



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“MÉTODOS QUE OPTIMIZAN EL RECICLAJE DE  
ESCOMBROS, A NIVEL INTERNACIONAL. UNA  
REVISIÓN SISTEMÁTICA”

Trabajo de investigación para optar el grado de:

**Bachiller en Ingeniería Civil**

**Autor:**

Fredy Reyes Farje

**Asesor:**

Mg. Ing. Gabriel Cachi Cerna

Cajamarca - Perú

2019

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y a nuestra familia con mucho aprecio por ser los pilares fundamentales de todo lo que hemos logrado en nuestra vida académica, por su apoyo incondicional y comprensión durante todo este tiempo.

## AGRADECIMIENTO

A nuestros docentes quienes con las críticas y comentarios hicieron posible la creación de este importante trabajo de investigación.

## 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>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>35</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Importancia de los temas de investigación</i> .....	15
Tabla 2 <i>Motivo de exclusión</i> .....	19
Tabla 3 <i>Motivo de inclusión</i> .....	20
Tabla 4 <i>Características de los estudios de inclusión</i> .....	27
Tabla 5 <i>Análisis global de los estudios</i> .....	29
Tabla 6 <i>Comparación de estudios primarios cualitativos y cuantitativos</i> .....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Flujograma de selección. ....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 2. Diagrama de flujo.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 3 Proceso de reciclaje en construcciones y demoliciones.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 4 Modelo de Gestión de RCD.....</i>	<i>35</i>

## RESUMEN

El presente estudio de revisión sistemática tiene por objetivo describir, qué se ha investigado y qué métodos se han utilizado para optimizar el reciclaje de residuos de escombros a nivel internacional con un propósito de alternativa para las empresas del medio local y nacional, en el periodo 2005 al 2020. Por consiguiente, se consultaron las bases de datos Google Académico, Redalyc, Ebsco, Scielo y Redes sociales, utilizando el método analítico, con los criterios de exclusión e inclusión dando la importancia a los estudios científicos, en idioma español, a nivel internacional, siendo estudios descriptivos y aplicativos. Según los resultados obtenidos mediante la información estudiada, se encontraron artículos científicos relacionados a métodos de minimización de la generación de residuos de escombros además propuestas de planes de gestión de los residuos de materiales de construcción, siendo recomendable, a nuestro criterio, el método de medición y control utilizando cinco etapas de identificación, medición, evaluación, intervención y control de desperdicios generados durante la construcción y demolición. Es necesario que las empresas reconozcan y controlen la cantidad de residuos que generan en sus obras, para luego ser identificados aquellos materiales eliminados e identificar las causas de su aparición, además de analizar qué consecuencias negativas tienen en el medio ambiente.

**PALABRAS CLAVE:** Reciclaje, materiales de construcción, residuos de escombros, RCD y plan de gestión.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción, es una de las actividades industriales que tienen mayor importancia para el desarrollo de los pueblos, sin embargo, es a su vez una de las actividades que más impactos provocan en el ambiente. Y uno de los aspectos de mayor preocupación es la cantidad y volumen de residuos que generan con la construcción de nuevas obras y la demolición y remodelación de estructuras viejas. Este tipo de desechos está directamente relacionado con el crecimiento demográfico y el estilo de vida de los individuos, aspectos tales como el mejoramiento de la calidad de vida, el desarrollo de la gran cantidad de construcciones y los progresos tecnológicos han originado un aumento progresivo y no controlado del volumen que estos desechos se producen principalmente en el entorno urbano. (Grettel, A; Hernández, L. 2007).

Según (Chávez, A. 2014). El sector de la construcción civil utiliza gran variedad y cantidad de productos naturales, en tasas anuales de aproximadamente 6000 kg/hab a nivel mundial; a su vez genera gran cantidad de residuos debido a los procesos propios de edificación o demolición. Algunos estudios afirman que en los países desarrollados los “residuos de construcción y demolición – RCD” son una gran fuente de desechos, con valores aproximados entre 520 y 760 kg/hab/año.

Desde la antigüedad el ser humano siempre ha generado residuos debido al consumo para satisfacer sus necesidades, cuando la población era pequeña y tenía un modo de vida nómada los desechos se descomponían de manera natural. A medida que la densidad demográfica ha venido creciendo aumentó la generación de residuos lo que origina un problema permanente. Por la falta de cultura y concientización del ser humano es que se produce de manera indiscriminada los desechos sin tener en cuenta el impacto negativo que pueden causar en el medio ambiente.

En el Perú no existe una cultura que promueva el reciclaje, que se refleja en la inexistencia de estudios relacionados a la caracterización de residuos de construcción, pese a hacer estos el segundo grupo de mayor importancia con un 3.58% del total de los residuos sólidos generados nacionalmente (ministerio del ambiente 2012). Esta situación se agudiza, debido a que el estado, en los últimos años, dio mayor importancia al tratamiento de residuos sólidos domiciliarios y dejó de lado el tratamiento de los residuos de construcción y demolición, los cuales se siguen vertiendo al medio sin mecanismo de gestión y de forma ilegal que perjudica la calidad del ambiente. (Bazán, I. 2018).

En la ciudad de Cajamarca con el objetivo de determinar la productividad de los materiales: concreto y mortero en la construcción de las viviendas; evaluando sus desperdicios y causas se usó el muestreo no probabilístico por conveniencia tomando 7 viviendas en construcción donde se evaluó los desperdicios de concreto en columnas losas de techo; y los desperdicios de mortero en junta de construcción de muros, revestimiento de paredes y cielos rasos. Según los resultados el desperdicio de concreto varió entre 14.24% y 15.42% y del mortero entre 26.82% y 72.11% determinándose que dichos valores de desperdicios superan estadísticamente a lo propuesto de CAPECO 5% concreto y 10% para mortero. (Tejada, A. 2018).

Según ciclo MP reciclas S.A.C. (2020), indica que “La industria de la construcción consume el 50% de los recursos naturales disponibles y produce el 50% del total de los residuos generados en el mundo”. Es así que la industria de la construcción genera escombros en grandes cantidades que no cumplen con el manejo adecuado.

Lauritzen, E. y Hahn, N. (2016), en su artículo publicado en la revista Residuos indican que: Una gran parte de los residuos deriva de los desechos de la construcción, entre los que se encuentran normalmente los provenientes de:

- Demolición de los viejos edificios y estructuras.
- Rehabilitación y restauración de edificios y estructuras existentes.
- Construcción de nuevos edificios y estructuras.

Dentro de los escombros se encuentran los desechos propios de una obra de construcción de los cuales están compuestos de diferentes materiales entre los que podemos mencionar: Ladrillos, madera, hormigón, fierro, piedras, metales entre otros.

