

Impactos en la salud humana y ambiental generados por la actividad de construcción de edificios multifamiliares en la ciudad de Lima

Impacts on human and environmental health generated by the construction of multifamily buildings in the city of Lima

Jesús Suárez Salinas^{1,a}, Carmen García Gamboa^{1,b}, Miguel Velasco Urdiales^{1,c}, Alberto Huiman Cruz^{1,d}

Recibido: 04/04/2022 - Aprobado: 10/10/2022 – Publicado: 31/12/2022

RESUMEN

La construcción de edificios multifamiliares destaca como una de las principales actividades económicas de la ciudad de Lima, incluso ha sido considerada en la primera etapa de reactivación económica en plena pandemia del COVID-19 y a la fecha ha logrado alcanzar las expectativas previstas, sin embargo, son significativos los impactos resultantes de dicha actividad que generan daños al ambiente y la salud humana. Para el desarrollo de la investigación se consideró la revisión de fuentes de primer orden, principalmente tesis de universidades nacionales y extranjeras las cuales abordan la problemática de identificar los impactos más significativos al ambiente y la salud humana durante la construcción de edificios multifamiliares. La presente investigación es descriptiva, comparativa y aplicada; se desarrolla un enfoque cualitativo-cuantitativo, mediante el análisis de la matriz de Leopold modificada que permite alcanzar el objetivo de identificar las actividades del proceso constructivo que generan mayores impactos ambientales y la salud humana, siendo éstas: demolición, excavación y estructura casco (Chávez Vargas, 2014), con la finalidad de la proponer acciones de mitigación y control. Los resultados obtenidos determinaron que las etapas de demolición, excavación y estructura casco son las que generan impactos negativos más significativos al ambiente, principalmente contaminación del aire por material particulado, gases y ruido ambiental, también contaminación del suelo por generación de residuos sólidos. Referente a los impactos negativos significativos a la salud humana además de las 3 etapas anteriormente mencionadas se obtuvo resultado que también durante los acabados se genera daño pudiendo resultar en enfermedades ocupacionales.

Palabras claves: edificios multifamiliares, salud humana, calidad ambiental, aspectos ambientales, impactos ambientales.

ABSTRACT

The construction of multifamily buildings stands out as one of the main economic activities in the city of Lima, it has even been considered in the first stage of economic reactivation amid the COVID-19 pandemic and to date it has managed to reach the expected expectations, however, there are significant impacts resulting from this activity that generate damage to the environment and human health. This research is descriptive, comparative, and applied; A qualitative-quantitative approach is developed through the analysis of the modified Leopold matrix that allows reaching the objective of identifying the activities of the construction process that generate the greatest environmental impacts and human health, these being: demolition, excavation and hull structure (Chávez Vargas, 2014), with the purpose of proposing mitigation and control actions. The results obtained determined that the demolition, excavation, and hull structure stages are the ones that generate the most significant negative impacts on the environment, mainly air pollution from particulate matter, gases, and environmental noise, as well as soil pollution from solid waste generation. Regarding the significant negative impacts on human health, in addition to the three stages mentioned above, it was found that damage is also generated during finishing, which can result in occupational diseases.

Keywords: multifamily buildings, human health, environmental quality, environmental aspects, environmental impacts.

1 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Unidad de Posgrado. Lima, Perú. Estudiante.

a Autor para correspondencia: jesus.suarez2@unmsm.edu.pe – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0985-7428>

b E-mail: carmen.garcia18@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8502-4797>

c E-mail: miguel.velasco1@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5604-6866>

d E-mail: ahuaimanc@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5507-9903>

I. INTRODUCCIÓN

La investigación tiene como objetivo determinar en qué etapas del proceso de construcción se presentan mayores daños a la salud humana y ambiental como resultado del proceso constructivo de edificios multifamiliares dentro del sector en la ciudad de Lima, determinando así cuales son los impactos más significativos y planteando una propuesta de mitigación.

Asimismo, la problemática a estudiar es que impactos genera la actividad de construcción de edificaciones multifamiliares en la salud humana y ambiental para la ciudad de Lima.

El transporte de materiales, dentro y fuera de la obra genera impactos ambientales relacionados con emisiones a la atmósfera, consumo de combustibles no renovables, desorden en las zonas aledañas a causa del ruido, del tráfico y de las vibraciones. Siendo esta actividad un aspecto ambiental el cual si impacta sobre el ambiente de la obra.

