

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DURANTE LA
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES EN PUEBLO
LIBRE**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

JORGE MANUEL WU ESQUIVEL

ASESOR

Mag. MARCK STEEWAR REGALADO ESPINOZA

LIMA - PERÚ

2023

© 2023, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados
**“El autor autoriza a la UNI a reproducir la Tesis en su totalidad o en parte,
con fines estrictamente académicos.”**

WU ESQUIVEL, Jorge Manuel
jorge.wu.e@uni.pe
969754246 - (01) 6864944

DEDICATORIA

A mis padres Jorge Wu P. y Rosa Esquivel

Por brindarme la vida, la oportunidad de estudiar, su apoyo incondicional y aconsejarme constantemente para cumplir mis metas.

A mi hermano Juan Wu

Por apoyarme y felicitarme por mis logros durante la elaboración de mi tesis.

A mi asesor Marck Regalado

Por darme la oportunidad de recibir su asesoría y ayudarme enormemente con su orientación, consejos y preocupación para elaborar esta tesis.

A mi novia Esthefany Aguirre

Por todo su inmenso amor, su apoyo cuando más lo necesitaba, por ser mi soporte diario y fundamentalmente, por siempre confiar en mí.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, expreso mi agradecimiento al asesor de la presente tesis, el Mag. Marck Steewar Regalado Espinoza, por la oportunidad que me dio en su momento y por aceptar ser mi asesor, así como por su preocupación y orientación constante con mi persona durante todo este tiempo. Asimismo, agradecerle su tiempo brindado para transmitirme todos sus consejos y redactar sus comentarios precisos que me fueron de mucha ayuda para esclarecer todas mis dudas, y así elaborar con mucha dedicación y motivación esta tesis.

Del mismo modo, agradezco a mi alma mater, la Universidad Nacional de Ingeniería, por permitirme conocer a grandes docentes de la Facultad de Ingeniería Civil, de los cuales he aprendido tanto de sus conocimientos transmitidos como de las experiencias comentadas en las aulas de clase.

Asimismo, agradecer a mi familia, a mis abuelos, a mi hermano y en especial a mis padres, Jorge Wu P. y Rosa Esquivel, por ser quienes me dieron la vida, por amarme y por haberme brindado una buena educación y formación, que es el mejor regalo que me pudieron dar. También, por aconsejarme siempre en los momentos oportunos y por apoyarme en mi sueño de estudiar la carrera de ingeniería civil.

Igualmente, agradezco a todos mis amigos que he podido conocer durante mi etapa colegial, universitaria y actualmente laboral, con quienes mantengo un lazo de amistad muy fuerte y comparto muchos recuerdos bonitos.

Finalmente, agradezco a mi novia Esthefany Aguirre, por su tan inmenso y hermoso amor que me demuestra día a día y por ser mi luz cuando más lo necesitaba. Por su preocupación diaria para que avanzara la presente tesis, y por todas las hermosas palabras de apoyo y aliento que me brindaba diciéndome que sí lo podría lograr. De corazón, muchas gracias por siempre confiar en mí.

	Página
RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	5
PRÓLOGO	7
LISTA DE TABLAS	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
1.1 GENERALIDADES	12
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.2.1 Problema general.....	16
1.2.2 Problemas específicos	16
1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	16
1.3.1 Objetivo General	16
1.3.2 Objetivos Específicos	17
1.4 HIPÓTESIS	17
1.4.1 Hipótesis general	17
1.4.2 Hipótesis específicas	17
1.5 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	17
1.5.1 Antecedentes internacionales	17
1.5.2 Antecedentes nacionales.....	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	20
2.1 AMBIENTE	20
2.2 RESIDUOS SÓLIDOS	20
2.3 RESIDUOS PELIGROSOS	20
2.4 RESIDUOS NO PELIGROSOS.....	21
2.5 RESIDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	21
2.6 GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	22
2.7 EDIFICIO MULTIFAMILIAR	22
2.8 CONTAMINACIÓN DEL SUELO	22
2.9 SUELO RESIDENCIAL.....	23
2.10 IMPACTO AMBIENTAL	23
2.11 IMPACTO SOCIAL	23
2.12 IMPACTO ECONÓMICO	23
2.13 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	23
2.14 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA.....	24

2.15	REAPROVECHAMIENTO	25
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE CUANTIFICACIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO		26
3.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	26
3.2	METODOLOGÍA DE CUANTIFICACIÓN.....	27
3.2.1.	Retazos de barras de construcción de acero	29
3.2.2.	Retazos de fenólico y madera.....	31
3.2.3.	Tecnopor.....	33
3.2.4.	Alambre.....	34
3.2.5.	Escombro de viguetas pretensadas y bovedillas.....	36
3.2.6.	Residuos de concreto premezclado	38
3.2.7.	Escombro de concreto y mortero.....	39
3.2.8.	Retazos de tuberías eléctricas PVC.....	41
3.2.9.	Retazos de tuberías de gas Pe Al Pe y cajas de cartón de accesorios ..	42
3.2.10.	Escombros de Ladrillo Sílico Calcáreo.....	43
3.2.11.	Retazos de tuberías sanitarias de Polifusión y PVC.....	46
3.2.12.	Retazos de piezas de cerámico y porcelanato.....	47
3.3	RESIDUOS SÓLIDOS CUANTIFICADOS	49
CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DE IMPACTOS		50
4.1	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	50
4.2	EVALUACIÓN DE IMPACTO SOCIAL.....	55
4.3	EVALUACIÓN DE IMPACTO ECONÓMICO.....	59
4.4	EVALUACIÓN DE IMPACTO TOTAL.....	64
4.5	HUELLA DE CARBONO	65
CAPÍTULO V: ALTERNATIVAS DE RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN		69
5.1	LISTA DE ALTERNATIVAS DE RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	69
5.2	LOOKAHEAD DE RESIDUOS SÓLIDOS Y HUELLA DE CARBONO	71
5.3	PUNTOS DE ACOPIO POR SEMANA	75
5.4	COSTO DE RECOLECCIÓN Y COLOCACIÓN EN PUNTO DE ACOPIO	81
5.5	COSTO DE TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	85
CONCLUSIONES		88
RECOMENDACIONES.....		91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		92
ANEXOS.....		96

RESUMEN

Actualmente, a nivel mundial, se tiene como principal problemática la contaminación ambiental, así como el agotamiento de los recursos naturales. Lo antes mencionado se refleja en el sector construcción, ya que existe una necesidad de satisfacer a la sociedad con nueva infraestructura como es el caso de construcción de viviendas, remodelación de edificios, mejoramiento de infraestructura vial, etc. Por lo tanto, ocurre un aumento en la demanda de recursos naturales, lo cual conlleva al uso inadecuado de los mismos y la contaminación ambiental asociada a los residuos sólidos generados durante la construcción que terminan siendo eliminados en vertederos no autorizados sin el debido control y análisis de su peligrosidad o nivel de reciclabilidad. El distrito de Pueblo Libre no es ajeno a la realidad previamente descrita, más aún cuando es un distrito céntrico que resulta atractivo para la construcción de proyectos inmobiliarios, especialmente de Edificios Multifamiliares de 5 pisos a más.

La presente investigación trata del análisis de la gestión de residuos sólidos durante la construcción del Edificio Multifamiliar Alba en el distrito de Pueblo Libre, dando como resultado una propuesta de solución para minimizar el impacto ambiental, social y económico negativo, maximizar el porcentaje de reaprovechamiento de los residuos sólidos generados y reducir la huella de carbono asociada a dichos residuos, lo cual implica una serie de procesos desde la fase recolección de los residuos sólidos hasta la disposición final de los mismos.

Inicialmente, se estipula una metodología de cuantificación según cada tipo de residuo sólido generado por las distintas actividades del proyecto. Posterior a ello, se hace uso del método de Conesa para realizar una evaluación del impacto ambiental, social y económico de los residuos sólidos. Asimismo, se calcula la huella de carbono según tipo de residuo, lo cual permite de manera conjunta con la evaluación de impacto, determinar los residuos sólidos de mayor incidencia dentro del Proyecto Alba. Luego, se establecen alternativas de reciclaje y/o reutilización que permiten estimar el porcentaje de residuos sólidos que pueden ser reaprovechados y el porcentaje de la huella de carbono que se puede reducir.

Después, se procede a implementar un cronograma Look Ahead para determinar la cantidad de residuos sólidos generados por semana, lo cual permite un mejor seguimiento y control. A partir de ello, se calcula el costo de recolección y colocación en el punto de acopio de los residuos sólidos de mayor incidencia. Del mismo modo, se propone el uso del servicio de contenedores ecológicos para el transporte y disposición final de los residuos sólidos. Finalmente, se determina el costo total de la propuesta de solución desde la fase recolección de los residuos sólidos hasta la disposición final de los mismos.

ABSTRACT

Nowadays, environmental pollution and the depletion of natural resources are the main problems worldwide. The aforementioned is reflected in the construction sector, since there is a need to satisfy society with new infrastructure such as housing construction, remodeling of buildings, improvement of road infrastructure, etc. As a result, there is an increased demand for natural resources, which leads to inappropriate use and environmental contamination associated with solid waste generated during construction that ends up being disposed of in unauthorized landfills without proper control and analysis of its hazardousness or recyclability. The district of Pueblo Libre is no stranger to the previously described reality, even more so when it is a central district that is attractive for the construction of real estate projects, especially Multifamily Buildings of 5 floors or more.

This research deals with the analysis of solid waste management during the construction of the Alba Multifamily Building in the district of Pueblo Libre, resulting in a proposed solution to minimize the negative environmental, social and economic impact, maximize the percentage of reuse of solid waste generated and reduce the carbon footprint associated with such waste, which involves a series of processes from the collection phase of solid waste to its final disposal.

Initially, a quantification methodology is stipulated according to each type of solid waste generated by the different activities of the project. Subsequently, the Conesa method is used to evaluate the environmental, social and economic impact of solid waste. Likewise, the carbon footprint is calculated by type of waste, which, together with the impact assessment, allows us to determine the solid waste with the greatest impact on the Alba Project. Recycling and/or reuse alternatives are then established to estimate the percentage of solid waste that can be reused and the percentage of the carbon footprint that can be reduced.

Later, a Look Ahead schedule is implemented to determine the amount of solid waste generated per week, which allows for better monitoring and control. From this, the cost of collection and placement at the collection point of the most common solid waste is calculated. Similarly, the use of ecological containers is proposed for the transportation and final disposal of solid waste. Finally, the total cost of the

proposed solution is determined from the collection of solid waste to its final disposal.

PRÓLOGO

La presente investigación consta de una metodología adaptada al análisis de los residuos sólidos generados durante la construcción de un proyecto de edificaciones, tomando como población los edificios inmobiliarios en el distrito de Pueblo Libre (Lima, Perú).

Para ello, se toma como un caso de estudio el edificio “Alba”, siendo un ejemplo piloto del funcionamiento de la metodología y permitiendo su perfeccionamiento. Primero, se explica la forma de obtener las cantidades de residuos que se generan por las distintas actividades, su forma de recolección, pesaje y organización.

Luego, de cada tipo de desperdicio se proponen los niveles de impacto en el desarrollo sostenible que cada uno implica, identificando así los de mayor gravedad. De forma complementaria, también se analiza la huella de carbono de cada uno, y se conjuga con las cantidades anteriormente identificadas, lo que permite priorizarlos.

A partir de los residuos más importantes, se hace una propuesta de alternativas de reciclaje y rehúso, contando con data obtenida de empresas locales que brindan estos servicios. Se planifica a la par la ubicación de los puntos de acopio, el costo que amerita la recolección segregada de los residuos, así como el costo de los servicios de gestión de los residuos sólidos. Para la planificación, se compatibilizó con la metodología Look Ahead, obteniendo los momentos ideales para solicitar los servicios de gestión de residuos, e identificando la evolución de la huella de carbono a lo largo del proyecto.