De Santos, D; Monercillo, B. y García, A. (2011, Pág. 16), quienes indican que: A pesar del volumen de residuos que se producen en la construcción y de su tremenda importancia económica y ecológica, no existen datos fiables de la cantidad generada anualmente. La disparidad de los datos existentes se debe a que gran parte de los residuos no está controlada y se producen y abandonan sin el menor registro.

Tres cuartas partes (el 75%) de los residuos generados en la obra son inertes, comúnmente denominados “escombros”. El 25% restante es una combinación heterogénea de otros residuos, algunos tóxicos o peligrosos.

De acuerdo al párrafo anterior proponemos un plan de manejo y una gestión adecuada para obtener mejores datos estadísticos.

Dando importancia al tema como investigación nos planteamos las siguientes preguntas, ¿Qué método se investigó para optimizar el reciclaje de escombros a nivel internacional?, ¿Cuáles son los residuos de la construcción y demolición?, ¿Qué uso se da a la recolección de residuos de escombros?

La importancia de investigar y conocer el mejor método de manejo y control de los residuos de materiales de construcción, es con el propósito de minimizar el volumen de escombros aplicando diferentes procedimientos y estrategias que ayuden a reducir costos y

mejorar el cuidado del medio ambiente, implantando una cultura de clasificación adecuada en la etapa de ejecución de una obra civil. De esta manera podemos reutilizar como una materia prima dándole un valor económico. El objetivo principal es conocer lo que se ha investigado y comparar las diferentes estrategias para un adecuado manejo de residuos. Los objetivos específicos son: Indagar información resaltante sobre el manejo de residuos de escombros, investigar las causas por los que se generan los residuos de materiales de construcción y por ultimo estudiar y analizar la información adecuada.

El proyecto de investigación generará un gran aporte a la industria de la construcción permitiendo un procedimiento adecuado, así como una concientización de los involucrados en los diferentes niveles jerárquicos de las empresas constructoras.

El estudio se justifica porque al determinar el mejor método de investigación, este servirá como guía para estudiantes, profesionales, constructoras y futuras investigaciones con el propósito de cambiar los malos hábitos de contaminación. Todo ello será posible si nos comprometemos con el cuidado y protección del medio ambiente, además de comprender que los residuos de materiales de construcción son recuperables y reaprovechables dando como resultado la minimización de costos.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

El presente estudio es una revisión sistemática de literatura científica, que se encarga de buscar, estudiar y clasificar toda la cognición de trabajos escritos por los distintos estudios profesionales, que tienen relación con las preguntas de investigación. En la presente revisión sistemática se analizó la información referente al tema investigado, donde se pudo identificar las estrategias de investigación acerca de los métodos que optimizan el reciclaje de escombros a nivel internacional. Debido a ello, se planteó las siguientes preguntas ¿Qué se investigó acerca de métodos que optimicen el reciclaje de escombros a nivel internacional?, ¿Cuáles son los residuos de la construcción y demolición?, ¿Qué uso se da a la recolección de residuos de escombros? Estas preguntas nos ayudan con la recopilación de información la cual nos servirá para mejorar el reciclaje de residuos generados de los escombros para sus futuras aplicaciones y enriquecer nuestros conocimientos para de alguna manera tratar de cambiar los malos hábitos que se da en la ejecución de obras civiles.

En el presente estudio se siguió varios procesos para seleccionar el tema de investigación como revisión sistemática, primeramente planteándonos las preguntas y las palabras claves y luego seguir con el proceso de exclusión e inclusión de las fuentes bibliográficas.

Siguiendo el procedimiento anterior se obtuvo un total de 15 artículos seleccionados, de los cuales se excluyó 7 artículos (tenían información incompleta o eran repetitivos), e incluyó 8 estudios los cuales cumplían con los criterios de búsqueda mencionados anteriormente.

### **Fuentes de datos**

La consulta se realizó en las siguientes bases de datos: Google académico, Redalyc, Scielo, Ebsco y redes sociales, cuya búsqueda se realizó desde los años 2005 al 2020. Se

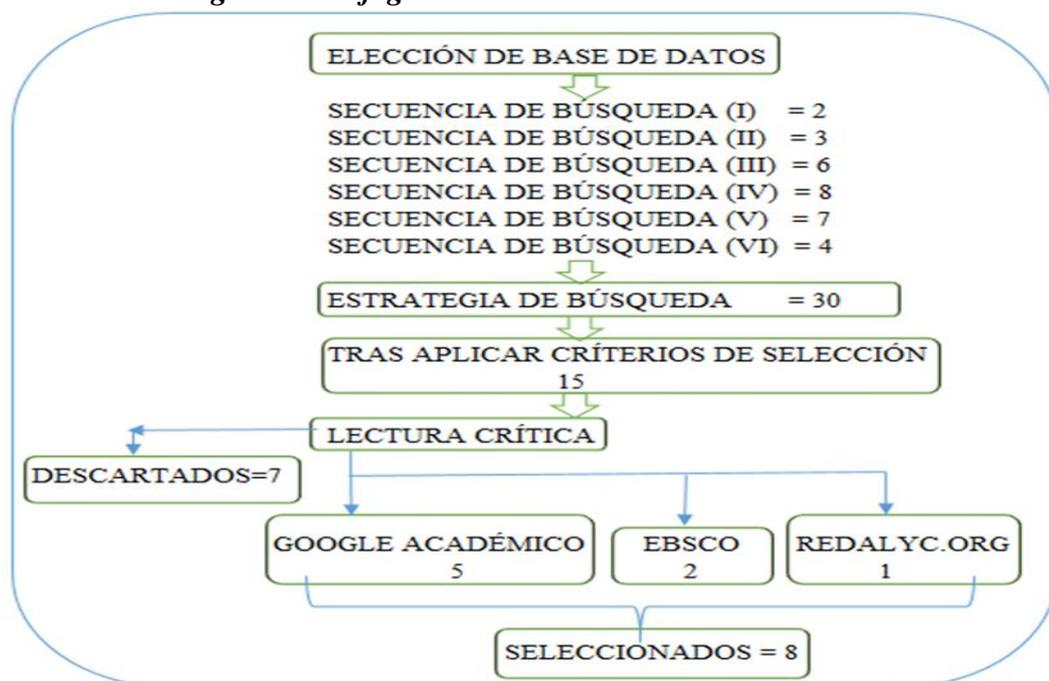
realizó la búsqueda con tres palabras claves para obtener información publicada en diferente base de datos en idioma español. La información obtenida es de tipo descriptivo o sistemático donde describen y expresan estrategias y métodos que optimizan y reciclan los escombros a nivel nacional e internacional, a continuación describimos las bases de datos consultadas.