Zhang et al. (2013), en su publicación 'Evaluación del ciclo vital de las emisiones a la atmósfera durante el proceso de construcción de inmuebles: un estudio de caso en Hong Kong', señalan la generación de una cantidad significativa de emisiones. Así también, los procesos de construcción de edificios son incurridas durante las diversas etapas, estas incluyen dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, dióxido de azufre, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, no metánicos compuestos orgánicos volátiles y partículas.

Por otro lado, los principales efectos del material particulado están asociados con el sistema respiratorio el cual puede darse en el desprendimiento de partículas del cemento o materiales similares.

De esta manera, la autora Valdivia sostiene que: "las partículas afectan a los pulmones de las personas de todas las edades (principalmente a los que tienen contacto directamente con estos materiales, como los trabajadores, pero especialmente los que tienen problemas cardiológicos y respiratorios. Incrementándose estos síntomas en población asmática", muy común en Lima, debido a su alto porcentaje de humedad que llega hasta el 100% en temporadas de invierno.

Las actividades de construcción suelen dar contaminación del aire, contaminación del agua, el consumo de recursos, los problemas de tráfico y la generación de residuos de la construcción.

Se consideran ocho categorías de impactos ambientales relacionados con la construcción (Piñeiro García & García-Pintos Escuder, 2009): (1) contaminación del suelo, (2) aguas superficiales y subterráneas, (3) la construcción y la demolición, (4) el ruido y la vibración, (5) polvo, (6) emisiones nocivas y olores, (7) impactos sobre la vida silvestre y (8) las características naturales y los impactos arqueológicos (Chen & Li, 2006).

Se observó que los impactos ambientales de la construcción están en las categorías de ecología, el paisaje,

el tráfico, el agua, la energía, consumo de madera, ruido, polvo, aguas residuales y los riesgos de salud y seguridad.

Chávez Vargas (2014), los aspectos donde existe mayor impacto al ambiente es: generación de polvo, ruido, residuos sólidos producto de la construcción y demolición, alteración del flujo vehicular, daños a las viviendas y edificaciones vecinas, y daños a la interrupción de la infraestructura de servicios públicos (Ruiz Llamocanta, 2013). Estos son generados por las actividades de: Producción de los materiales de construcción, Construcción, Uso / Habitabilidad, Mantenimiento y a lo largo de su ciclo de vida, es decir, hasta que las obras son demolidas y sus residuos dispuestos en rellenos sanitarios (Chávez Vargas, 2014).

Entre los impactos más significativos se encuentran los asociados a la generación de residuos de construcción y demolición, debido a los grandes volúmenes que se deben gestionar. En Perú existe legislación y normativa vigente para la adecuada gestión de los residuos de construcción y demolición. Sin embargo, al momento de implementarlo se perciben deficiencias y dificultades, especialmente en la etapa de disposición final de los residuos de esta actividad (Moromisato Sonan, 2018, p. 12).

De acuerdo con la matriz de identificación de aspectos ambientales, la emisión de material particulado, generación de ruido y el transporte de materiales, la eliminación de residuos de la construcción son actividades que generan un mayor impacto al entorno (Chávez Vargas, 2014). El cual puede ser refrendado en las constantes quejas de los vecinos a sus respectivas municipalidades sean estas verbales, escritas o a través de la página web.

Mercader-Moyano & Roldán-Porras (2020, p. 3), desde el punto de vista del Índice de Sensibilidad Ambiental (ISMA) (Losada Rodríguez et al., 2010), que mide la disminución del uso de recursos naturales y la emisión de contaminación, el ahorro energético y el reciclaje, entre otros aspectos. En cuanto a la sostenibilidad social y económica, se tiene en cuenta la formación de los trabajadores y la seguridad, así como la aplicación de los resultados de la investigación, la ampliación del ciclo de vida de la estructura.