Esta metodología podría ser replicada en otros proyectos, no solo para identificar qué tipo de residuos son los de mayor impacto, sino también para conocer en qué momento del proyecto resulta clave planificar las acciones a su mitigación y gestión organizada, con miras no solo a su disposición en un botadero autorizado, sino en su recuperación con enfoque al reciclaje y rehúso.

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla N°1. Cantidad en kg de residuos sólidos generados por actividad	49
Tabla N°2. Valoración de atributos	51
Tabla N°3. Grado de importancia del impacto	52
Tabla N°4. Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental	53
Tabla N°5. Grado de Importancia Total de Impacto Ambiental	55
Tabla N°6. Matriz de Evaluación de Impacto Social	57
Tabla N°7. Grado de Importancia Total de Impacto Social.....	59
Tabla N°8. Matriz de Evaluación de Impacto Económico	61
Tabla N°9. Grado de Importancia Total de Impacto Económico	63
Tabla N°10. Grado de Importancia de Impacto Total	64
Tabla N°11. Huella de Carbono.....	66
Tabla N°12. Porcentaje de incidencia de cada tipo de residuo sólido.....	66
Tabla N°13. Lista de alternativas de reciclaje y reutilización	70
Tabla N°14. Cantidad de residuos sólidos que pueden reciclarse y/o reutilizarse.....	71
Tabla N°15. Actividad y residuo sólido generado	71
Tabla N°16. Residuos Sólidos por Semana	73
Tabla N°17. Huella de Carbono Acumulada por Semana	74
Tabla N°18. Punto de Acopio según residuo sólido.....	76
Tabla N°19. Costo por semana de recolección y colocación en el punto de acopio de retazos de barras de acero de construcción	82
Tabla N°20. Costo por semana de recolección y colocación en el punto de acopio de residuos de concreto premezclado	82
Tabla N°21. Costo por semana de recolección y colocación en el punto de acopio de escombros de bovedillas	83
Tabla N°22. Costo por semana de recolección y colocación en el punto de acopio de escombros de concreto	83
Tabla N°23. Costo por semana de recolección y colocación en el punto de acopio de escombros de ladrillo sílico calcáreo.....	84
Tabla N°24. Costo total por semana de recolección y colocación en el punto de acopio de los residuos sólidos generados	84
Tabla N°25. Semanas que requieren servicio de transporte de residuos sólidos	86
Tabla N°26. Costo de cada servicio de transporte y disposición final de residuos sólidos	87
Tabla N°27. Costo total desde recolección hasta disposición final de residuos sólidos	87

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura N°1. Unidades disponibles según NSE por agrupación distrital.....	13
Figura N°2. Agrupación distrital de Lima Metropolitana.....	14
Figura N°3. Proyectos inmobiliarios activos según altura en Lima Metropolitana	15
Figura N°4. Residuos sólidos de la construcción de Edificios Multifamiliares.....	22
Figura N°5. Análisis del ciclo de vida típico de un producto	25
Figura N°6. Vista frontal del Proyecto Alba	26
Figura N°7. Sacos blancos de polipropileno	28
Figura N°8. Balanza digital marca Exeltor para una carga de 40kg.....	28
Figura N°9. Punto de acopio de retazos de barras de acero.....	29
Figura N°10. Retazos de barras de acero agrupados según diámetro	29
Figura N°11. Conteo y medición de la longitud de los retazos de barras de acero	30
Figura N°12. Registro de la data obtenida	30
Figura N°13. Retazos de barras de acero juntados y amarrados.....	31
Figura N°14. Residuos de fenólico y madera agrupados	32
Figura N°15. Conteo y medición de cada residuo de fenólico y madera.....	32
Figura N°16. Realización del pesaje de los residuos agrupados de fenólico y madera	33
Figura N°17. Retazos de Tecnopor en sacos y bolsas negras.....	33
Figura N°18. Pesaje de los sacos o bolsas negras con Tecnopor	34
Figura N°19. Punto de acopio del alambre	35
Figura N°20. Residuos agrupados de Alambre #16 y Alambre #8.....	35
Figura N°21. Pesaje de los residuos de alambre.....	36
Figura N°22. Generación de escombros de viguetas pretensadas de concreto .	37
Figura N°23. Segregación de escombros de viguetas pretensadas y bovedillas	37
Figura N°24. Pesaje de los sacos con escombros.....	38
Figura N°25. Residuos de concreto premezclado posterior al vaciado.....	38
Figura N°26. Colocación de escombros de concreto y residuos de mortero en sacos.....	39
Figura N°27. Punto de acopio para los sacos con escombros y residuos de mortero.....	40
Figura N°28. Pesaje de los sacos con escombros de concreto y residuos de mortero.....	40
Figura N°29. Retazos de tuberías eléctricas agrupadas según diámetro	41
Figura N°30. Pesaje de los sacos con retazos de tuberías eléctricas.....	41
Figura N°31. Retazos de tuberías de gas Pe Al Pe y cajas de cartón en sacos.	42
Figura N°32. Pesaje de tuberías de gas Pe Al Pe y cajas de cartón	43
Figura N°33. Pesaje de residuos de ladrillo sílico - calcáreo.....	44
Figura N°34. Buggy de transporte de residuos de ladrillo sílico – calcáreo	45
Figura N°35. Punto de acopio inicial para los residuos de ladrillo sílico- calcáreo.....	45
Figura N°36. Acopio de disposición final de residuos de Ladrillo sílico-calcáreo	46
Figura N°37. Retazos de tuberías sanitarias agrupadas según tipo	47
Figura N°38. Pesaje de los sacos con retazos de tuberías sanitarias	47
Figura N°39. Segregación de los retazos de piezas de cerámico y porcelanato	48
Figura N°40. Pesaje de los retazos de piezas de cerámico y porcelanato	48
Figura N°41. Diagrama de Pareto de Incidencia de los residuos sólidos analizados	67

Figura N°42. Cronograma LookAhead de Residuos Sólidos y Huella de Carbono	72
Figura N°43. Huella de Carbono Acumulada por Semana	75
Figura N°44. Punto de acopio de retazos de acero cercano a la zona de Habilitado y Corte de acero en Techo Planta Semisótano	76
Figura N°45. Punto de acopio de residuos de concreto premezclado en berma	77
Figura N°46. Punto de acopio de retazos de acero en Techo Planta 3er Nivel durante la Semana 13	77
Figura N°47. Punto de acopio de retazos de acero, escombros de bovedillas y de concreto en Techo Planta 4to Nivel durante la Semana 16 ...	78
Figura N°48. Punto de acopio de retazos de acero y escombros de bovedillas en Techo Planta 6to Nivel durante la Semana 16	78
Figura N°49. Punto de acopio de escombros de concreto y de ladrillo sílico calcáreo en Techo Planta 4to Nivel durante la Semana 20	79
Figura N°50. Punto de acopio de escombros de concreto en Techo Planta Semisótano durante la Semana 20	79
Figura N°51. Punto de acopio de escombros de ladrillo sílico calcáreo en Techo Planta 5to Nivel durante la Semana 26	80
Figura N°52. Punto de acopio de escombros de ladrillo sílico calcáreo en Techo Planta Semisótano durante la Semana 26	80
Figura N°53. Dimensiones del contenedor tipo CR II	85

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

AC:	Acumulación
EF:	Efecto
EX:	Extensión
IA:	Grado de Importancia de Impacto Ambiental
IE:	Grado de Importancia de Impacto Económico
IN:	Intensidad
IS:	Grado de Importancia de Impacto Social
IT:	Grado de Importancia de Impacto Total
MC:	Recuperabilidad
MO:	Momento
PE:	Persistencia
PR:	Periodicidad
RV:	Reversibilidad
SI:	Sinergia

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

Es una realidad que el aumento en el uso de recursos naturales se debe principalmente al crecimiento de la población y de la prosperidad (British Broadcasting Corporation, 2011) con la finalidad de satisfacer las necesidades nacientes. Lo antes mencionado se refleja en el sector construcción, ya que existe una necesidad de satisfacer a la sociedad con nueva infraestructura como es el caso de construcción de viviendas, remodelación de edificios, mejoramiento de infraestructura vial, etc. Es así como el aumento de la demanda de recursos naturales conlleva al uso inadecuado de los mismos. La situación previamente descrita está asociada al Boom de la construcción de las obras en general (Blas, 2019), entre las cuales destaca el incremento de la construcción de Edificios Multifamiliares. Esto implica el aumento de la demanda de recursos para dicho fin y el gran volumen de residuos sólidos generados procedente de la construcción, remodelación, reparación y demolición de dichas construcciones (Suárez-Silgado et al., 2018).

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el Perú, no se tiene una atención suficiente a la gran cantidad de residuos de construcción tanto por las autoridades correspondientes como por los mismos gestores de la construcción. Dichos residuos, en su mayoría, terminan siendo eliminados en vertederos no autorizados sin el debido control y análisis de su peligrosidad o nivel de reciclabilidad (Bazán, 2018).

Asimismo, la situación se agrava porque solo existen nueve rellenos sanitarios y dos rellenos de seguridad en el Perú, los cuales no son suficientes para el volumen de basura que se genera en el país. Del mismo modo, se tiene la falta de escombreras para la disposición final de los residuos de las actividades de construcción y demolición, lo cual genera que dichos residuos sean arrojados al mar y riberas de ríos sin tratamiento previo (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2014a). Lo antes mencionado sucede a pesar de existir una normativa peruana vigente como es la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos D.L. N° 1278 y el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición aprobado mediante D.S. N° 019-2016-VIVIENDA.

Además, se conoce que Lima Metropolitana viene experimentando un boom inmobiliario desde hace algunos años, lo cual conlleva la construcción de una considerable cantidad de unidades inmobiliarias. Es así como, en la Figura N°1 se evidencia que según datos del “Residential Market Overview – Perú Tercer Trimestre 2022” (Tinsa, 2022), Lima reporta un total de 19 445 unidades inmobiliarias disponibles, de las cuales 7, 439 unidades corresponden a Lima Moderna, agrupación distrital a la cual pertenece el distrito de Pueblo Libre (ver Figura N°2). Asimismo, se tiene que la Municipalidad de Pueblo Libre aprobó un total de 23 proyectos y 31 anteproyectos para la construcción de edificios multifamiliares en el año 2020, así como un total de 12 de proyectos entre enero y abril del año 2021 (Rosales, 2021).