- **Google Académico o Google Scholar.-** Se trata de un buscador al uso que nos servirá para encontrar documentos académicos o resúmenes de los mismos, buscar en varias fuentes al mismo tiempo, localizar documentos completos, rastrear artículos por autor o dar un artículo que aparece en una publicación en concreto. (Muñoz, A. 2017).
- **Redalyc.Org.-** Red de revistas científicas de América latina y el Caribe, España y Portugal. Es un sistema de indización que integra a su índice las revistas de alta calidad científica y editorial de la región. (Redalyc.Org 2019 versión 5.0).
- **Scielo.-** Scientific Electronic Library Online (Biblioteca científica electrónica en línea). Es una biblioteca electrónica que incluye una colección seleccionada de revistas científicas en todas las áreas del conocimiento. (Infomed, 2015)
- **Ebsco.-** Es una base de datos que ofrece textos completos, índices y publicaciones periódicas académicas que cubren diferentes áreas de la ciencia y humanidades. Sus colecciones están disponibles a través de EBSCOhost, que es un sistema en línea que combina un contenido de gran calidad en una página atractiva. (Infomed, 2007).
- **Redes Sociales.-** Son estructuras formadas en internet por personas u organizaciones que se conectan a partir de intereses o valores comunes. A través de ellas se crean relaciones entre individuos o empresas en forma rápida, sin jerarquía o límites físicos. (Cruz, A. 2017).

## Estrategias de búsqueda

La estrategia de búsqueda para la obtención de la información se realizó utilizando las preguntas mencionadas en párrafos anteriores y tres palabras claves tales como “residuos de escombros”, “manejo de residuos de obras civiles”, “método de optimización de escombros”. Dichas palabras clave, fueron ingresadas en Google académico, Redalyc, Scielo, Ebsco y redes sociales. De los resultados mostrados se seleccionó los artículos que estaban dentro del rango de tiempo establecido y los que cumplían con la estrategia o criterio de búsqueda. En caso de Ebsco se ingresó a la biblioteca virtual UPN, dando click en la revista construcción y escribiendo las palabras claves, de los datos mostrados se seleccionó los artículos relacionados al tema de investigación. El proceso de selección de artículos de investigación se realizó secuencialmente tal como se muestra en la figura (N°1).

**Figura 1. Flujograma de selección.**



Fuente: Elaboración propia

Para ordenar los datos se utilizó una tabla que permitió clasificar la información de manera adecuada, cuya estructura contiene: orden, fuente, autor, país, año, tema e importancia. A continuación, se muestra la matriz para mayor detalle (tabla N° 1).

Tabla 1  
*Importancia de los temas de investigación*

N°	Fuente	Autor	País	Año	Tema	Importancia
01	Artículo	Valdez, G.	Colombia	2011	Aplicación de los residuos de hormigón en materiales de construcción	El tema mostrado es importante porque es una técnica que usa con la finalidad de reutilizar los áridos reciclados de residuos de hormigón.
02	Artículo	Lauritzen, E.	España	2016	Producción de residuos de construcción y reciclaje	Es evidente que una óptima reutilización de los residuos de la construcción pasa por producir agregados de mayor calidad para la fabricación del hormigón, sabiendo que el hormigón es 100% reciclable.
03	Artículo	Vicente, M.	España	2011	La gestión de residuos en la empresa: Motivaciones para su implantación y mejoras asociadas	Sacando la importancia de este tema, es que nos lleva a uno de los mayores problemas medioambientales, la reducción o eliminación de residuos se ha convertido en una de las preocupaciones en los países y empresas.
04	Tesis	Anaya, R; Puccini, M; Valdés, C.	Colombia	2007	El reciclaje de escombros, la mejor alternativa para optimizar los	Menciona la preocupación de la recolección de los desperdicios de escombros,

					residuos sólidos en Barranquilla	considerando la mala higiene sanitaria donde se ve la relevancia en las vías públicas.
05	Artículo	Salazar, J.	Colombia	2005	Experiencia de reciclaje en la producción de materiales de escombros	Nos menciona que los diferentes residuos son provenientes de diferentes industrias, son capaces de formar parte de sus características de los tipos de cemento, con la finalidad de aumentar la resistencia, durabilidad, etc.
06	Tesis	Carcaño, R.	México	2009	La administración de los materiales en la construcción	El tema es de gran importancia que permite adquirir información como buenas prácticas para el manejo, control y administración de los materiales.
07	Informe	Leandro, A.	Costa Rica	2007	Administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción	La información es importante porque nos describe las actividades de gestión y estrategias para el manejo de los residuos. Su contenido integrado a nuevas investigaciones puede ser de mucha utilidad.
08	Tesis	Franchi, P.	España	2019	Análisis del ciclo de reciclaje de los materiales de construcción en referencia al proceso de la edificación	Contiene información sobre leyes que regulan el reciclaje de residuos de construcción, esto es importante porque permite hacer una comparación con

						la legislación nacional.
09	Tesis	Galarza, M	Perú	2011	Desperdicio de materiales en obras de construcción civil: Métodos de medición y control	La importancia de manejar costos en el ingreso de materiales optimiza gran cantidad de desperdicio durante el desarrollo del proyecto generando un impacto negativo para el medio ambiente.
10	Norma	Ministerio de Vivienda y Construcción	Perú	2016	D.S. Que modifica al reglamento para la gestión y manejo de residuos de las actividades de la construcción y demolición	Es importante por que regula la gestión y manejo de los residuos sólidos generados por las actividades de la construcción con la finalidad de disminuir los impactos ambientales
11	Tesis	Morocho, M.	Ecuador	2017	Gestión interna de residuos de construcción en la ejecución de obras civiles	Indica métodos para la caracterización de desechos sólidos, esto permite comparar con otras estrategias y ver cuál es el más óptimo.
12	Libro	De Santos, D; Monercillo, B. y García, A.	España	2011	Gestión de residuos en las obras de construcción y demolición	Hace descripción de los residuos en algunas etapas de la historia, clasifica los residuos de construcción y explica sobre los impactos ambientales de los mismos.
13	Tesis	Arce, L; Tapia, E.	Perú	2014	Planteamiento de un manual para la gestión de los residuos de la construcción y	La información es de suma importancia porque nos brinda una idea de las normativas en los

					demolición en las edificaciones urbanas	diferentes países, lo cual lo podemos comparar con nuestra legislación para realizar mejoras.
14	Artículo	Beltrán, M; Camacho, D; Palacio, O y Chávez, A.	USA	2014	Análisis del estado actual del diseño de unidades de RCD según metodología en estados unidos como eco-sostenible	Es importante porque nos da una idea del manejo y clasificación de los escombros en plantas de reciclaje.
15	Protocolo	Comisión Europea	Unión Europea	2016	Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE	Este protocolo es importante porque nos brinda mediante códigos una clasificación de los residuos de la construcción y demolición, además resume algunas propiedades peligrosas de los residuos así como ejemplos de mejoras prácticas.