A nivel de planificación urbana, el índice de resiliencia proporciona una perspectiva socioecológica para favorecer ciudades más sostenibles, resilientes y habitables en el siglo XXI (Mercader-Moyano & Roldán-Porras, 2020, p. 3)

El año 2020 las principales ciudades, en primer lugar en Europa, China, Estados Unidos y luego el resto del mundo se detuvieron como resultado del COVID-19, enfermedad producida por un nuevo tipo de coronavirus denominado SARS-CoV-2 (virus del síndrome respiratorio agudo severo-2), reportado por primera vez en diciembre de 2019 en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, en China, que se extendió rápidamente y fue declarada pandemia por la Organización Mundial de la Salud el 11 de marzo (OMS, 2020), como resultado del coronavirus se generó un nuevo tipo de desecho biomédico, como guantes, mascarillas, mascarillas faciales o cascos, así también se establecieron protocolos para la correcta manipulación de dichos

materiales de protección personal y sanitario infectados, con el objetivo de preservar la salud de la comunidad y la integridad del ambiente. Estos lineamientos aplicaron para el reinicio de las actividades en todos los sectores productivos económicos, tanto para la prestación de servicios, bienes esenciales durante el estado de emergencia en instituciones públicas y privadas, conforme lo establecido por el Poder Ejecutivo (MINSa, 2020).

De otro lado, en las ciudades se presentó una problemática a partir de los impactos negativos en el ambiente, generado por la construcción de grandes edificaciones. En la actualidad existen numerosos métodos que sirven como evaluación medioambiental para la fabricación de edificios, como LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), o la metodología basada por el grupo GBC (Green Building Challenge) que consiste en la cuantificación de la reducción de impactos. Además, el método planteado por Macías & García Navarro (2010), se basa en el análisis del ciclo de vida en cada fase, para evaluar la reducción de los impactos que se puedan generar durante la etapa constructiva (Macías & García Navarro, 2010, p. 1).

II. MÉTODOS

La investigación fue de tipo exploratorio, utilizando el método cualitativo para obtener una información sistemática. En primera instancia se obtuvo la bibliografía, y la información desde la experiencia profesional, a partir de impactos a la salud y ambiente en la construcción de edificios multifamiliares. Como segunda fuente de información, se obtuvo data específica desde el sector constructivo institucional, de la Cámara Peruana de la Construcción-CAPECO (2018); y Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción-SENCICO (2020).

Para identificar los tipos de residuos que se generan en cada una de las actividades, el equipo investigador elaboró el diagrama de Gantt, en el periodo de construcción de un edificio multifamiliar de 17 pisos tipo B, ubicado en la Av. José Larco, en el distrito de Miraflores, Lima. Además, se utilizó la Matriz de Leopold modificada, adaptándola a las condiciones de interacción entre las actividades y los factores ambientales, es importante mencionar que se agregó en el factor socioeconómico (generación de empleo, insumos), la variable referida a la reactivación económica frente al COVID-19. El equipo hará la ponderación de las etapas más sensibles, a fin de proponer medidas de mejoras como aporte a la investigación.

Como primer paso se consultó información bibliográfica para obtener la data estadística, que será sistematizada y procesada a fin de analizar o describir los impactos a la salud y al ambiente. En la elaboración de la Matriz de Leopold se consideraron las acciones (columnas), y los factores ambientales e importancia (filas) que serán trazados en diagonal para cada una de las celdas, con lo cual se procederá a una evaluación individual que admite dos valores:

- **Magnitud:** valor numérico del 1 al 10, en el que 1 corresponde el mínimo, mientras que 10 es la alteración máxima.
- **Importancia:** La posibilidad de que se presenten alteraciones, valor del 1 al 10.

La valoración de la magnitud va con signo positivo (+) y negativo (-) según sea en beneficio o deterioro del ambiente. Es necesario la suma total de cada una, para poder determinar la ponderación final de las etapas, y así establecer mediante un cuadro de rangos de impactos negativos la clasificación y ponderación según corresponda:

- **Irrelevante:** Valor de 0 al -20
- **Bajo:** Valor del - 21 al - 45
- **Moderado:** Valor del - 46 al - 47
- **Crítico:** Valor del - 71 al - 100

Y para el valor de los impactos positivos se determinará mediante el cuadro de rangos que determinará la clasificación y ponderación:

- **Positivo:** ≤ 50
- **Positivo importante:** 51 – 100

III. RESULTADOS

Los impactos ambientales y a la salud humana se han identificado como herramienta que reconoce los impactos de los diferentes aspectos generados por el proceso de construcción. La metodología evaluada para este artículo es la matriz de Leopold modificada, que es un cuadro de doble entrada de relación causa-efecto. Esta matriz estructura la correspondencia entre las acciones a implementar en la ejecución del edificio multifamiliar de 17 pisos y sus posibles efectos a la salud humana y al ambiente.