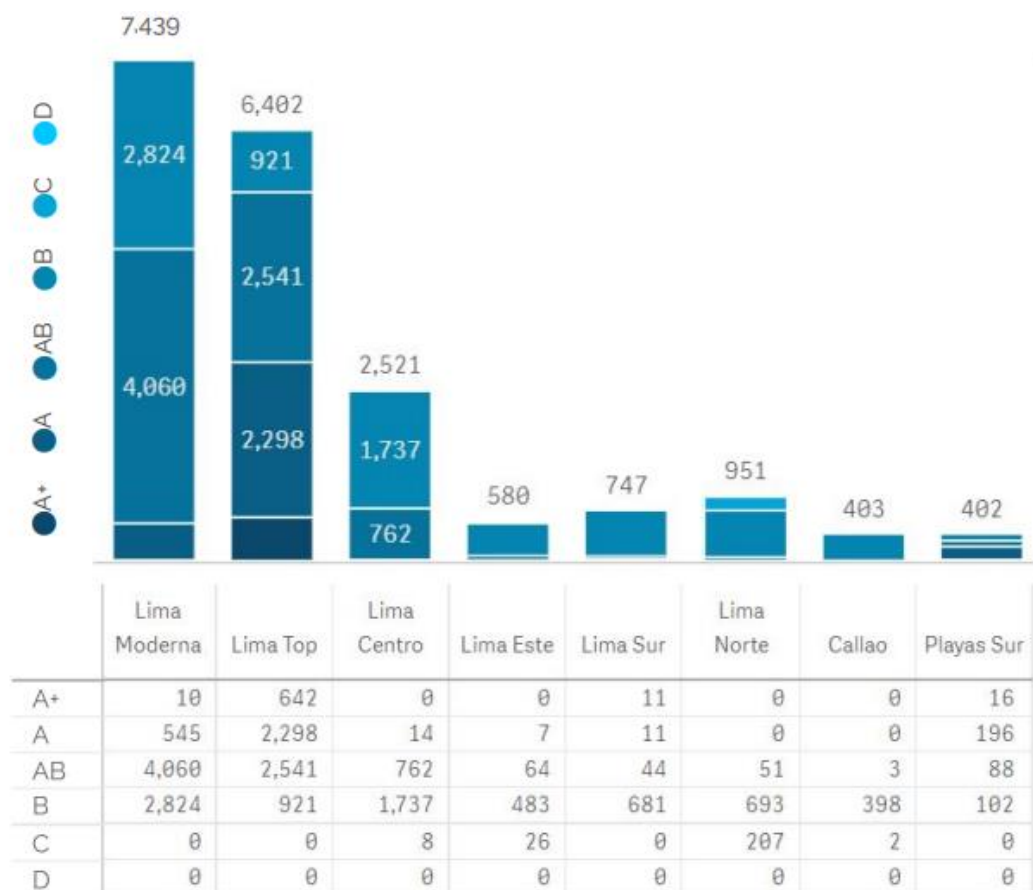


Figura N°1. Unidades disponibles según NSE por agrupación distrital
Fuente: Residential Market Overview – Perú Tercer Trimestre 2022, 2022



Figura N°2. Agrupación distrital de Lima Metropolitana

Fuente: Residential Market Overview – Perú Tercer Trimestre 2022, 2022

Lo antes mencionado se encuentra asociado con la tendencia del crecimiento vertical de Lima Metropolitana. Por eso, en la Figura N°3, se puede observar un predominio de los edificios multifamiliares que presentan una altura comprendida entre 6 a 10 pisos, los cuales representan un 41.1% del total de proyectos inmobiliarios ofertados. Seguido de ello, se encuentran los proyectos de 16 a 20 pisos con un 20.4%, de 1 a 5 pisos con un 17.0%, y de 11 a 15 pisos con un 13.3% (Tinsa, 2022).

Proyectos activos según altura (rangos de pisos)

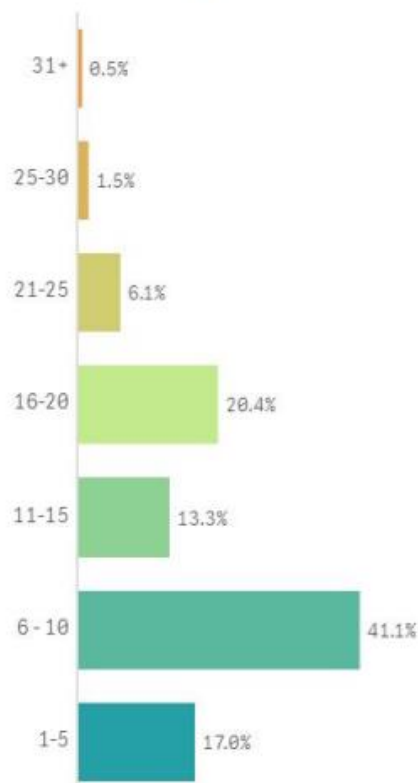


Figura N°3. Proyectos inmobiliarios activos según altura en Lima Metropolitana

Fuente: Residential Market Overview – Perú Tercer Trimestre 2022, 2022

En congruencia a lo anterior, se evidencia que Pueblo Libre, como un distrito céntrico, resulta atractivo para la construcción de proyectos inmobiliarios, lo cual va de la mano con el aprovechamiento de un importante activo como el parámetro de altura, alentando así la construcción vertical (Vega, 2021). Todo esto conlleva que en el distrito de Pueblo Libre se esté dando una mayor tendencia de la construcción de edificios multifamiliares con una altura predominante entre 6 a 10 pisos, lo cual implica a un mayor consumo de insumos y materiales de construcción y, por consiguiente, a una generación considerable de residuos sólidos.

De esta manera, es necesario establecer la gestión de residuos sólidos, la cual resulta ser toda actividad técnica administrativa que implica la debida planificación, coordinación, diseño, aplicación y evaluación de diversas políticas, estrategias, planes y programas de acción. Todo esto con el fin de realizar el correcto manejo

de los residuos sólidos y minimizar la generación de estos (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2016). A la par, se debe implementar un análisis de dicha gestión que permita ahondar el potencial de los residuos sólidos para su valorización garantizando un sistema de manejo sostenible.

Si bien es cierto que se han efectuado estudios referentes a la gestión de residuos de construcción y demolición, existe una notoria falta de pruebas estandarizadas para evaluar la viabilidad medioambiental de estos procesos, así como una carencia de estudios acerca de la viabilidad económica de dichos residuos en la producción de nuevos materiales de construcción (Suárez-Silgado, 2016). De igual manera, la aplicación de las metodologías existentes implica considerar la incorporación de nuevos indicadores y dicha llegada de nueva información modifica los valores de referencia alterando las valoraciones iniciales (Munizaga, 2016). Es así como se tiene que los valores aproximados usados por dichas metodologías resultan de mediciones de campo, lo cual conlleva a la necesidad de validar dichas mediciones.

1.2.1 Problema general

Ante lo anteriormente expuesto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo analizar la gestión de residuos sólidos durante la construcción de Edificios Multifamiliares en Pueblo Libre?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cómo cuantificar los distintos residuos sólidos generados durante la construcción de Edificios Multifamiliares en Pueblo Libre?
- ¿En qué medida los residuos sólidos producidos durante la construcción de Edificios Multifamiliares en Pueblo Libre generan impactos negativos?
- ¿En qué medida se pueden reciclar y/o reutilizar los residuos sólidos generados durante la construcción de Edificios Multifamiliares en Pueblo Libre?

1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.3.1 Objetivo General

Realizar el análisis de la gestión de residuos sólidos generados durante la construcción de edificios multifamiliares en Pueblo Libre.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Cuantificar los residuos sólidos generados durante la construcción de edificios multifamiliares en Pueblo Libre.
- Analizar los impactos ambientales, económicos y sociales que generan los residuos sólidos producidos durante la construcción de edificios multifamiliares en Pueblo Libre.
- Proponer alternativas de reciclaje y reutilización de residuos de construcción de edificios multifamiliares en Pueblo Libre.

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 Hipótesis general

El análisis de la gestión de residuos sólidos generados durante la construcción de edificios multifamiliares en Pueblo Libre permite identificar oportunidades para minimizar sus impactos ambientales, sociales y económicos negativos.

1.4.2 Hipótesis específicas

- Los residuos sólidos generados durante la construcción de edificios multifamiliares en Pueblo Libre pueden cuantificarse en campo mediante su diferenciación, pesaje diario y cálculo del volumen que ocupan.
- Los residuos sólidos generados durante la construcción de edificios multifamiliares en Pueblo Libre pueden generar graves impactos ambientales, sociales y económicos si no son gestionados adecuadamente.
- Es posible reciclar y/o reutilizar al menos el 70% de los residuos sólidos producidos durante la construcción de edificios multifamiliares en Pueblo Libre

1.5 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Para la presente tesis, se toma como antecedentes investigativos las investigaciones pasadas que presentan un análisis sobre la gestión de residuos de construcción tanto a nivel internacional como nacional.

1.5.1 Antecedentes internacionales

Con respecto a los antecedentes internacionales se tiene los siguientes:

Suárez-Silgado et al. (2018) realizó un estudio preliminar o diagnóstico referente a la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en la ciudad de Ibagué (Colombia), lo cual implicó un análisis de fortalezas, debilidades,

oportunidades y amenazas. Para dicho diagnóstico, se tuvo contacto directo con 56 empresas constructoras en dicha ciudad como fuente de información. Es así como, con la data obtenida, se pudo establecer que las empresas desconocen sobre la problemática ambiental, social y política asociada a los RCD y los diferentes sistemas de gestión. Asimismo, se encontró que los residuos predominantes en las actividades constructivas corresponden a tierras de excavación, las cuales son depositadas en vertederos en su mayoría.

Muñoz et al. (2019) expone la experiencia pionera en Chile sobre la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD). Dicha experiencia corresponde a la construcción de 17 viviendas unifamiliares en la ciudad de Temuco. La metodología usada se basa en un modelo de gestión de residuos desarrollado en España para estimar los RCD, el cual es el Modelo Alcores. Este modelo define un sistema de bucle cerrado que fija una fianza que asegure que el promotor del proyecto gestione de forma adecuada los residuos. Es así que sigue los siguientes 6 pasos: solicitud de licencia de obras, informe de evaluación de RCD, correcta gestión de RCD, reciclaje, emisión del certificado de correcta gestión y devolución de la fianza. De esta manera, la mejora ambiental radica en la prevención de vertidos ilegales y el reciclado de los RCD. Además, el modelo permite revalorizar los residuos a partir de un concesionario, lo cual implica la caracterización fisicoquímica de los RCD y determinar las posibilidades de su reciclado. Por consiguiente, el empleo de dicha metodología permitió reducir a la mitad los costos de materiales y reducir el costo medioambiental de las obras en construcción. Asimismo, su aplicación genera un triple beneficio en lo ambiental, lo social y lo económico, a la par que se corrobora que la implementación de una gestión de residuos genera nuevos desafíos en el marco legislativo y de gestión del gobierno chileno.

1.5.2 Antecedentes nacionales

Asimismo, con respecto a los antecedentes nacionales se tienen los siguientes: El Congreso de la República (2016) aprobó mediante Decreto Legislativo N°1278, la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, la cual tiene como primera finalidad, la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos frente a cualquier otra alternativa y, como segunda finalidad, su recuperación y valorización. Esta Ley se aplica a las actividades, procesos y operaciones de la

gestión y manejo de residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final, incluyendo las distintas fuentes de generación de dichos residuos; además, aplica en todos los sectores económicos, sociales y de la población. Cabe precisar que en el ámbito de esta Ley no están comprendidos los residuos sólidos de naturaleza radioactiva.

Bazán (2018) realizó un análisis de caracterización de residuos de construcción y demolición (RCD) de dos obras: una edificación (Edificio Clement en Lima) y un puerto (Terminal Muelle norte del Callao). Es así como obtiene conocimiento sobre la composición, características, volúmenes, densidades y gestión de los RCD. Para dicho fin, la principal fuente de datos se diseñó bajo el modelo “aleatorio simple” y se realizó, posteriormente, una comparación de residuos generados de los casos de estudio mencionados. Asimismo, se utilizaron de matrices de impacto para la evaluación del impacto ambiental, social y económico. Finalmente, se logra determinar que al menos el 88% de los RCD pueden ser reciclados o reusados.

Blas (2019) realizó una tesis doctoral en la cual se implementa la Propuesta de Gestión para el aprovechamiento de residuos de construcción y demolición (RCD) procedentes de obras públicas y privadas ejecutadas en la Municipalidad Distrital de Independencia (MDI). Todo esto con la finalidad de mitigar los riesgos de contaminación ambiental, reutilizar materiales y así optar por una sostenibilidad para evitar la degradación acelerada de recursos naturales. De esta forma, se desarrolla un inventario de obras ejecutadas en el MDI durante el periodo 2010 – 2015 y se realiza una encuesta a dos tipos de públicos usuarios del casco urbano de dicho distrito como base de datos. Con los resultados estadísticos obtenidos y usando normas legales actuales de construcción, se logra desarrollar la herramienta de Gestión para los RCD del distrito de Independencia.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 AMBIENTE

El ambiente es el conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos que tienen un origen natural o antropogénico, los cuales rodean a los seres vivos y determinan sus condiciones de existencia (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2016).

2.2 RESIDUOS SÓLIDOS

Según la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos D.L N°1278 (2016), un residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento que resulta del consumo, uso de un bien o servicio. Además, el poseedor de dicho residuo tiene la intención u obligación de desprenderse del mismo. Todo aquello con la finalidad de ser manejados, priorizando la valorización de estos y su respectiva disposición final.