**Fuente:** *Elaboración propia*

Se identificaron aquellos artículos que están relacionados con el tema de investigación y cumplen los criterios de búsqueda, la consulta de datos se realizó desde los últimos quince años (2005-2020) excluyendo la información que no tiene relación con el tema de investigación, para mayor detalle se muestra la tabla N° 2 la cual contiene información de los motivos de exclusión.

Tabla 2  
*Motivo de exclusión*

Nº	Fuente	Autor	País	Año	Tema	Motivo de exclusión
01	Artículo	Valdez, G.	Colombia	2011	Aplicación de los residuos de hormigón materiales de construcción	Se excluye porque nos habla de un solo material de escombro no cumpliendo con la estrategia de búsqueda de información.
02	Artículo	Lauritzen, E.	España	2016	Producción de residuos de construcción y reciclaje	Teniendo en cuenta que nos enfoca al tema de investigación, pero más a la reutilización del hormigón. Se excluye porque habla más del procesamiento y reutilización del material.
03	Artículo	Salazar, J.	Colombia	2005	Experiencia de reciclaje en la producción de materiales de escombros	Se excluye porque está relacionado con otros temas sacándonos fuera del objetivo de búsqueda.
04	Tesis	Franchi, P.	España	2019	Análisis del ciclo de reciclaje de los materiales de construcción en referencia al proceso de la edificación	A pesar que contiene una guía para el tratamiento de residuos, se excluye porque se refiere al ciclo de vida útil de los residuos en su etapa final, además, esta información lo tenemos en otra fuente lo cual fue incluida.
05	Tesis	Carcaño, R.	México	2009	La administración de los materiales en la construcción	Se excluyen por hacer mención de una administración de residuos desde de una orden de compra y no mencionando alternativas de solución.

06	Libro	De santos, D; Monercillo, B. y García, A.	España	2011	Gestión de residuos en las obras de construcción y demolición	Se excluye porque solamente da descripciones y conceptos resumidos que se tiene en otra fuente de información.
07	Artículo	Beltrán, M; Camacho, D; Palacio, O. y Chávez, A.	USA	2014	Análisis del estado actual del diseño de unidades RCD según metodología en Estados Unidos como eco-sostenible	Se excluye porque la información va enfocada al análisis del diseño de las unidades de reciclaje, mas no al manejo de residuos de materiales de obras en ejecución.

**Fuente:** *Elaboración propia*

Con la finalidad de cumplir el objetivo de la investigación, se seleccionó 8 fuentes de información relacionados al tema. La muestra inicial estaba compuesta por 15 publicaciones entre los años 2005 al 2020, quedando excluidas 07 publicaciones que están relacionados a temas generales de los residuos y otros temas que no cumplen con las expectativas de los investigadores, ver tabla N° 3.

Tabla 3  
*Motivo de inclusión*

N°	Fuente	Autor	País	Año	Tema	Motivo de inclusión
01	Artículo	Vicente, M.	España	2011	La gestión de residuos de la empresa: motivaciones para su implantación y mejoras asociadas	La inclusión del tema es netamente porque está enfocada a la investigación dando como alternativa de posibles soluciones aplicando los métodos que optimicen los residuos de escombros.
02	Tesis	Anaya, R; Puccini, M. y Valdez, C.	Colombia	2007	El reciclaje de escombros, la mejor alternativa para optimizar los residuos	Su inclusión es por qué tiene un plan de manejo de los residuos de escombros permitiendo una alimentación como investigadores.

					sólidos en Barranquilla	
03	Tesis	Morocho, M.	Ecuador	2017	Gestión interna de residuos de construcción en la ejecución de obras civiles	Se selecciona este estudio, porque brinda información importante sobre los impactos negativos en el medio ambiente, pero sobre todo porque propone técnicas para la reutilización de los materiales.
04	Informe	Leandro, A.	Costa Rica	2007	Administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción	Se incluye porque contiene alternativas viables para la reutilización, uso y manejo de residuos implementando políticas que involucra a los participantes del proyecto.
05	Tesis	Galarza, M.	Perú	2011	Desperdicio de materiales en obras de construcción civil: método de medición y control	Basado en los criterios de búsqueda este tema es de gran utilidad teniendo en cuenta la técnica de identificar los procesos ineficientes que generan gran cantidad de pérdidas de materiales.
06	Norma	Ministerio de Vivienda y Construcción	Perú	2016	D.S. que modifica el reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición	El motivo de la inclusión de esta norma es porque es soporte inicial para una buena gestión de los residuos. Teniendo que realizar estrategias de control dentro de la normativa de lo contrario estará sujeto a multas y sanciones.
07	Tesis	Arce, L; Tapia, E.	Perú	2014	Planteamiento de un manual para la gestión de los residuos de la construcción y demolición en las edificaciones urbanas	Se incluye por el contenido que podemos encontrar un manual de gestión de residuos que ayuda a comprender e interpretar la normativa existente en el Perú; además, nos brinda un caso de aplicación práctica en una obra.

---

08	Protocolo	Comisión Europea	Unión Europea	2016	Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE	Se incluye por su contenido del protocolo que está a base de principios, planes de gestión de residuos y la realización de auditorías previas a la demolición encajando a la idea de investigación.
----	-----------	------------------	---------------	------	--	---

---

**Fuente:** *Elaboración propia*

(**María Azucena, Vicente Molina, Julen Izaguirre Olaizola, 2011**) menciona de los problemas ambientales actuales, lo que significa una preocupación permanente en todos los países en general. En relación a las variables del medio ambiente y los residuos generados por las empresas, se implanta una gestión de tratamiento de los residuos y las posibles ventajas de un almacenamiento adecuado.

Se analizaron las motivaciones que impulsan a las empresas para implementar un sistema de gestión de reciclaje de residuos para obtener un beneficio, se analiza estudios de gran relevancia que oriente a la disminución de los impactos ambientales, haciendo hincapié en la utilización eficiente de los recursos y minimizando los residuos generados por las empresas.

Teniendo el comportamiento de las empresas en materia de residuos, indica que aprobaron en el 2009 el Plan Nacional Integrado de Residuos para el periodo 2008-2015 (BOE de 29 de febrero de 2009) donde priorizan la prevención de residuos, definiéndose normas específicas para aparatos eléctricos y electrónicos, vehículos al final de su uso, neumáticos fuera de uso, residuos de construcción y demolición, etc.

(**Rodolfo Anaya, Marco Puccini, Carlos Valdés, 2007**) hace referencia al manejo de residuos en la ciudad de Barranquilla, lo cual es un problema desde hace muchos años.

La recolección de los desperdicios generados, ha tenido consideraciones higiénico-sanitarias donde se le dio mayor relevancia a los residuos que se encontraban en su vía pública, esto evidenció la necesidad de iniciar un proceso formal de recolección como parte fundamental de solucionar a su problema.