El análisis causa (aspecto) – efecto (impacto) sobre el ambiente mediante la elaboración de la matriz de Leopold identificó que las etapas de demolición, excavación y estructura casco son actividades que generan impactos moderados y críticos en el aire, ruido

Mediante la elaboración de la matriz de Leopold modificada se identificó que en las etapas de demolición, excavación y estructura casco se suscitan contaminación sonora, contaminación al aire por medio de la generación de material particulado que son: PM_{10} , $PM_{2.5}$ y en gases son: CO, SO₂, NO₂, H₂S, contaminación al suelo por medio de la generación de residuos sólidos (restos de hormigón, ladrillos, yeso, madera, acero, plástico, cartón, papel, vidrio, caucho, desechos de productos químicos, disolventes, resinas, luminarias), ocasionando alteraciones negativas al ambiente.

La observación causa (aspecto) – efecto (impacto) sobre la salud humana mediante la herramienta utilizada estableció que las etapas de demolición, excavación,

estructura casco y acabados son actividades que generan impactos moderados y críticos, ocasionando alteraciones negativas a la salud humana, los trabajadores están expuestos a mayores riesgos a la salud humana por medio de enfermedades ocupacionales.

El análisis por medio de la metodología utilizada reconoció que, durante las cinco etapas de la construcción de edificios multifamiliar se generan impactos positivos de manera socioeconómica como son la generación de empleo, generación de actividades conexas y la reactivación económica del sector, bajo la coyuntura actual que atraviesa el Perú debido a la pandemia del COVID-19 el país optó en mayo del 2020 por reactivar la economía en cuatro fases, perteneciendo el sector construcción a la primera fase que dio impacto positivo a la economía nacional, pero no se consideró de procedimientos específicos para el manejo de los residuos de la construcción y la demolición.

En el periodo de los años 2018-2019, la construcción del edificio multifamiliar de 17 pisos en Miraflores demoró 22 meses aproximadamente, sobre este tiempo se ha realizado la ponderación de los criterios establecidos por la metodología Leopold modificada. La etapa de demolición abarcó el 4,5% del tiempo de vida; mientras que, la etapa de excavación abarcó el 13,6% del tiempo de vida que es de veintidós meses aproximadamente, para una construcción de edificio multifamiliar de diecisiete pisos, en la cual los impactos ambientales son críticos.

La etapa de estructura casco abarcó el 36,4% del tiempo de vida, con los impactos ambientales moderados.

Las tres etapas mencionadas abarcaron el 54,4% del tiempo de vida que es de veintidós meses aproximadamente, generando impactos moderados y críticos al ambiente sobre todo en material particulado (PM2.5, PM10), gases

(CO, NO₂, SO₂, H₂S), ruido ambiental y residuos sólidos (Tabla 1).

La etapa de demolición abarcó el 4,5%, la etapa de excavación el 13,6% y la etapa de estructura casco el 36,4% del tiempo de vida que es de veintidós meses aproximadamente, para una construcción de edificio multifamiliar de diecisiete pisos, en la cual el riesgo a la salud humana es crítico. La etapa de acabados abarcó el 27,3% con un riesgo moderado a la salud humana.

Las cuatro etapas corresponden al 81,8% del tiempo de vida, resultando que más de las tres cuartas partes del tiempo de vida de la obra generan impactos moderados y críticos a la salud humana, provocando a largo tiempo enfermedades ocupacionales (lesiones musculoesqueléticas, enfermedades a la piel, enfermedades pulmonares y cardíacas, problemas auditivos, problemas neurológicos) (Tabla 2).

Los resultados obtenidos del análisis cualitativo / cuantitativo de la afectación a la salud humana y ambiental, mediante la matriz de identificación de aspectos e impactos a los procesos constructivos determinaron que las etapas demolición, excavación y estructura son los impactos negativos de mayor alteración al ambiente y a la salud humana.