2.3 RESIDUOS PELIGROSOS

Un residuo es considerado peligroso cuando presenta por lo menos una de las siguientes características: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, radiactividad o patogenicidad (biocontaminación) (Dirección General de Salud Ambiental [DIGESA], 2006). Estos representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente.

- **Corrosividad:** Sustancias o residuos que causan daños graves en los tejidos vivos que tocan por acción química. En caso de fuga, pueden dañar gravemente o hasta destruir materiales de construcción y medios de transporte cercanos.
- **Reactividad:** Sustancias o residuos que, al estar en contacto con otras sustancias, especialmente con sustancias inflamables, puede producir una considerable reacción exotérmica, ocasionando daños a los trabajadores por el aumento de la temperatura del ambiente laboral.
- **Explosividad:** Sustancia o residuo sólido o líquido (o mezcla de sustancias o residuos) que por sí misma es capaz de emitir un gas a una temperatura, presión y velocidad mediante reacción química, ocasionando daños a las zonas circundantes de las actividades en ejecución.
- **Toxicidad:** Sustancias y preparados que, debido a su inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades puedan provocar efectos agudos

o crónicos e incluso la muerte. Es así como residuos como envases de pintura, de removedores de grasa y restos de tubos fluorescentes, resultan tóxicos para los trabajadores.

- **Inflamabilidad:** Todo material o residuos sólidos, distintos a los clasificados como explosivos, que debido a fricción y en condiciones prevalecientes durante el transporte, son fácilmente combustibles o pueden causar un incendio o contribuir al mismo. Lo dicho previamente, se puede suscitar en residuos como restos de PVC y madera tratada cercanos a zonas de trabajos en caliente.
- **Patogenicidad (Biocontaminación):** Sustancia o residuos sólido que representa un riesgo biológico como es el caso de un virus, bacterias, etc. Actualmente, se tiene residuos como mascarillas posiblemente contaminadas con el virus SARS – CoV-2, el cual causa la enfermedad llamada COVID-19.

2.4 RESIDUOS NO PELIGROSOS

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2014b) establece que un residuo es determinado como no peligroso si por sus características o el manejo al que es sometido, no representa un riesgo significativo para la salud de las personas o el ambiente.

2.5 RESIDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Según el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición Decreto Supremo N°019-2016-VIVIENDA (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2016a), los residuos sólidos de la construcción y demolición (RCD) vienen a ser materiales o sustancias sólidas o semisólidas generadas durante la ejecución de obras de infraestructura, habilitaciones urbanas y/o edificaciones. Estos deben ser gestionados y manejados, teniendo como prioridad su valorización y en última instancia, su disposición final. Del mismo modo, aquellos residuos que siendo líquidos y están contenidos en recipientes o depósitos que van a ser desechados, también son considerados como residuos sólidos de la construcción y demolición.



Figura N°4. Residuos sólidos de la construcción de Edificios Multifamiliares

2.6 GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

El término Gestión Integral de Residuos Sólidos contempla toda actividad técnica administrativa que implica la debida planificación, coordinación, diseño, aplicación y evaluación de diversas políticas, estrategias, planes y programas de acción. Todo esto con el fin de realizar el correcto manejo de los residuos sólidos (MINAM, 2016).

2.7 EDIFICIO MULTIFAMILIAR

Según la Norma Técnica G.040, Definiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (MVCS, 2016b), un edificio multifamiliar viene a ser una edificación única con dos o más unidades de vivienda, las cuales mantienen la copropiedad del terreno, así como de las áreas y servicios comunes.

2.8 CONTAMINACIÓN DEL SUELO

La contaminación del suelo se define como la presencia de un químico o sustancia fuera de sitio en el suelo, el cual se presenta en una concentración más alta de lo normal que conlleva a efectos adversos sobre cualquier organismo al que no están destinados (Rodríguez-Eugenio, N et al., 2019).

2.9 SUELO RESIDENCIAL

Un Suelo Residencial viene a ser aquel suelo ocupado por la población con el fin de construir viviendas, incluyendo áreas verdes y espacios destinados a actividades de recreación y de esparcimiento. De esta forma, para este tipo de suelo existen límites máximos permisibles establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, donde se visualiza que la presencia de sustancias inorgánicas como el Cromo VI puede ser como máximo 0,4 mg/kg Peso Seco; así como la presencia de Hidrocarburos de Petróleo de la Fracción de hidrocarburos F1 que pueden estar presentes como máximo 200 mg/kg Peso Seco, entre otros (MINAM, 2017).

2.10 IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental se define como la alteración positiva o negativa de uno o más de los componentes del ambiente, la cual es provocada por la acción de un proyecto. Cabe precisar que dicho impacto es la diferencia entre lo que habría pasado con la acción y lo que habría pasado sin ella (MINAM, 2016).

2.11 IMPACTO SOCIAL

El impacto social resulta ser los cambios que experimentan las personas, grupos o comunidades debido al desarrollo de una actividad, proyecto, programa o política concreta, las cuales afectan las condiciones humanas en el largo plazo. Estos cambios pueden ser producidos de manera directa o indirecta por una intervención, intencionalmente o no, positivos o negativos y darse sobre aspectos o dimensiones de carácter tangible o intangible (EsImpact, 2021).

2.12 IMPACTO ECONÓMICO

El término impacto económico se puede definir como la contribución generada por la realización de una actividad en la economía de una región, comunidad o una persona (Rivera y Molina, 2006).

2.13 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Según el Reglamento de la Ley N°27466, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental Decreto Supremo N°019-2009-MINAM (MINAM, 2009), la evaluación de impacto ambiental viene a ser un proceso participativo, técnico administrativo, el cual tiene como finalidad prevenir, minimizar, corregir y/o mitigar

e informar sobre los potenciales impactos ambientales negativos que pudieran derivarse de las políticas, planes, programas y proyectos de inversión, y a la par, intensificar sus impactos positivos. Asimismo, se establece la siguiente clasificación de los proyectos inversión con el respectivo estudio ambiental requerido:

- Categoría I – Declaración de Impacto Ambiental (DIA): Estudio ambiental mediante el cual se evalúan los proyectos de inversión y de cuales se prevé la generación de impactos ambientales negativos leves.
- Categoría II – Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-sd): Estudio ambiental mediante el cual se evalúan los proyectos de inversión y de los cuales se prevé la generación de impactos ambientales negativos moderados.
- Categoría III – Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-d): Estudio ambiental mediante el cual se evalúan los proyectos de inversión y de los cuales se prevé la generación de impactos ambientales negativos significativos.

Cabe señalar que en el Anexo VI del Reglamento mencionado se establece el Contenido Mínimo de la Evaluación Preliminar, lo cual aplica para cualquier categoría previamente descrita. De esta forma, este Contenido Mínimo toma en consideración a los Residuos Sólidos y estipula que debe realizarse su respectiva caracterización y cuantificación; así como, definir los sistemas de almacenamiento y tratamiento dentro de las instalaciones, el destino final previsto y la forma de transporte al destino final de los residuos sólidos generados. Es así como se tiene a los proyectos de inversión del Subsector Vivienda y Construcción ligados a la construcción de Edificios Multifamiliares, los cuales generan Residuos Sólidos de Construcción y Demolición, cuya gestión debe estipularse y desarrollarse en el estudio ambiental de cada categoría.

2.14 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

De acuerdo con la Organización Internacional de Normalización (2006), el Análisis de Ciclo Vida (ACV) es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados a un producto, lo cual conlleva a compilar un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema, evaluar los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas e interpretar los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio.

Cabe precisar que hay cuatro fases en un estudio de ACV:

- Fase de definición del objetivo y el alcance
- Fase de análisis del inventario
- Fase de evaluación del impacto ambiental
- Fase de interpretación



Figura N°5. Análisis del ciclo de vida típico de un producto

Fuente: IK Ingeniería, 2019

2.15 REAPROVECHAMIENTO

En la gestión de los residuos sólidos, el reaprovechamiento se refiere al proceso por el cual se obtiene un beneficio del bien, artículo, elemento o parte de este que constituye un residuo sólido. Las técnicas de reaprovechamiento de residuos sólidos según el MINAM (2016) son las siguientes:

- **Reciclaje:** Consiste en realizar un proceso de transformación de los residuos para cumplir con su fin inicial u otros fines a efectos de obtener materias primas, lo cual permite la minimización en la generación de residuos.
- **Recuperación:** Referida a volver a utilizar partes de sustancias o componentes que constituyen un residuo sólido.
- **Reutilización:** Implica volver a utilizar el bien, artículo o elemento que constituye el residuo sólido y así, cumpla con el mismo fin para el que fue originalmente elaborado.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE CUANTIFICACIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio de la presente investigación es el Proyecto “Edificio Multifamiliar Alba” ubicado en Jr. Juan Roberto Acevedo 330 en el distrito de Pueblo Libre. De manera general, este proyecto abarca la construcción de un edificio multifamiliar de 6 pisos y azotea, así como de un semisótano y dos sótanos con 10 estacionamientos. De esta manera, se contempla el desarrollo de 11 unidades inmobiliarias: 7 flats y 4 triplex, cuyas áreas van desde 75 m² hasta 120 m², teniendo así un área total construida de 1555 m². Asimismo, con respecto al tipo de contrato, este viene a ser a Suma Alzada con un presupuesto valorizado en S/. 3,138,361.20.

Del mismo modo, con respecto a las tres principales actividades que se desarrollan durante la construcción se tiene: Habilitado y Colocado de 75 036.83 kg de acero; 4 427.54 m² de Encofrado y Vaciado de 762.00 m³ de Concreto.



Figura N°6. Vista frontal del Proyecto Alba

3.2 METODOLOGÍA DE CUANTIFICACIÓN

Se procede a realizar la cuantificación de los residuos sólidos solamente generados durante las actividades desarrolladas en las fases de Casco, Casco Gris y Acabados (Instalación de cerámico y porcelanato) del proyecto Alba. Esto implica que el alcance de la presente investigación no considera los residuos generados durante las actividades de fases iniciales como lo son el Movimiento de Tierras y la Construcción de obras provisionales.

De esta manera, con respecto a la fase de Casco se analizan las siguientes actividades:

- Habilitado y colocado de acero
- Encofrado
- Colocación de Viguetas y Bovedillas
- Vaciado de concreto
- Colocación de Instalaciones Eléctricas, Sanitarias y de Gas.

Es así como durante el desarrollo de esta fase se generan residuos sólidos como:

- Retazos de barras de construcción
- Retazos de fenólico y madera
- Tecnopor
- Alambre
- Escombros de viguetas pretensadas de concreto y bovedillas
- Retazos de tuberías eléctricas, sanitarias y de gas

Asimismo, en la fase de Casco Gris se tiene actividades como:

- Tarrajeo de cielo raso, vigas y placas
- Realización de bosques de tuberías eléctricas, sanitarias y de gas
- Asentado de Tabiquería (Ladrillo Sílico calcáreo)

Durante esta fase se generan residuos sólidos como:

- Escombros de concreto y mortero
- Retazos de tuberías eléctricas, sanitarias y de gas
- Cajas de cartón de accesorios
- Escombros de ladrillo sílico calcáreo.

Del mismo modo, a lo que respecta la fase de Acabados del proyecto, se analiza la actividad de Instalación de cerámico y porcelanato en baños, cocinas y terrazas. Esta actividad genera como principal residuo sólido lo que respecta a retazos de piezas de cerámico y porcelanato.

De esta forma, se realizan mediciones diarias de los pesos de los residuos sólidos generados asociándolos a cada piso construido de la edificación multifamiliar. Para dichas mediciones se emplean sacos blancos de polipropileno marca DMP para almacenamiento de escombros con una resistencia aproximada de 50kg, así como de bolsas negras de basura. Asimismo, se emplea una balanza digital marca Exeltor para una carga máxima de 40kg y precisión de 2 gramos, la cual es nueva y se encuentra calibrada.