Hoy en día muestra sus consideraciones ambientales, lo que ha hecho imprescindible la marcha de gestiones, programas y planes para regular y garantizar el tratamiento de residuos. Además, menciona la importancia del manejo de escombros que corresponde al 14% de los materiales depositados en los rellenos y el 17% del total de toneladas recolectadas, es por esta razón que se planteó una norma para soportar suficientemente el negocio de explotación, recuperación o aprovechamiento de escombros.

Según **(R. Solís Carcaño; N. Zaragoza Grifé, A. González Fajardo, 2009)** construir consiste en utilizar el trabajo humano y maquinarias donde transforman materiales en obras de ingeniería y arquitectura, mediante procesos de planeación, pedido, almacenamiento y control. Esta diversidad de procesos, variedad de materiales y participaciones de muchas empresas ajenas a la constructora genera que la administración sea más compleja.

Indica que se debe tener un procedimiento sistemático o una guía para los procesos necesarios de la administración de los materiales en la construcción; ya que, los materiales son en su mayoría imperecederos que ocupan espacios grandes dentro de la construcción, que son consumidos en forma no uniforme y discontinua.

**(Ing. Ana Grettel, Leandro Hernández, 2007)** explica que, para la gestión de los desechos, es necesario establecer dentro de una organización, acciones, estrategias y políticas que permitan prevenir y minimizar los impactos medioambientales.

La gestión se debe desarrollar a través de un plan de manejo documentario, donde esté descrito los procedimientos, acciones y operaciones orientadas a dar un destino adecuado a los residuos desde un punto de vista ambiental. También nos explica que, para tener un adecuado proceso de gestión de los desechos de la construcción, es necesario conocer su ciclo de vida e identificar sus principales problemas en cada una de sus etapas; porque los residuos sobrantes de material utilizado en los diferentes procesos de la construcción, tiene un potencial para ser nuevamente utilizados en un mismo fin, y aquellos materiales que no pueden ser reciclados, recuperados o reutilizados son desechados.

(Galarza M, 2011) hacen mención de la clasificación de los desperdicios de materiales y las principales causas que lo originan; han sacado algunos resultados importantes como en el caso de ladrillos donde indican que el desperdicio es aproximadamente del 8.5% y en cuanto al corte de unidades la pérdida es del 5.6%. La investigación de los autores tiene como objetivo principal, el cálculo y análisis profundo para la reducción del costo de consumo de los materiales y reducción de los residuos sólidos de construcción, además se han centrado en dos principales materiales (acero y concreto) que representa un costo importante en toda obra.

**El Decreto Supremo N° 019-2016 Vivienda**, tiene con objetivo primordial regular la gestión y manejo de los residuos sólidos generados por actividades y procesos de construcción y demolición. El cumplimiento de esta norma es obligatorio para toda persona natural o jurídica dentro del territorio peruano. Además, da lineamientos que tiene que ver con almacenamiento, recolección, transporte y reaprovechamiento de residuos sólidos; Así como para la implantación de escombreras. Para verificar su cumplimiento se realizan fiscalizaciones y en caso se detecte alguna omisión a la norma, ocasionará multas incluso sanciones de carácter civil o penal.

Para (**Arce, L., Tapia, E, 2014**), la norma sobre manejo y gestión de los residuos de las actividades de la construcción y demolición no se ha difundido, aplicado ni fiscalizado correctamente; por ello, para tener una visión más clara, los autores describen las diversas normativas tanto en el Perú como en algunos países vecinos, cuyo contenido tenga que ver con el cuidado del medio ambiente. Además, han propuesto un manual dirigido a todos los involucrados en una obra en ejecución, en el cual encontramos algunos coeficientes de estimación de residuos, para obra nueva es 0.2 m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup>, 0.4892 m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> y 0.8583 m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup>.

Por su parte (**La unión Europea, 2016**), nos brinda un protocolo que incluye propuestas legislativas y políticas para la gestión de residuos de la construcción y demolición. El protocolo también orienta sobre la eliminación de los residuos peligrosos para su procesamiento y tratamiento adecuados, pero para cumplir con estas actividades es necesario un marco reglamentario adecuado como permisos, licencias, auditorías, etc. Finalmente, el protocolo da una clasificación ordenada mediante códigos para cada tipo de material con la finalidad de reciclar de manera adecuada.

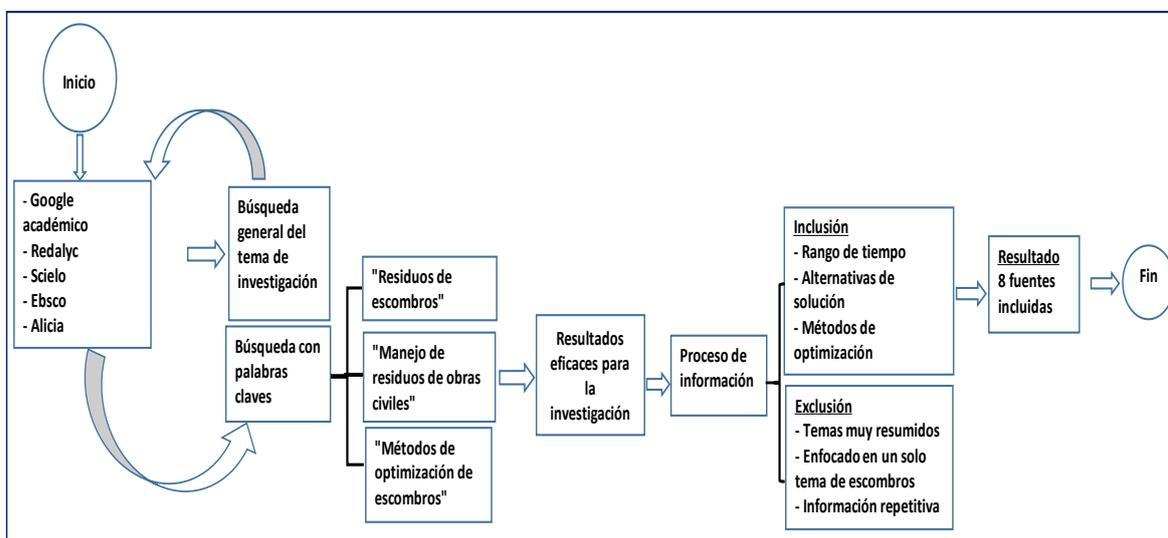
### CAPÍTULO III. RESULTADOS

De la búsqueda realizada en la base de datos, se encontró 15 fuentes que estaban relacionadas con el tema de investigación, de los cuales se seleccionaron 08 textos y se excluyeron 07 de ellos.

Los resultados indican que algunos de los elementos analizados y consultados en el buscador, se registran de manera aceptable, aunque consultando de manera global el proceso de búsqueda, se ha podido observar que hay un valor bajo de resultados, lo cual señala que existe falta de publicaciones sobre métodos que optimizan los residuos de escombros.

