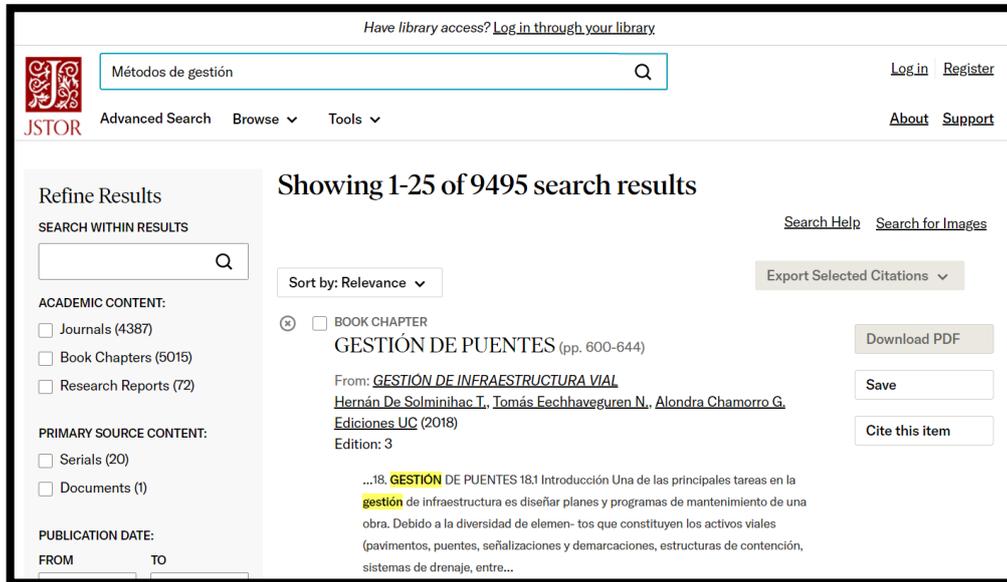
### Anexo02. Búsqueda de artículos científicos en la fuente Dialnet.



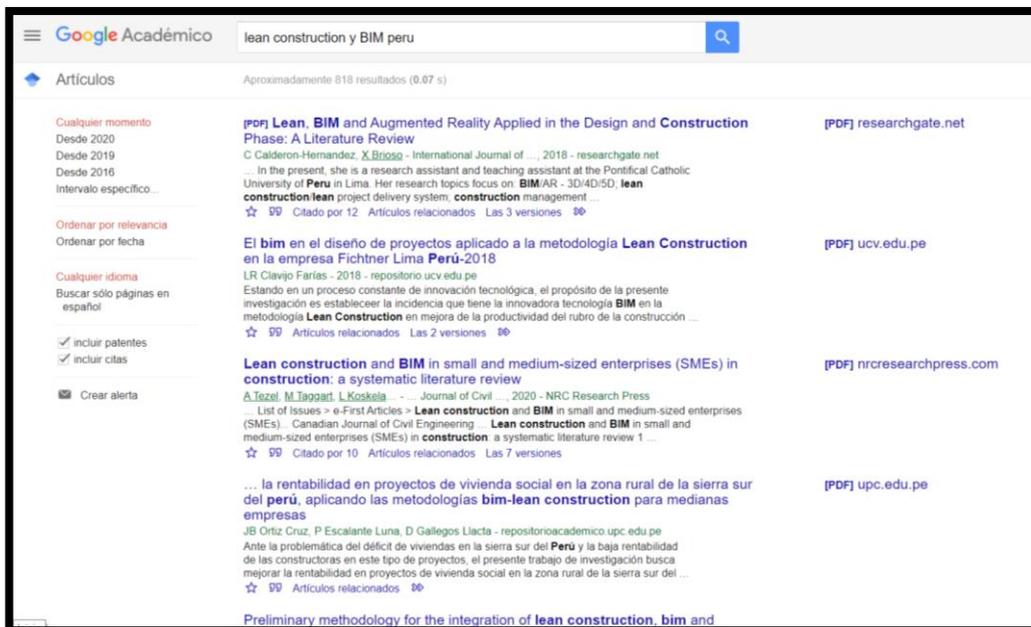
The screenshot shows the Dialnet search interface. The search term 'LEAN CONSTRUCTION' has yielded 75 documents. The results are sorted by 'Relevancia'. The first four results are:

- Lean construction – LC bajo pensamiento Lean**  
Miguel David Rojas López, Mariana Henao Grajales, María Elena Valencia Corrales  
*Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín, ISSN 1692-3324, Vol. 16, N° 30, 2017, págs. 115-128*  
Resumen | Texto completo
- Facilitar la revolución Lean Construction**  
Oligas: petróleo, petroquímica y gas, ISSN 0030-1493, N° 539, 2014, pág. 64
- Teaching Lean Construction with Games**  
Somik Ghosh, Suchismita Bhattacharjee  
*Academic Exchange Quarterly, ISSN 1096-1453, Vol. 15, N° 2, 2011, pág. 21*
- Caso práctico de implantación de Lean Construction**  
Qualitas hodie: Excelencia, desarrollo sostenible e innovación, ISSN 1133-2417, N° 117, 2006, págs. 43-48  
Resumen

### Anexo03. Búsqueda de artículos científicos en la fuente JSTOR.



### Anexo04. Búsqueda de artículos científicos en la fuente Google Académico.





Anexo05. Búsqueda de artículos científicos en la fuente Redalyc.

The screenshot shows the Redalyc.org search interface. At the top, there are navigation icons for home, social media, and language (ESP, ENG). The search bar contains the text "Construccion sustentable". Below the search bar, the results are displayed in a list view. The first result is titled "Modelo de toma de decisiones para la construcción sustentable de obra pública" and is from the journal "Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional, 2018,28(51)". The abstract mentions developing a decision-making model for sustainable construction. The second result is "CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE, ANÁLISIS DE RETRASO TÉRMICO A BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDOS" from the journal "Contexto. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León, 2015, IX(11)". The interface includes filters for year, discipline, and country on the left side.