IV. DISCUSIÓN

Según los resultados de la matriz de Leopold modificada la actividad de construcción de edificios multifamiliares genera impactos negativos a la salud humana y al ambiente, así como impactos positivos socioeconómicos; cabe precisar que el sector construcción ha sido considerado en la primera etapa de la reactivación económica en Perú

Tabla 1. Análisis de Riesgo Ambiental

Etapa	Impactos	Distribución de la obra en meses	Distribución de la obra en porcentaje
Demolición	Crítico	1	4,5%
Excavación y muros anclados	Crítico	3	13,6%
Estructura casco	Moderado	8	36,4%
Estructura arquitectura	Bajo	4	18,2%
Acabados	Irrelevantes	6	27,3%
	Total	22	100,0 %

Tabla 2. Análisis de Riesgo a la Salud

Etapa	Impactos	Distribución de la obra en meses	Distribución de la obra en porcentaje
Demolición	Crítico	1	4,5%
Excavación y muros anclados	Crítico	3	13,6%
Estructura casco	Moderado	8	36,4%
Estructura arquitectura	Bajo	4	18,2%
Acabados	Moderado	6	27,3%
	Total	22	100,0%

durante el COVID- 19 logrando alcanzar las expectativas previstas.

Coincidimos con los resultados de la investigación de Gangolells et al. (2009) y Ramos Soberanis (2004), quienes concluyen que la aplicación de una herramienta cualitativa / cuantitativa para analizar los potenciales impactos ambientales adversos que se presentan en la construcción de edificaciones multifamiliares nos muestra la causalidad de cada etapa de la obra.

Según los resultados de Chávez Vargas (2014), los impactos ambientales significativos se encuentran asociados con las actividades de construcción que generan el material particulado, gases y ruido ambiental, dichos resultados son consistentes con nuestra investigación.

Sobre la gestión de los residuos de la actividad de la construcción y demolición en el Perú Moromisato Sonan (2018), en su investigación indica los proyectos tienen una etapa de construcción en la cual se generan gran cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD), existiendo dificultades en la gestión de los RCD, los cuales llevan a problemas como la inadecuada disposición de los residuos en el mar, río, espacios públicos, etc., coincidiendo nuestra investigación con los resultados del autor.

Se pudo identificar que los impactos ambientales significativos, se encuentran relacionados con el desplazamiento de materiales, trabajadores y el proceso de construcción, resultados que concuerdan con la investigación de Roldán Porras & Mercader-Moyano (2017).

En los resultados del artículo científico se pudo evidenciar que los impactos ambientales significativos se encuentran asociados en las etapas de demolición, excavación y estructura casco, las cuales generan material particulado, gases y ruido ambiental, resultados que no se concuerdan con la investigación de Rosales Rosales & Vilchez Vallejos (2012), el cual determina que los mayores impactos significativos negativos están solamente en la etapa de estructura.

Se reconoció que los impactos sobre la salud humana y al ambiente se encuentran asociados con el análisis de riesgos para todas las etapas de construcción. En los resultados de la investigación, se pudo determinar los problemas respiratorios por material particulado y gases, así como problemas auditivos para los trabajadores de la construcción, así como a la población que se encuentra en el entorno de la obra, dichos resultados son consistentes con las investigaciones de Sánchez (2013).

V. CONCLUSIONES

En las obras de construcción de edificios multifamiliares, se generan impactos a la salud y al ambiente, esto ocasionado por las etapas de demolición, excavación y estructura casco donde se generan la mayor alteración de impactos negativos como críticos y moderados debido a la contaminación sonora, contaminación al aire por medio de la generación de material particulado y gases (PM₁₀, PM_{2.5}, CO, SO₂, NO₂,

H₂S), contaminación al suelo por medio de la generación de residuos sólidos (restos de hormigón, ladrillos, yeso, madera, acero, plástico, cartón, papel, vidrio, caucho, desechos de productos químicos, disolventes, resinas, luminarias) y a la salud como son las enfermedades ocupacionales (lesiones musculoesqueléticas, enfermedades a la piel, enfermedades pulmonares y cardíacas, problemas auditivos, problemas neurológicos). Pero también se tienen impactos positivos como son la generación de empleo, insumos y la reactivación económica frente al COVID-19.