La estrategia de búsqueda completa y la metodología empleada para la selección de los artículos de investigación, se grafica en el diagrama de flujo, el cual se muestra a continuación en la figura N° 2.

**Figura 2. Diagrama de flujo.**



**Fuente:** Elaboración propia

En la siguiente tabla mostramos la explicación de las fuentes incluidas para su mejor entendimiento.

Fuentes de publicación: Los resultados se han publicado en 3 revistas diferentes (tabla: N° 4), de las cuales fueron, Google académico, Redalyc, Ebsco, que tienen en el título el término métodos que optimizan los residuos de escombros.

Tabla 4  
*Características de los estudios de inclusión*

N°	Fuente Científica	Fuente Bibliográfica	Autor	Características				Cantidad	Unidad (%)
				Año	País	Tipo de fuente	Estimación		
01	Google Académico	La gestión de residuos en la empresa: motivación para su implantación y mejora asociada	Vicente, M.	2011	España	Artículo	Media	5	62.50%
		El reciclaje de escombros, la mejor alternativa para optimizar los residuos sólidos en Barranquilla	Anaya, R; Puccini, M.	2007	Colombia	Tesis	Alta		
		Desperdicio de materiales en obras de construcción: métodos de medición y control	Galarza, M	2011	Perú	Tesis	Alta		
		D.S. Que modifica el reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición	Ministerio de vivienda y construcción	2016	Perú	Norma	Media		
02	Redalyc.Org	Planteamiento de un manual para la gestión de los residuos de la construcción y demolición en las edificaciones urbanas	Arce, L; Tapia, E.	2014	Perú	Tesis	Alta	1	12.50%
		Gestión interna de residuos de	Morocho, M	2017	Ecuador	Tesis	Media		

		construcción en la ejecución de obras civiles						
		Administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción	Leandro, A.	2007	Costa Rica	Informe	Alta	
03	Ebsco	Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE	Comisión Europea	2016	Unión Europea	Protocolo	Alta	2 25.00%
<b>Total de resultados bibliográficos</b>								<b>100%</b>

**Fuente:** *Elaboración propia*

Otro punto importante en la investigación es lo que corresponde a la comparación y tendencia de los estudios, donde la tendencia significa hacia dónde va dirigida la investigación y la comparación tiene que ver con la contrastación entre el título del proyecto de tesis con cada artículo de investigación.

En la tabla N° 5 se muestra la tendencia y comparación de los estudios, donde cada autor seleccionado aporta información valiosa al presente estudio, por ejemplo (Vicente, M. 2011), indica que a pesar que las empresas están inscritas en el ISO 14001 les dificulta implementar un plan o sistema de gestión de residuos. En cambio (Anaya, R. 2007), nos da una idea de hacer un negocio con el manejo adecuado de los residuos de escombros, por otro lado (Galarza, M. 2011), tiende a mencionar que la generación de escombros es por el mal uso y falta de procedimiento de una tarea a ejecutar. En el Perú el Ministerio de Vivienda y Construcción tiene un decreto supremo que modifica al reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición, como comparación en general podemos decir que no se refleja un destino final de los residuos, y como tendencia podemos decir que todos los estudios están orientados hacia el estudio de los RCD. En el siguiente cuadro detallamos las tendencias y comparaciones por cada autor seleccionado.

Tabla 5  
*Análisis global de los estudios*

N°	Lugar y Año	Título	Metodología	Resultados	Tendencias	Comparación
01	España 2011	La gestión de residuos en la empresa: motivaciones para su implantación y mejoras asociadas	Estudio que analizó la gestión de residuos en las empresas con certificación medioambiental ISO 14001, mediante un cuestionario estructurado y un estudio censal. La base de datos para dicho estudio estaba conformada por 945 empresas con fines de lucro.	El 27.7% de las organizaciones analizadas están sujetas a una normativa específica que las obliga a la recuperación de ciertos materiales, más del 70% de las empresas disponen de un plan específico para la gestión de residuos para tener un mayor grado de eliminación segura.	La investigación se refiere más a la gestión de residuos por parte de las empresas con certificación ISO 14001 con la finalidad de mejorar su imagen.	El estudio da una visión clara del por qué a las empresas, inscritas incluso en la norma 14001, les dificulta implementar un sistema de gestión de residuos.
02	Colombia 2007	El reciclaje de escombros, la mejor alternativa para optimizar los residuos sólidos en Barranquilla.	Respecto de la metodología concebida para este proyecto, se inicia con el diagnóstico del manejo de residuos sólidos en la ciudad de Barranquilla y una comparación en paralelo con las experiencias de otras ciudades, específicamente Cali y Medellín.	Los resultados indican que Barranquilla no cuenta con un sistema logístico de recuperación de residuos sólidos estructurado. La empresa TRIPLE-A S.A. E.S.P, quien está encargada del aseo de la ciudad, indica que las nuevas construcciones generan 169000 toneladas anuales siendo recogidas 77388 toneladas de escombros, y de esto, el 75% le es recogido por los usuarios que solicitan el servicio y el 25% que yace en el espacio público, le genera un sobrecosto de aproximadamente \$1,100.00 millones de pesos anuales.	La tendencia de esta investigación se enfoca a la implementación de una escombrera con fines comerciales, para ello muestra análisis financiero, posibles escenarios, flujo de caja, etc.	El estudio muestra los productos obtenidos del Proceso de reciclaje, relacionándose con el tema respecto a cómo podemos tener una visión de negocio con el manejo adecuado de los procesos de escombros.
03	Perú 2011	Desperdicio de materiales en obras de construcción civil: Métodos de medición y control.	Estudio experimental basado en un método de medición y control teniendo en cuenta etapas, como son identificación, medición, evaluación, intervención y control de desperdicios.	Durante la ejecución de estos dos proyectos se fue desarrollando la forma el control de los desperdicios de material y determinar el porcentaje exacto de desperdicio para un material en una determinada obra.	Se relaciona al tema mencionando el mal uso y mal almacenamiento, que pueden ser evitables y no evitables.	Guarda relación al tema en lo que Representa la reducción de los materiales y reducción de los residuos sólidos de la construcción generados por obras.
04	Perú 2016	D.S. que modifica el	Es una norma donde se descifra el	El decreto supremo tiene como objetivo la	Detalla el correcto	Con la ley 27314 ley general de

		Reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición.	Decreto Supremo No 003-2013 Vivienda como una herramienta informativa para difundirlas principales obligaciones y responsabilidades de los actores involucrados en la gestión y manejo de los residuos generados por las actividades de la construcción y demolición en obras civiles.	zonificación para la disposición final y ubicación de áreas para escombreras son las municipalidades quienes designan y hacen cumplir bajo criterios y parámetros establecidos para la localización que serán publicadas y actualizadas donde podrá ubicarse dicha infraestructura.	manejo de los RCD (residuos de construcción y demolición) de manera selectiva, sanitaria y ambiental que optimiza, teniendo en cuenta la clasificación y el destino finalidad de proteger y promover la calidad ambiental.	residuos sólidos establecen obligaciones, sanciones y responsabilidades de las instituciones vinculadas a la gestión y al manejo de los residuos sólidos de la Construcción y demolición.
05	Perú 2014	Planteamiento de un manual para la gestión de los residuos de la construcción y demolición en las edificaciones urbanas.	Se aplica una metodología descriptiva y aplicada, donde menciona todas las actividades y procesos para poder realizar correctamente la gestión de RCD dentro de la obra, esto tomado de base de libros y revistas ya publicadas en otros países y además, en base al Reglamento vigente peruano.	Como resultado de las charlas de inducción y la implementación de un plan de gestión para residuos sólidos se obtuvo, la ubicación adecuada de contenedores de residuos domiciliarios separados por colores, se colocó afiches didácticos en puntos estratégicos en obra para que el personal se vaya familiarizando con la gestión de los residuos.	La tendencia está dirigida a implementar un manual para la gestión de residuos de construcción y demolición, con la finalidad de hacer más entendible la norma existente en esta materia.	Se asocia con el tema implementando un (clean point) como lugares de acopio, debidamente rotulados por colores mediante señalética, así como, la utilización de un factor para el cálculo de la cantidad promedio de generación de residuos sólidos.
06	Ecuador 2017	Gestión Interna de Residuos de Construcción en la ejecución de obras civiles.	Se utiliza una metodología de carácter descriptivo y explicativo, con la modalidad de investigación de información bibliográfica	El análisis de información se realizó mediante un programa SIG, el cual permitió mejorar la ejecución operativa, favoreciendo los métodos internos de gestión de una empresa.	El estudio se dirige a implementar un plan de gestión interna de residuos de construcción en obras civiles.	Se familiariza con el objetivo por emplear métodos para la caracterización de residuos provenientes de las construcciones.
07	Costa Rica 2007	Administración y manejo de los desechos de proyectos de construcción.	Estudio que describe sobre la administración de los residuos e implementación de estrategias para su control y manejo con el propósito de reciclar y dar un fin al mal uso de estos materiales.	Estudio que trata de concientizar a nivel internacional con las alternativas de manejo para los desechos de la construcción que van orientadas al diseño de planes para la aplicación de las R, técnicas de reciclar, reducir y reutilizar.	El presente estudio está basado a la administración y concientización de reciclado de los desechos de la construcción.	Este estudio nos lleva al tema que mostrado con una buena identificación y propuestas viables para la reutilización y uso de escombros se puede dar una mejor administración.

08	Unión Europea 2016	Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE	Es un estudio con un plan de aumentar la confianza en el proceso de gestión de residuos de construcción y demolición, así como la confianza de la calidad de los materiales basados en ocho principios que se ha tenido en cuenta a la hora de aplicar todos los elementos del protocolo a lo largo de una cadena de gestión de residuos de construcción y demolición.	Mejorar la identificación de los residuos, la separación según el origen y la recogida, para ello se tiene que llevar acabo auditorías de calidad previstas a la demolición para cualquier material a reutilizar o reciclar, así como la separación de los residuos peligrosos.	Describe un plan de actividades tras la demolición y la construcción, el contratista debe resumir lo que realmente se ha recogido en el origen y a dónde se ha transportado el material.	Se relaciona con el tema por la finalidad de conseguir un plan de separación de residuos en su origen con una gestión adecuada de mantener separados los materiales cuanto mejor se separen los residuos inertes de construcción y demolición más efectivo será el reciclaje.
----	--------------------	--	--	---	--	---

**Fuente:** *Elaboración propia*

En la tabla 6 mostramos la comparación entre los 8 estudios primarios tanto cualitativos como cuantitativos, que proponen gestiones y métodos para la optimización de los residuos de materiales de construcción con la finalidad de aportar procedimientos y técnicas para la mejora del control de los residuos.

**Tabla 6**  
*Comparación de estudios primarios cualitativos y cuantitativos*

Nº	Lugar y Año	Título	Tipo de estudio	Cualitativos	Cuantitativos
01	España 2011	La gestión de residuos en la empresa: motivaciones para su implantación y mejoras asociadas	Descriptivo	Analiza una estrategia de motivación para familiarizar el reciclaje de los residuos con la finalidad de mejorar la imagen de una empresa.	
02	Colombia 2007	El reciclaje de escombros, la mejor alternativa para optimizar los residuos sólidos en Barranquilla.	Descriptivo		Evalúa posible alternativa con datos estadísticos para una posible implementación de escombrera con la finalidad de convertir en un negocio.
03	Perú 2011	Desperdicio de materiales en obras de construcción civil: Métodos de medición y control.	Experimental	Evalúa los procedimientos que desarrolla el personal de construcción en una actividad y la generación de desperdicio de los	

				materiales de construcción generando un número de residuos.
04	Perú 2016	D.S. que modifica el reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición.	Descriptivo	Presenta el Decreto supremo con la finalidad de manejo de los RCD de manera selectiva, sanitaria y ambiental, teniendo en cuenta el destino final.
05	Perú 2014	Planteamiento de un manual para la gestión de los residuos de la construcción y demolición en las edificaciones urbanas.	Descriptivo	Propone un manual para las posibles soluciones de la gestión de RCD, recopilando información con el propósito de plasmar a las empresas constructora e implantarlas en sus obras en ejecución.
06	Ecuador 2017	Gestión Interna de Residuos de Construcción en la ejecución de obras civiles.	Descriptivo	Analiza un programa SIG, que nos permite tener una visión más clara con la investigación y aportar a la infestación un claro método de reciclaje de escombros.
07	Costa Rica 2007	Administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción.	Descriptivo	Implementa estrategias para la concientización del manejo de residuos, la cual es muy recomendable para nuestra investigación, ya que teniendo una buena administración de desechos de escombros mejor será el manejo.
08	Unión Europea 2016	Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE	Descriptivo	Implementación de un plan de identificación, como objetivo principal es brindar una descripción completa y detallada del tema de investigación.

**Fuente:** *Elaboración propia*

## CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

Al realizar la revisión de los 15 artículos científicos sobre el tema de métodos de optimización de reciclaje de escombros a nivel internacional, concluimos que solo 8 artículos cumplían con los criterios de búsqueda de información, cuyo propósito fue comparar las diferentes estrategias para un adecuado manejo de residuos con la finalidad de clasificar y almacenar para su posterior procesamiento o reutilización.

Se seleccionó la información más resaltante de las bases de datos confiables como es Google académico, Redalyc, Scielo, Ebsco y redes sociales, la base de datos de donde se obtuvo la mayor cantidad de estudios fue Google académico con una cantidad de 5 artículos.