Figura N°7. Sacos blancos de polipropileno



Figura N°8. Balanza digital marca Exeltor para una carga de 40kg

Expuesto lo anterior, se procede a explicar la metodología de cuantificación de los residuos sólidos generados durante la construcción del edificio multifamiliar Alba.

3.2.1. Retazos de barras de construcción de acero

- a) Determinar un punto de acopio para los retazos de barras de acero de construcción en cada piso del proyecto.



Figura N°9. Punto de acopio de retazos de barras de acero

- b) Realizar una segregación de los retazos de barras de acero de construcción según el diámetro.
- c) Ordenar los retazos de barras de acero de construcción de cada diámetro de menor a mayor longitud.
- d) Agrupar los retazos de barras de acero de construcción de cada diámetro que presenten longitudes equivalentes.



Figura N°10. Retazos de barras de acero agrupados según diámetro

- e) Contar y medir la longitud de los retazos agrupados de barras de acero de construcción de cada diámetro.



Figura N°11. Conteo y medición de la longitud de los retazos de barras de acero

- f) Registrar la data obtenida bajo los siguientes criterios: Diámetro, cantidad y longitud (m).



Figura N°12. Registro de la data obtenida

- g) Juntar y amarrar los retazos de barras de acero de construcción de cada diámetro con alambre #16.



Figura N°13. Retazos de barras de acero juntados y amarrados

- h) Colocar los retazos amarrados de barra de construcción de cada diámetro en el acopio de disposición final de residuos.

Cabe precisar que el tiempo aproximado de realización por una persona es de 2 horas y 30 minutos. Asimismo, esta cuantificación debe realizarse el día posterior al vaciado de concreto del techo del piso en análisis.

3.2.2. Retazos de fenólico y madera

- a) Determinar un punto de acopio para los residuos de fenólico y madera en cada piso del proyecto.
- b) Realizar una segregación de los residuos según su tipo: fenólico y madera.
- c) Agrupar los residuos de fenólico y madera teniendo en cuenta longitudes equivalentes de largo y ancho.

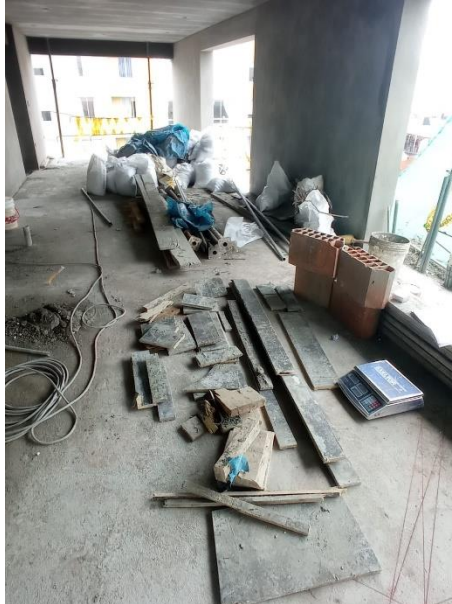


Figura N°14. Residuos de fenólico y madera agrupados

- d) Contar y medir tanto el largo como ancho de cada residuo agrupado de fenólico y madera.



Figura N°15. Conteo y medición de cada residuo de fenólico y madera

- e) Realizar el pesaje de los residuos agrupados.



Figura N°16. Realización del pesaje de los residuos agrupados de fenólico y madera

- f) Registrar la data obtenida bajo los siguientes criterios: Tipo (Fenólico o madera), cantidad (und), largo (m), ancho (m) y cantidad registrada (kg).
- g) Juntar y colocar los residuos de fenólico y madera en el acopio de disposición final de residuos.

El tiempo aproximado de realización por una persona es de 45 minutos. Asimismo, esta cuantificación debe realizarse el día posterior al vaciado de concreto del techo del piso en análisis.

3.2.3. Tecnopor

- a) Agrupar los retazos de Tecnopor y colocarlos en sacos o bolsas negras.



Figura N°17. Retazos de Tecnopor en sacos y bolsas negras

- b) Determinar un punto de acopio para los sacos o bolsas negras con Tecnopor en cada piso del proyecto.
- c) Realizar el pesaje de los sacos o bolsas negras con Tecnopor.



Figura N°18. Pesaje de los sacos o bolsas negras con Tecnopor

- d) Registrar la data obtenida bajo los siguientes criterios: Piso, Tipo (Tecnopor) y Cantidad registrada (kg).
- e) Volver a colocar los sacos o bolsas negras con Tecnopor en el respectivo punto de acopio.

Cabe precisar que el tiempo aproximado de realización por una persona es de 20 minutos. Asimismo, esta cuantificación debe realizarse el día posterior al vaciado de concreto del techo del piso en análisis.

3.2.4. Alambre

- a) Determinar un punto de acopio para el alambre en cada piso del proyecto.



Figura N°19. Punto de acopio del alambre

- b) Realizar una segregación del alambre según su tipo: Alambre #8 y Alambre #16.
- c) Agrupar los residuos de Alambre según su tipo.



Figura N°20. Residuos agrupados de Alambre #16 y Alambre #8

- d) Colocar los residuos de alambre agrupados en sacos.
- e) Realizar el pesaje de los sacos en la balanza.



Figura N°21. Pesaje de los residuos de alambre

- f) Registrar la data obtenida bajo los criterios: Piso, Tipo (Alambre #8 y Alambre #16) y cantidad registrada (kg).
- g) Colocar los sacos de alambre según su tipo en el acopio de disposición final de residuos.

Cabe precisar que el tiempo aproximado de realización por una persona es de 1 hora y 30 minutos. Asimismo, esta cuantificación debe realizarse el día posterior al vaciado de concreto del techo del piso en análisis.

3.2.5. Escombro de viguetas pretensadas y bovedillas

- a) Determinar un punto de acopio para los escombros de viguetas pretensadas de concreto y bovedillas en cada piso del proyecto.

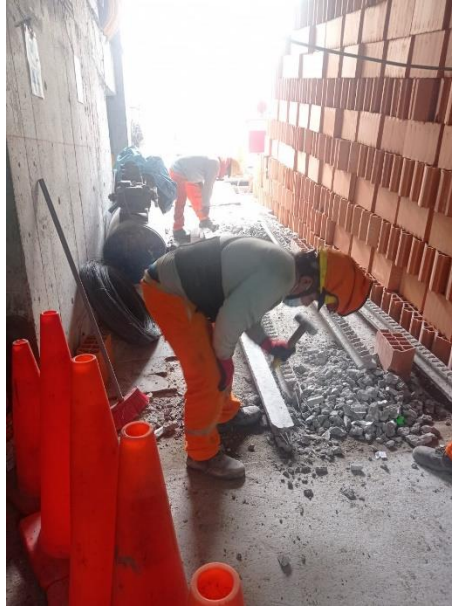


Figura N°22. Generación de escombros de viguetas pretensadas de concreto

- b) Segregar los escombros de viguetas pretensadas y bovedillas en el punto de acopio.



Figura N°23. Segregación de escombros de viguetas pretensadas y bovedillas

- c) Colocar los escombros de viguetas pretensadas y bovedillas en sacos.
d) Realizar el pesaje de los sacos con escombros de viguetas pretensadas y bovedillas.



Figura N°24. Pesaje de los sacos con escombros

- e) Registrar la data obtenida bajo los siguientes criterios: Piso, Tipo (Vigueta o Bovedillas) y Cantidad registrada (kg).
- f) Volver a colocar los sacos en el respectivo punto de acopio.

Cabe precisar que el tiempo aproximado de realización por una persona es de 1 hora y 30 minutos. Asimismo, esta cuantificación debe realizarse luego de la colocación de viguetas y bovedillas en el techo del piso en análisis.

3.2.6. Residuos de concreto premezclado

- a) Estimar el volumen de concreto premezclado que queda como residuo en cada vaciado de concreto.



Figura N°25. Residuos de concreto premezclado posterior al vaciado

- b) Registrar la data obtenida bajo el criterio de: Concreto premezclado $f'c = 210$ kg/cm² y Concreto premezclado $f'c = 280$ kg/cm² para elementos horizontales (Viga, losa) y elementos verticales (Columna, Placa), respectivamente.
- c) Determinar la cantidad de concreto premezclado reciclado y/o reutilizado.

Cabe precisar que el tiempo de realización por una persona es de 20 minutos, lo cual se realiza posterior al vaciado del último mixer de concreto.

3.2.7. Escombros de concreto y mortero

- a) Colocar los escombros de concreto y residuos de mortero generados en sacos.



Figura N°26. Colocación de escombros de concreto y residuos de mortero en sacos

- b) Determinar un punto de acopio para los sacos con escombros de concreto y residuos de mortero en cada piso del proyecto.



Figura N°27. Punto de acopio para los sacos con escombros y residuos de mortero

- c) Realizar el pesaje de los sacos con escombros de concreto y residuos de mortero.



Figura N°28. Pesaje de los sacos con escombros de concreto y residuos de mortero

- d) Registrar la data obtenida bajo los siguientes criterios: Piso, Tipo (escombro o mortero) y Cantidad registrada (kg).
- e) Volver a colocar los sacos en el respectivo punto de acopio.

Cabe precisar que el tiempo aproximado de realización por una persona es de 45 minutos. Asimismo, esta cuantificación debe realizarse de manera diaria según el piso de análisis.

3.2.8. Retazos de tuberías eléctricas PVC

- a) Determinar un punto de acopio para las tuberías eléctricas de PVC en cada piso del proyecto.
- b) Agrupar los retazos de tuberías eléctricas según diámetro y colocarlos en sacos.



Figura N°29. Retazos de tuberías eléctricas agrupadas según diámetro

- c) Realizar el pesaje de los sacos con los retazos de tuberías eléctricas.



Figura N°30. Pesaje de los sacos con retazos de tuberías eléctricas

- d) Registrar la data obtenida bajo los siguientes criterios: Piso, Tipo (Tubería 1/2", Tubería 3/4", Tubería 1" y Tubería 1 1/2") y Cantidad registrada (kg).

- e) Volver a colocar los sacos en el respectivo punto de acopio.

Cabe precisar que el tiempo aproximado de realización por una persona es de 25 minutos. Asimismo, esta cuantificación debe realizarse posterior a la culminación de la actividad en el piso de análisis.

3.2.9. Retazos de tuberías de gas Pe Al Pe y cajas de cartón de accesorios

- a) Agrupar los retazos de tubería de gas Pe Al Pe según diámetro y colocarlos en sacos, así como las cajas de cartón de los accesorios.



Figura N°31. Retazos de tuberías de gas Pe Al Pe y cajas de cartón en sacos

- b) Determinar un punto de acopio para los sacos con tuberías de gas y cajas de cartón de los accesorios en cada piso del proyecto.
- c) Realizar el pesaje de los sacos con los retazos de tuberías de gas, así como de las cajas de cartón de los accesorios.



Figura N°32. Pesaje de tuberías de gas Pe Al Pe y cajas de cartón

- d) Registrar la data obtenida bajo los siguientes criterios: Piso, Tipo (Tubería 1", Tubería ½" y Cartón) y Cantidad registrada (kg).
- e) Volver a colocar los sacos y cajas en el respectivo punto de acopio.

Cabe precisar que el tiempo aproximado de realización por una persona es de 20 minutos. Asimismo, esta cuantificación debe realizarse posterior a la culminación de la actividad en el piso de análisis.

3.2.10. Escombros de Ladrillo Sílico Calcáreo

- a) Calcular la cantidad de kilogramos de residuos de ladrillo sílico-calcáreo que pueden ser transportados en un buggy (100.75 kg)



Figura N°33. Pesaje de residuos de ladrillo sílico - calcáreo



Figura N°34. Buggy de transporte de residuos de ladrillo sílico – calcáreo

- b) Determinar un punto de acopio inicial para los residuos de ladrillo sílico-calcáreo al lado de la ubicación de la zona de corte de dicho material en cada piso del proyecto.