VI. REFERENCIAS

- CAPECO. (2018). *Construcción formal en el Perú*. Cámara Peruana de La Construcción. https://www.capeco.org/store-imagenes/files/documentos/CONSTRUYENDO_FORMALIDAD_OCT_-2018.pdf
- Chávez Vargas, G. P. (2014). *Estudio de la Gestión Ambiental para la prevención de impactos y monitoreo de las obras de construcción de Lima Metropolitana* [Magíster en Desarrollo Ambiental, Pontificia Universidad Católica del Perú]. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5629/CHAVEZ_VARGAS_GIOVANNA_ESTUDIO_PREVENCION.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chen, Z., & Li, H. (2006). *Environmental Management in Construction*. http://www.untag-smid.ac.id/files/Perpustakaan_Digital_1/ENVIRONMENTAL%20MANAGEMENT%20Environmental%20Management%20in%20construction.pdf
- Gangolells, M., Casals, M., Gassó, S., Forcada, N., Roca, X., & Fuertes, A. (2009). A methodology for predicting the severity of environmental impacts related to the construction process of residential buildings. *Building and Environment*, 44(3), 558–571. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.05.001>
- Losada Rodríguez, R., Roji Chandro, E., Cuadrado Rojo, J., & Larrauri Gil, M. (2010). Valoración del índice de sostenibilidad en estructuras de hormigón según la instrucción EHE- 08. *DYNA*, 85(3). <https://recyt.fecyt.es/index.php/DY/article/view/8926>
- Macías, M., & García Navarro, J. (2010). Metodología y herramienta VERDE para la evaluación de la sostenibilidad en edificios. *Informes de La Construcción*, 62(517), 87–100. <https://doi.org/10.3989/ic.08.056>
- Mercader-Moyano, P., & Roldán-Porras, J. (2020). Evaluating Environmental Impact in Foundations and Structures through Disaggregated Models: Towards the Decarbonisation of the Construction Sector. *Sustainability*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su12125150>
- MINSA. (2020). *Resolución Ministerial N° 972-2020. Lineamientos para la vigilancia, prevención y control de la salud de los trabajadores con riesgo de exposición a SARS-CoV-2*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1467798/RM%20972-2020-MINSA.PDF.PDF?v=1606663661>
- Moromisato Sonan, D. B. (2018). *Análisis de la gestión de los residuos de construcción y demolición en proyectos comerciales* [Universidad Nacional Agraria

- La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3178>
- OMS. (2020, March 11). *La OMS caracteriza a COVID-19 como una pandemia*. OPS/OMS | Organización Panamericana de La Salud. <https://www.paho.org/es/noticias/11-3-2020-oms-caracteriza-covid-19-como-pandemia>
- Piñero García, P. ;, & García-Pintos Escuder, A. (2009). Prácticas ambientales en el sector de la construcción el caso de las empresas constructoras españolas. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*, 15(2), 183–200. <https://www.redalyc.org/pdf/2741/274120373005.pdf>
- Ramos Soberanis, A. N. (2004). *Metodologías matriciales de evaluación ambiental para países en desarrollo: matriz de Leopold y método Mel-Enel* [Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2469_C.pdf
- Roldán Porras, J., & Mercader-Moyano, P. (2017). *Modelos desagregados para la evaluación del impacto ambiental en cimentaciones singulares interferidas por infraestructuras subterráneas de transporte* [Tesis , Universidad de Sevilla]. <https://idus.us.es/handle/11441/64021#.Y0XzNT8fe5U.mendeley>
- Rosales Rosales, L., & Vilchez Vallejos, D. R. (2012). *Propuesta de un Plan de Seguridad, Salud y Ambiente para una obra de construcción y la estimación del costo de su implementación* [Tesis, Pontificia Universidad Católica del Perú]. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1685/ROSALES_LUIS_Y_VILCHEZ_DANTE_SEGURIDAD_SALUD_OBRA_CONSTRUCCION.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ruiz Llamoctanta, E. N. (2013). Impacto ambiental generado por la construcción de camino vecinal Cullanmayo - Nudillo [Tesis, Universidad Nacional de Cajamarca]. In *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/469>
- Sánchez, C. T. G. (2013). *Estudio, Análisis y Evaluación de la siniestralidad laboral en las empresas del sector construcción* [Tesis , Pontificia Universidad Católica del Perú]. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4908/SANCHEZ_CARMEN_SINIESTRALIDAD_LABORAL_SECTOR_CONSTRUCCION.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- SENCICO. (2020). *Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*. Servicio Nacional de Capacitación Para La Industria de La Construcción. <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Zhang, X., Shen, L., & Zhang, L. (2013). Life cycle assessment of the air emissions during building construction process: A case study in Hong Kong. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 17, 160–169. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2012.09.024>

Contribución de autoría

Conceptualización, análisis formal, metodología y redacción – revisión: Jesús Suárez Salinas

Administración del proyecto, supervisión, validación y redacción - revisión y edición: Carmen García Gamboa

Curación de datos, adquisición de fondos, investigación: Miguel Velasco Urdiales

Recursos, Software, visualización y redacción - borrador original: Alberto Huiman Cruz