Las causas principales de la generación de residuos de las obras civiles son: Mala administración de los materiales y por no contar con un procedimiento o manual de gestión de los residuos generados durante la ejecución y demolición de obras civiles.

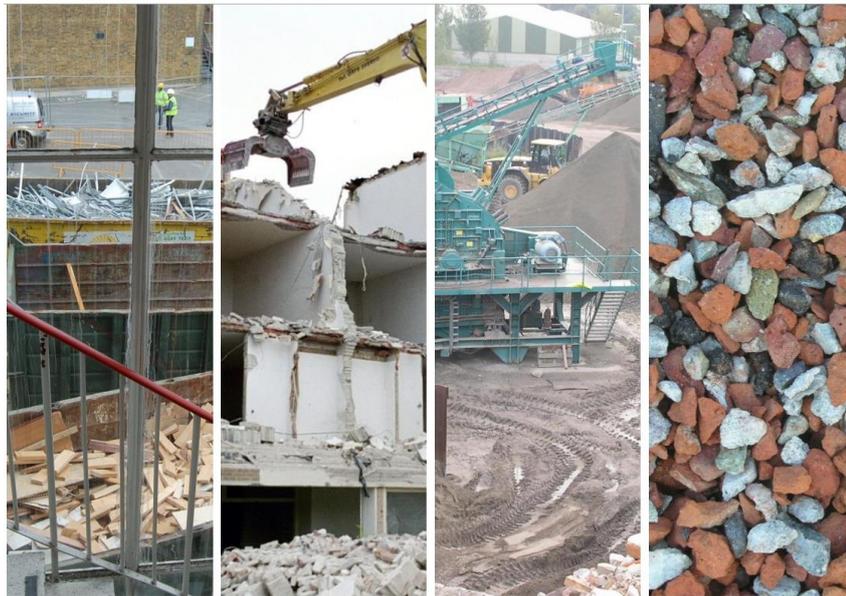
Se estudió y analizo los estudios más resaltantes por su importancia clasificándolos en baja, media y alta, todos los estudios fueron de fuentes primarias con el objetivo de incluir información acorde a nuestro tema y poder sacar un manual de procedimiento como una propuesta de solución.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anaya, R., Puccini, M., & Valdéz, C. (2007). El reciclaje de escombros, la mejor alternativa para optimizar el manejo de los residuos sólidos en Barranquilla. (1). Barranquilla, Colombia. Recuperado el 25 de 04 de 2020, de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/9806/u303361.pdf?sequence=1>
2. Arce, L. (2014). Planteamiento de un manual para gestión de los residuos de construcción y demolición en edificaciones urbanas. Perú. Recuperado el 25 de 04 de 2020, de <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/usmp/1161>
3. Europea, C. (2016). Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE. Union Europea. Recuperado el 25 de 04 de 2020, de <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/20509/attachments/1/translations/es/renditions/native>
4. Galarza, M. (2011). Desperdicio de materiales en obras de construcción civil: Métodos de medición y control. Lima, Perú. Recuperado el 25 de 04 de 2020, de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/888/GALARZA\\_MEZA\\_MARCO\\_DESPERDICIO\\_MATERIALES\\_CONSTRUCCION.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/888/GALARZA_MEZA_MARCO_DESPERDICIO_MATERIALES_CONSTRUCCION.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
5. Leandro, A. (2007). *Administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción Etapa 2 Alternativas de manejo*. Recuperado el 25 de 04 de 2020, de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/492/Informe%20final%20Manejo%20de%20Desechos%20enla%20construcci%EF%BF%BD%EF%BF%BDn%20Etapa%20II.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. Morocho, M. (2017). Gestión interna de residuos de construcción en la ejecución de obras civiles. Ecuador. Recuperado el 25 de 04 de 2020, de [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10723/1/TMUAIC\\_2017\\_GC\\_CD029.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10723/1/TMUAIC_2017_GC_CD029.pdf)
7. Tamayo, U., Vicente, M., & Izaguirre, J. (2012). La gestión de residuos en la empresa: motivaciones para su implantación y mejoras asociadas. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*. Recuperado el 25 de 04 de 2020, de <https://www.elsevier.es/es-revista-investigaciones-europeas-direccion-economia-empresa-345-pdf-S1135252312000020>
8. VIVIENDA. (2016). D.S. que modifica el reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición, aprobado por D.S. N° 003-2013-Vivienda. Perú. Recuperado el 25 de 04 de 2020, de <http://nike.vivienda.gob.pe/dgaa/Archivos/DS-019-2016-VIV11-ENDA.pdf>

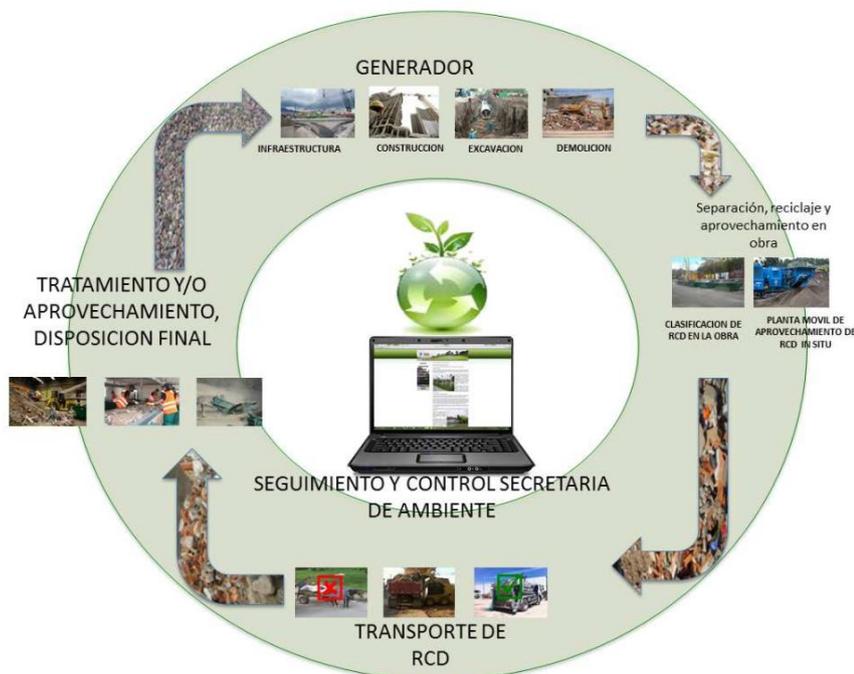
**ANEXOS**

Figura 3 *Proceso de reciclaje en construcciones y demoliciones*



**Fuente:** *Comisión Europea (2016)*

Figura 4 *Modelo de Gestión de RCD*



**Fuente:** *Ramírez, J. (2014)*