Figura N°35. Punto de acopio inicial para los residuos de ladrillo sílico-calcáreo

- c) Contar la cantidad de buggys transportados con residuos de ladrillo sílico-calcáreo por día desde la zona de corte hasta el acopio de disposición final de residuos.



Figura N°36. Acopio de disposición final de residuos de Ladrillo sílico-calcareo

- d) Registrar la data obtenida bajo los siguientes criterios: Cantidad de buggys transportados por día y cantidad de kilogramos de residuos de ladrillo sílico-calcareo que pueden ser transportados en un buggy.

Cabe precisar que el tiempo aproximado de realización por una persona corresponde al conteo de buggys diarios. Asimismo, esta cuantificación debe realizarse de manera diaria.

3.2.11. Retazos de tuberías sanitarias de Polifusión y PVC

- a) Determinar un punto de acopio para las tuberías sanitarias de Polifusión y PVC en cada piso del proyecto.
- b) Agrupar los retazos de tuberías sanitarias según tipo (Polifusión y PVC) y colocarlos en sacos.



Figura N°37. Retazos de tuberías sanitarias agrupadas según tipo

- c) Realizar el pesaje de los sacos con los retazos de tuberías sanitarias.



Figura N°38. Pesaje de los sacos con retazos de tuberías sanitarias

- d) Registrar la data obtenida bajo los siguientes criterios: Piso, Tipo (Polifusión y PVC) y Cantidad registrada (kg).
- e) Volver a colocar los sacos en el respectivo punto de acopio.

Cabe precisar que el tiempo aproximado de realización por una persona es de 40 minutos. Asimismo, esta cuantificación debe realizarse posterior a la culminación de la actividad en el piso de análisis.

3.2.12. Retazos de piezas de cerámico y porcelanato

- a) Determinar un punto de acopio para las piezas de cerámico y porcelanato en el ambiente donde se ha realizado el enchape.

- b) Segregar los retazos de piezas de cerámico y porcelanato según su tipo (Piso cerámico, Piso porcelanato, Pared cerámico y Pepelma).



Figura N°39. Segregación de los retazos de piezas de cerámico y porcelanato

- c) Realizar el pesaje de los retazos de piezas cerámico y porcelanato según cada tipo.



Figura N°40. Pesaje de los retazos de piezas de cerámico y porcelanato

- d) Registrar la data obtenida bajo los siguientes criterios: Departamento, Ambiente (Cocina, SH1, SH2, Lavandería), Tipo (Piso cerámico, Piso porcelanato, Pared cerámico y Pepelma) y Cantidad registrada (kg).
- e) Trasladar los retazos de piezas de cerámico hacia el punto de acopio final.

Cabe precisar que el tiempo aproximado de realización por una persona es de 30 minutos. Asimismo, esta cuantificación debe realizarse posterior a la culminación de la actividad en cada ambiente del piso analizado.

3.3 RESIDUOS SÓLIDOS CUANTIFICADOS

Expuesta la metodología de cuantificación, se muestra en la Tabla N°1, la cantidad de residuos sólidos cuantificados por cada actividad analizada.

Tabla N°1. Cantidad en kg de residuos sólidos generados por actividad

Fase	Actividad	Total (kg)
CASCO	Habilitado y Colocado de Acero	
	Retazos de Barras de acero de construcción	497.098
	Encofrado	
	Retazos de fenólico	122.006
	Retazos de madera	88.869
	Tecnopor	5.259
	Alambre #8	79.957
	Alambre #16	31.767
	Colocación de Viguetas y Bovedillas	
	Escombros de viguetas pretensadas	643.102
	Escombros de Bovedillas	1,185.730
	Vaciado de concreto premezclado	
	Residuos de concreto premezclado f'c = 210 kg/cm ²	7,200.000
Residuos de concreto premezclado f'c = 280 kg/cm ²	7,080.000	
CASCO GRIS	Tarrajeo de Cielo Raso, Vigas y Placas	
	Escombros de concreto	800.403
	Escombros de mortero	1,514.267
	Realización de bosque de tuberías eléctricas	
	Retazos de tuberías eléctricas PVC	24.956
	Colocación de Instalaciones Sanitarias	
	Retazos de tuberías sanitarias Polifusión	42.308
	Retazos de tuberías sanitarias PVC	79.581
	Colocación de Instalaciones de Gas	
	Retazos de tuberías de gas	15.570
	Cajas de cartón para accesorios	1.060
Asentado de Tabiquería de Ladrillo Sílico Calcáreo		
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	27,051.375	
ACABADOS	Instalación de cerámico y porcelanato	
	Retazos de Piso Cerámico Cocina	35.262
	Retazos de Pared Cerámico Baño	214.686
	Retazo de Pielma Baño	12.258
	Retazo de Piso Porcelanato Baño	216.564
	Retazo de Pared Cerámico Lavandería	2.958

CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DE IMPACTOS

4.1 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Para el presente estudio se implementa el uso del Método de Conesa, la cual es una metodología para la evaluación de impactos ambientales desarrollada en 1993 por el ingeniero español Vicente Conesa en conjunto a otros profesionales. Esta resulta ser una metodología de Valoración Cualitativa de Impactos Ambientales mediante la Matriz de Importancia, la cual conlleva una calificación de impactos para así obtener una valoración numérica tomando como base 11 atributos de tipo cualitativo (Conesa, 2011).

Conesa (2011) describe los siguientes 11 atributos de tipo cualitativo:

- Naturaleza (NA): Carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las diversas acciones que actuarán sobre los factores considerados.
- Intensidad (IN): Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el área específica donde actúa, lo cual va asociado con el grado de destrucción del factor ambiental.
- Extensión (EX): Referido al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.
- Momento (MO): Plazo de manifestación del impacto, el cual se refiere al tiempo que transcurre desde la aparición de la acción influyente hasta el comienzo del impacto sobre el factor considerado.
- Persistencia (PE): Tiempo que supuestamente permanecerá el impacto a partir de su aparición, lo cual hace referencia también al periodo en que los factores afectados retornarán a sus condiciones originales.
- Reversibilidad (RV): Posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción realizada, lo cual implica el retorno a las condiciones iniciales previas a la acción mediante medios naturales.
- Recuperabilidad (MC): Posibilidad de introducir acciones o medidas correctoras de manejo ambiental para la reconstrucción total o parcial del factor afectado.
- Sinergia (SI): Correspondiente a la manifestación de dos o más impactos, lo cual implica una composición global de manifestaciones de efectos simples causadas por acciones simultáneas que pueden llegar a actuar de forma independiente.

- Acumulación (AC): Incremento progresivo de la manifestación del impacto cuando persiste de forma reiterada la acción que lo genera.
- Efecto (EF): Hace referencia a la causalidad, lo cual es la manifestación de la influencia de la relación causa efecto del comportamiento sobre los factores de una manera directa o indirecta.
- Periodicidad (PR): Referido al efecto periódico, a la regularidad de cambios impredecibles en el tiempo como un efecto irregular o a un efecto continuo en el tiempo.

Por consiguiente, en la Tabla N°2 se visualiza la valoración de cada atributo previamente descrito.

Tabla N°2. Valoración de atributos

Atributo	Descripción	Valor	Atributo	Descripción	Valor	
Naturaleza (NA)	Beneficioso	(+) 1	Recuperabilidad (MC) (reconstrucción por medios humanos)	Inmediata	1	
	Perjudicial	(-) 1		Mediano Plazo	2	
Intensidad (IN) (grado de destrucción)	Baja	1		Reversibilidad (RV) (reconstrucción por medios naturales)	Mitigable	4
	Media	2			Ireccuperable	8
	Alta	4			Corto Plazo	1
	Muy Alta	8			Mediano Plazo	2
	Total	12			Irreversible	4
Extensión (EX) (área de influencia)	Puntual	1		Sinergia (SI) (potenciación de la manifestación)	Sin sinergismo	1
	Parcial	2	Sinérgico		2	
	Extenso	4	Muy Sinérgico		4	
	Total	8	Simple		1	
	Crítica	12	Acumulación (AC) (incremento progresivo)	Acumulativo	4	
Momento (MO) (plazo de manifestación)	Largo Plazo	1		Efecto (EF) (relación causa-efecto)	Indirecto	1
	Medio Plazo	2	Directo		4	
	Inmediato	4	Periodicidad (PR) (regularidad de la manifestación)	Irregular	1	
	Crítico	8		Periódico	2	
Persistencia (PE) (permanencia del efecto)	Fugaz	1		Continuo	4	
	Temporal	2				
	Permanente	4				

La presente metodología establece la siguiente fórmula para determinar la importancia del impacto ambiental:

$$I = \pm(3IN + 2EX + MO + MC + PE + RV + SI + AC + EF + PR)$$

Donde:

- I: Importancia
- IN: Intensidad
- EX: Extensión
- MO: Momento
- MC: Recuperabilidad
- PE: Persistencia

- RV: Reversibilidad
- SI: Sinergia
- AC: Acumulación
- EF: Efecto
- PR: Periodicidad

De este modo, se determina el grado de importancia del impacto (Ver Tabla N°3).

Tabla N°3. Grado de importancia del impacto

Importancia	Color	Valor	Descripción
Leve o Bajo		[0,25>	Afectación del mismo es irrelevante o son compatibles con el ambiente
Moderado		[25,50>	Afectación del mismo no requiere prácticas correctora o protectoras intensivas
Severo		[50,75>	La afectación exige la recuperación de las condiciones del medio mediante medidas correctoras o protectoras
Crítico		>= 75	La afectación del mismo es superior al umbral aceptable, lo cual produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales

Para la evaluación ambiental se toma en cuenta los siguientes impactos:

- Afectación de la calidad del aire: Posible daño ocasionado al componente ambiental del aire por el residuo sólido generado.
- Afectación de la calidad del agua: Posible daño ocasionado al componente ambiental del agua por el residuo sólido generado.
- Afectación de la calidad del suelo: Posible daño ocasionado al componente ambiental del suelo por el residuo sólido generado.
- Afectación al paisaje: Posible daño ocasionado en el paisaje debido a la zona de eliminación final de los residuos sólidos al ser estos depositados en rellenos sanitarios de carácter formal o informal.

Es así como en la Tabla N°4 se muestra la Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental obtenida (ver Tabla N°4).

Tabla N°4. Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental

Tipo de Residuo Sólido	Impacto Ambiental	NA	IN	EX	MO	PE	MC	RV	SI	AC	EF	PR	IA	Nivel de Impacto
Retazos de Barras de acero	Alteración de calidad del aire	- 1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	- 17.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de Barras de acero	Alteración de la calidad del agua	- 1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	- 30.00	Impacto Ambiental Moderado
Retazos de Barras de acero	Alteración de la calidad del suelo	- 1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	4.00	2.00	- 27.00	Impacto Ambiental Moderado
Retazos de Barras de acero	Afectación al paisaje	- 1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	4.00	4.00	2.00	- 29.00	Impacto Ambiental Moderado
Retazos de fenólico y madera	Alteración de calidad del aire	- 1.00	4.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	- 38.00	Impacto Ambiental Moderado
Retazos de fenólico y madera	Alteración de la calidad del agua	- 1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 14.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de fenólico y madera	Alteración de la calidad del suelo	- 1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 19.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de fenólico y madera	Afectación al paisaje	- 1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 19.00	Impacto Ambiental Leve
Tecnopor	Alteración de calidad del aire	- 1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	- 23.00	Impacto Ambiental Leve
Tecnopor	Alteración de la calidad del agua	- 1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	4.00	2.00	- 27.00	Impacto Ambiental Moderado
Tecnopor	Alteración de la calidad del suelo	- 1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 20.00	Impacto Ambiental Leve
Tecnopor	Afectación al paisaje	- 1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	- 19.00	Impacto Ambiental Leve
Alambre	Alteración de calidad del aire	- 1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 16.00	Impacto Ambiental Leve
Alambre	Alteración de la calidad del agua	- 1.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	4.00	2.00	- 33.00	Impacto Ambiental Moderado
Alambre	Alteración de la calidad del suelo	- 1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	4.00	4.00	2.00	- 26.00	Impacto Ambiental Moderado
Alambre	Afectación al paisaje	- 1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	4.00	2.00	- 26.00	Impacto Ambiental Moderado
Escombros de viguetas pretensadas	Alteración de calidad del aire	- 1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 19.00	Impacto Ambiental Leve
Escombros de viguetas pretensadas	Alteración de la calidad del agua	- 1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 16.00	Impacto Ambiental Leve
Escombros de viguetas pretensadas	Alteración de la calidad del suelo	- 1.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	4.00	4.00	2.00	- 38.00	Impacto Ambiental Moderado
Escombros de viguetas pretensadas	Afectación al paisaje	- 1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	4.00	2.00	1.00	4.00	2.00	- 28.00	Impacto Ambiental Moderado
Escombros de Bovedillas	Alteración de calidad del aire	- 1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 19.00	Impacto Ambiental Leve
Escombros de Bovedillas	Alteración de la calidad del agua	- 1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 16.00	Impacto Ambiental Leve
Escombros de Bovedillas	Alteración de la calidad del suelo	- 1.00	4.00	1.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	4.00	4.00	2.00	- 36.00	Impacto Ambiental Moderado
Escombros de Bovedillas	Afectación al paisaje	- 1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	1.00	4.00	2.00	- 29.00	Impacto Ambiental Moderado
Residuos de concreto premezclado	Alteración de calidad del aire	- 1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 16.00	Impacto Ambiental Leve
Residuos de concreto premezclado	Alteración de la calidad del agua	- 1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	- 15.00	Impacto Ambiental Leve
Residuos de concreto premezclado	Alteración de la calidad del suelo	- 1.00	4.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	- 34.00	Impacto Ambiental Moderado
Residuos de concreto premezclado	Afectación al paisaje	- 1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	4.00	2.00	- 27.00	Impacto Ambiental Moderado
Escombros de concreto	Alteración de calidad del aire	- 1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	- 22.00	Impacto Ambiental Leve
Escombros de concreto	Alteración de la calidad del agua	- 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	- 15.00	Impacto Ambiental Leve
Escombros de concreto	Alteración de la calidad del suelo	- 1.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	- 36.00	Impacto Ambiental Moderado
Escombros de concreto	Afectación al paisaje	- 1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	- 29.00	Impacto Ambiental Moderado

Escombros de mortero	Alteración de calidad del aire	- 1.00	4.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	- 28.00	Impacto Ambiental Moderado
Escombros de mortero	Alteración de la calidad del agua	- 1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	- 18.00	Impacto Ambiental Leve
Escombros de mortero	Alteración de la calidad del suelo	- 1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	- 27.00	Impacto Ambiental Moderado
Escombros de mortero	Afectación al paisaje	- 1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	4.00	2.00	- 26.00	Impacto Ambiental Moderado
Retazos de tuberías eléctricas PVC	Alteración de calidad del aire	- 1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	- 17.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de tuberías eléctricas PVC	Alteración de la calidad del agua	- 1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	1.00	4.00	1.00	- 28.00	Impacto Ambiental Moderado
Retazos de tuberías eléctricas PVC	Alteración de la calidad del suelo	- 1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	- 18.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de tuberías eléctricas PVC	Afectación al paisaje	- 1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	- 19.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de tuberías sanitarias Polifusión	Alteración de calidad del aire	- 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 13.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de tuberías sanitarias Polifusión	Alteración de la calidad del agua	- 1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 18.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de tuberías sanitarias Polifusión	Alteración de la calidad del suelo	- 1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	4.00	2.00	- 24.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de tuberías sanitarias Polifusión	Afectación al paisaje	- 1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	- 20.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de tuberías sanitarias PVC	Alteración de calidad del aire	- 1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	- 17.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de tuberías sanitarias PVC	Alteración de la calidad del agua	- 1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	1.00	4.00	1.00	- 28.00	Impacto Ambiental Moderado
Retazos de tuberías sanitarias PVC	Alteración de la calidad del suelo	- 1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	- 18.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de tuberías sanitarias PVC	Afectación al paisaje	- 1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	- 19.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de tuberías de gas	Alteración de calidad del aire	- 1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 14.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de tuberías de gas	Alteración de la calidad del agua	- 1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	4.00	2.00	- 27.00	Impacto Ambiental Moderado
Retazos de tuberías de gas	Alteración de la calidad del suelo	- 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	- 20.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de tuberías de gas	Afectación al paisaje	- 1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	- 22.00	Impacto Ambiental Leve
Cajas de cartón para accesorios	Alteración de calidad del aire	- 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 13.00	Impacto Ambiental Leve
Cajas de cartón para accesorios	Alteración de la calidad del agua	- 1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 21.00	Impacto Ambiental Leve
Cajas de cartón para accesorios	Alteración de la calidad del suelo	- 1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	- 24.00	Impacto Ambiental Leve
Cajas de cartón para accesorios	Afectación al paisaje	- 1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	- 22.00	Impacto Ambiental Leve
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	Alteración de calidad del aire	- 1.00	2.00	4.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	4.00	2.00	- 29.00	Impacto Ambiental Moderado
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	Alteración de la calidad del agua	- 1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	- 23.00	Impacto Ambiental Leve
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	Alteración de la calidad del suelo	- 1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	- 24.00	Impacto Ambiental Leve
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	Afectación al paisaje	- 1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	- 24.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de cerámico y porcelanato	Alteración de calidad del aire	- 1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	- 22.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de cerámico y porcelanato	Alteración de la calidad del agua	- 1.00	2.00	4.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	- 26.00	Impacto Ambiental Moderado
Retazos de cerámico y porcelanato	Alteración de la calidad del suelo	- 1.00	2.00	1.00	1.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	- 23.00	Impacto Ambiental Leve
Retazos de cerámico y porcelanato	Afectación al paisaje	- 1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	- 20.00	Impacto Ambiental Leve

Asimismo, se realiza una sumatoria del grado de importancia de impacto ambiental por cada tipo de residuo y se obtiene lo siguiente (ver Tabla N°5).

Tabla N°5. Grado de Importancia Total de Impacto Ambiental

Tipo de Residuo Sólido	Grado de Importancia Total de Impacto Ambiental
Retazos de Barras de acero	- 103.00
Retazos de fenólico y madera	- 90.00
Tecnopor	- 89.00
Alambre	- 101.00
Escombros de viguetas pretensadas	- 101.00
Escombros de Bovedillas	- 100.00
Residuos de concreto premezclado	- 92.00
Escombros de concreto	- 102.00
Escombros de mortero	- 99.00
Retazos de tuberías eléctricas PVC	- 82.00
Retazos de tuberías sanitarias Polifusión	- 75.00
Retazos de tuberías sanitarias PVC	- 82.00
Retazos de tuberías de gas	- 83.00
Cajas de cartón para accesorios	- 80.00
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	- 100.00
Retazos de cerámico y porcelanato	- 91.00

De la Tabla N°5, se visualiza que el residuo sólido que presenta el mayor grado de importancia de impacto ambiental perjudicial viene a ser los retazos de barras de acero de construcción.

4.2 EVALUACIÓN DE IMPACTO SOCIAL

En la actualidad, el concepto de evaluación de impacto social engloba a un proceso de identificación y gestión de temas sociales asociados a proyectos, lo cual va de la mano con la participación de las comunidades afectadas. Asimismo, implica el monitoreo de las consecuencias sociales voluntarias e involuntarias de intervenciones planeadas como lo son los proyectos de edificaciones multifamiliares (International Association for Impact Assessment [IAIA], 2015). En su mayoría, los impactos sociales están ligados a la afectación tanto a la salud como a la calidad de vida de las personas.

De esta forma, se implementa el uso del Método de Conesa previamente explicado y para la evaluación social se toma en cuenta los siguientes impactos:

- **Afectación a la salud:** Posibles daños en la salud por la exposición directa o indirecta a los residuos sólidos por parte de las personas.
- **Afectación a la seguridad:** Posible generación de condiciones inseguras que propicien incidentes o accidentes en el área de trabajo.
- **Molestias en las personas:** Posible daño ocasionado a la calidad de vida de las personas expuestas a olores, polvo y vectores de plagas originados durante la recolección, transporte y eliminación de los residuos sólidos.

Es así como en la Tabla N°6 se muestra la Matriz de Evaluación de Impacto Social obtenida.

Tabla N°6. Matriz de Evaluación de Impacto Social

Tipo de Residuo Sólido	Impacto Social	NA	IN	EX	MO	PE	MC	RV	SI	AC	EF	PR	IS	Nivel de Impacto
Retazos de Barras de acero	Afetación a la salud	- 1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	4.00	1.00	- 24.00	Impacto Social Leve
Retazos de Barras de acero	Afectación a la seguridad	- 1.00	4.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	- 33.00	Impacto Social Moderado
Retazos de Barras de acero	Molestias en las personas	- 1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	- 19.00	Impacto Social Leve
Retazos de fenólico y madera	Afetación a la salud	- 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 14.00	Impacto Social Leve
Retazos de fenólico y madera	Afectación a la seguridad	- 1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	4.00	4.00	2.00	- 26.00	Impacto Social Moderado
Retazos de fenólico y madera	Molestias en las personas	- 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 14.00	Impacto Social Leve
Tecnopor	Afetación a la salud	- 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 14.00	Impacto Social Leve
Tecnopor	Afectación a la seguridad	- 1.00	1.00	4.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 21.00	Impacto Social Leve
Tecnopor	Molestias en las personas	- 1.00	2.00	4.00	4.00	2.00	2.00	2.00	1.00	4.00	4.00	2.00	- 35.00	Impacto Social Moderado
Alambre	Afetación a la salud	- 1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	4.00	1.00	- 22.00	Impacto Social Leve
Alambre	Afectación a la seguridad	- 1.00	4.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	4.00	4.00	2.00	- 32.00	Impacto Social Moderado
Alambre	Molestias en las personas	- 1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 17.00	Impacto Social Leve
Escombros de viguetas pretensadas	Afetación a la salud	- 1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 21.00	Impacto Social Leve
Escombros de viguetas pretensadas	Afectación a la seguridad	- 1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	- 24.00	Impacto Social Leve
Escombros de viguetas pretensadas	Molestias en las personas	- 1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	4.00	4.00	2.00	- 28.00	Impacto Social Moderado
Escombros de Bovedillas	Afetación a la salud	- 1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 21.00	Impacto Social Leve
Escombros de Bovedillas	Afectación a la seguridad	- 1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	- 24.00	Impacto Social Leve
Escombros de Bovedillas	Molestias en las personas	- 1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	4.00	4.00	1.00	- 27.00	Impacto Social Moderado
Residuos de concreto premezclado	Afetación a la salud	- 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 13.00	Impacto Social Leve
Residuos de concreto premezclado	Afectación a la seguridad	- 1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 16.00	Impacto Social Leve
Residuos de concreto premezclado	Molestias en las personas	- 1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	- 18.00	Impacto Social Leve
Escombros de concreto	Afetación a la salud	- 1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 21.00	Impacto Social Leve
Escombros de concreto	Afectación a la seguridad	- 1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	- 24.00	Impacto Social Leve
Escombros de concreto	Molestias en las personas	- 1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	4.00	4.00	2.00	- 28.00	Impacto Social Moderado
Escombros de mortero	Afetación a la salud	- 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 13.00	Impacto Social Leve
Escombros de mortero	Afectación a la seguridad	- 1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	- 22.00	Impacto Social Leve
Escombros de mortero	Molestias en las personas	- 1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	- 16.00	Impacto Social Leve
Retazos de tuberías eléctricas PVC	Afetación a la salud	- 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 13.00	Impacto Social Leve
Retazos de tuberías eléctricas PVC	Afectación a la seguridad	- 1.00	2.00	2.00	4.00	2.00	1.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	- 28.00	Impacto Social Moderado
Retazos de tuberías eléctricas PVC	Molestias en las personas	- 1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	- 22.00	Impacto Social Leve
Retazos de tuberías sanitarias Polifusión	Afetación a la salud	- 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 13.00	Impacto Social Leve
Retazos de tuberías sanitarias Polifusión	Afectación a la seguridad	- 1.00	2.00	2.00	4.00	2.00	1.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	- 28.00	Impacto Social Moderado
Retazos de tuberías sanitarias Polifusión	Molestias en las personas	- 1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	- 20.00	Impacto Social Leve

Retazos de tuberías sanitarias PVC	Afetación a la salud	- 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 13.00	Impacto Social Leve
Retazos de tuberías sanitarias PVC	Afectación a la seguridad	- 1.00	2.00	2.00	4.00	2.00	1.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	- 28.00	Impacto Social Moderado	
Retazos de tuberías sanitarias PVC	Molestias en las personas	- 1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	- 22.00	Impacto Social Leve	
Retazos de tuberías de gas	Afetación a la salud	- 1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 16.00	Impacto Social Leve	
Retazos de tuberías de gas	Afectación a la seguridad	- 1.00	2.00	2.00	4.00	2.00	1.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	- 28.00	Impacto Social Moderado	
Retazos de tuberías de gas	Molestias en las personas	- 1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	- 22.00	Impacto Social Leve	
Cajas de cartón para accesorios	Afetación a la salud	- 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 14.00	Impacto Social Leve	
Cajas de cartón para accesorios	Afectación a la seguridad	- 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	- 15.00	Impacto Social Leve	
Cajas de cartón para accesorios	Molestias en las personas	- 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 14.00	Impacto Social Leve	
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	Afetación a la salud	- 1.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	- 36.00	Impacto Social Moderado	
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	Afectación a la seguridad	- 1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 17.00	Impacto Social Leve	
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	Molestias en las personas	- 1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	- 24.00	Impacto Social Leve	
Retazos de cerámico y porcelanato	Afetación a la salud	- 1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	- 29.00	Impacto Social Moderado	
Retazos de cerámico y porcelanato	Afectación a la seguridad	- 1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	- 15.00	Impacto Social Leve	
Retazos de cerámico y porcelanato	Molestias en las personas	- 1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	- 23.00	Impacto Social Leve	

Asimismo, se realiza una sumatoria del grado de importancia de impacto social por cada tipo de residuo y se obtiene lo siguiente (ver Tabla N°7).

Tabla N°7. Grado de Importancia Total de Impacto Social

Tipo de Residuo Sólido	Grado de Importancia Total de Impacto Social
Retazos de Barras de acero	- 76.00
Retazos de fenólico y madera	- 54.00
Tecnopor	- 70.00
Alambre	- 71.00
Escombros de viguetas pretensadas	- 73.00
Escombros de Bovedillas	- 72.00
Residuos de concreto premezclado	- 47.00
Escombros de concreto	- 73.00
Escombros de mortero	- 51.00
Retazos de tuberías eléctricas PVC	- 63.00
Retazos de tuberías sanitarias Polifusión	- 61.00
Retazos de tuberías sanitarias PVC	- 63.00
Retazos de tuberías de gas	- 66.00
Cajas de cartón para accesorios	- 43.00
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	- 77.00
Retazos de cerámico y porcelanato	- 67.00

De la Tabla N°7, se visualiza que el residuo sólido que presenta el mayor grado de importancia de impacto social perjudicial viene a ser los escombros de ladrillo sílico calcáreo.

4.3 EVALUACIÓN DE IMPACTO ECONÓMICO

Un impacto económico se refiere al efecto que una medida, acción o anuncio generan en la economía. Por dicha razón, la evaluación de impacto económico de un proyecto conlleva al análisis de las consecuencias en la economía de una persona, comunidad, país, región o incluso, todo el mundo (EUROINNOVA, 2022). Es así como es necesario analizar los impactos económicos que se generan a causa de la construcción de Edificios Multifamiliares y el cómo afectan a la sociedad.

De esta forma, se implementa el uso del Método de Conesa previamente explicado y para la evaluación económica se toma en cuenta los siguientes impactos:

- **Generación de Empleo:** Referente a los nuevos empleos originados por los residuos sólidos generados durante la construcción de Edificios Multifamiliares, lo cual comprende los nuevos puestos de trabajo durante las fases de recolección, transporte y eliminación de dichos residuos.
- **Incremento de ingresos económicos por residuos reciclables y/o Reutilizables:** Corresponde al aumento de ingresos económicos producto del reciclaje y reutilización de los residuos sólidos antes de su eliminación final en los rellenos sanitarios formales o informales.

Es así como en la Tabla N°8 se muestra la Matriz de Evaluación de Impacto Económico obtenida.

Tabla N°8. Matriz de Evaluación de Impacto Económico

Tipo de Residuo Sólido	Impacto Económico	NA	IN	EX	MO	PE	MC	RV	SI	AC	EF	PR	IE	Nivel de Impacto
Retazos de Barras de acero	Generación de Empleo	1.00	4.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	4.00	2.00	31.00	Impacto Económico Moderado
Retazos de Barras de acero	Incremento de ingresos económicos por residuos reciclables y/o reutilizables	1.00	4.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	4.00	2.00	31.00	Impacto Económico Moderado
Retazos de fenólico y madera	Generación de Empleo	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	2.00	24.00	Impacto Económico Leve
Retazos de fenólico y madera	Incremento de ingresos económicos por residuos reciclables y/o reutilizables	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	4.00	4.00	2.00	27.00	Impacto Económico Moderado
Tecnopor	Generación de Empleo	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	17.00	Impacto Económico Leve
Tecnopor	Incremento de ingresos económicos por residuos reciclables y/o reutilizables	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	16.00	Impacto Económico Leve
Alambre	Generación de Empleo	1.00	4.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	26.00	Impacto Económico Moderado
Alambre	Incremento de ingresos económicos por residuos reciclables y/o reutilizables	1.00	4.00	2.00	1.00	4.00	1.00	1.00	2.00	1.00	4.00	2.00	32.00	Impacto Económico Moderado
Escombros de viguetas pretensadas	Generación de Empleo	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	30.00	Impacto Económico Moderado
Escombros de viguetas pretensadas	Incremento de ingresos económicos por residuos reciclables y/o reutilizables	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	13.00	Impacto Económico Leve
Escombros de Bovedillas	Generación de Empleo	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	27.00	Impacto Económico Moderado
Escombros de Bovedillas	Incremento de ingresos económicos por residuos reciclables y/o reutilizables	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	13.00	Impacto Económico Leve
Residuos de concreto premezclado	Generación de Empleo	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	30.00	Impacto Económico Moderado
Residuos de concreto premezclado	Incremento de ingresos económicos por residuos reciclables y/o reutilizables	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	13.00	Impacto Económico Leve
Escombros de concreto	Generación de Empleo	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	30.00	Impacto Económico Moderado
Escombros de concreto	Incremento de ingresos económicos por residuos reciclables y/o reutilizables	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	13.00	Impacto Económico Leve
Escombros de mortero	Generación de Empleo	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	30.00	Impacto Económico Moderado
Escombros de mortero	Incremento de ingresos económicos por residuos reciclables y/o reutilizables	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	13.00	Impacto Económico Leve
Retazos de tuberías eléctricas PVC	Generación de Empleo	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	23.00	Impacto Económico Leve
Retazos de tuberías eléctricas PVC	Incremento de ingresos económicos por residuos reciclables y/o reutilizables	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	4.00	4.00	2.00	32.00	Impacto Económico Moderado

Retazos de tuberías sanitarias Polifusión	Generación de Empleo	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	22.00	Impacto Economico Leve
Retazos de tuberías sanitarias Polifusión	Incremento de ingresos económicos por residuos reciclables y/o reutilizables	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	20.00	Impacto Economico Leve
Retazos de tuberías sanitarias PVC	Generación de Empleo	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	23.00	Impacto Economico Leve
Retazos de tuberías sanitarias PVC	Incremento de ingresos económicos por residuos reciclables y/o reutilizables	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	4.00	4.00	4.00	2.00	32.00	Impacto Economico Moderado
Retazos de tuberías de gas	Generación de Empleo	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	22.00	Impacto Economico Leve	
Retazos de tuberías de gas	Incremento de ingresos económicos por residuos reciclables y/o reutilizables	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	17.00	Impacto Economico Leve
Cajas de cartón para accesorios	Generación de Empleo	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	22.00	Impacto Economico Leve	
Cajas de cartón para accesorios	Incremento de ingresos económicos por residuos reciclables y/o reutilizables	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	30.00	Impacto Economico Moderado	
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	Generación de Empleo	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	2.00	30.00	Impacto Economico Moderado	
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	Incremento de ingresos económicos por residuos reciclables y/o reutilizables	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	13.00	Impacto Economico Leve	
Retazos de cerámico y porcelanato	Generación de Empleo	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	24.00	Impacto Economico Leve	
Retazos de cerámico y porcelanato	Incremento de ingresos económicos por residuos reciclables y/o reutilizables	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	13.00	Impacto Economico Leve	

Asimismo, se realiza una sumatoria del grado de importancia de impacto económico por cada tipo de residuo y se obtiene lo siguiente (Ver Tabla N°9).

Tabla N°9. Grado de Importancia Total de Impacto Económico

Tipo de Residuo Sólido	Grado de Importancia Total de Impacto Económico
Retazos de Barras de acero	62.00
Retazos de fenólico y madera	51.00
Tecnopor	33.00
Alambre	58.00
Escombros de viguetas pretensadas	43.00
Escombros de Bovedillas	40.00
Residuos de concreto premezclado	43.00
Escombros de concreto	43.00
Escombros de mortero	43.00
Retazos de tuberías eléctricas PVC	55.00
Retazos de tuberías sanitarias Polifusión	42.00
Retazos de tuberías sanitarias PVC	55.00
Retazos de tuberías de gas	39.00
Cajas de cartón para accesorios	52.00
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	43.00
Retazos de cerámico y porcelanato	37.00

De la Tabla N°9, se visualiza que el residuo sólido que presenta el mayor grado de importancia de impacto económico beneficioso viene a ser los retazos de barras de acero de construcción.

4.4 EVALUACIÓN DE IMPACTO TOTAL

Se procede a determinar el Grado de Importancia de Impacto Total de todos los residuos sólidos analizados mediante la siguiente fórmula:

$$IT = IA + IS + IE$$

Donde:

- IT: Grado de Importancia de Impacto Total
- IA: Grado de Importancia de Impacto Ambiental
- IS: Grado de Importancia de Impacto Social
- IE: Grado de Importancia de Impacto Económico

De este modo, en la Tabla N°10 se visualiza una lista residuos sólidos ordenados según su Grado de Importancia de Impacto Total, donde los valores de Grado de Importancia de Impacto Ambiental y Social son negativos ya que son de naturaleza perjudicial y el Grado de Importancia de Impacto Social es positivo ya que es de naturaleza beneficioso.

Tabla N°10. Grado de Importancia de Impacto Total

Tipo de Residuo Sólido	Grado de Importancia de Impacto Ambiental	Grado de Importancia de Impacto Social	Grado de Importancia de Impacto Económico	Grado de Importancia de Impacto Total
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	- 100.00	- 77.00	43.00	- 134.00
Escombros de Bovedillas	- 100.00	- 72.00	40.00	- 132.00
Escombros de concreto	- 102.00	- 73.00	43.00	- 132.00
Escombros de viguetas pretensadas	- 101.00	- 73.00	43.00	- 131.00
Tecnopor	- 89.00	- 70.00	33.00	- 126.00
Retazos de cerámico y porcelanato	- 91.00	- 67.00	37.00	- 121.00
Retazos de Barras de acero	- 103.00	- 76.00	62.00	- 117.00
Alambre	- 101.00	- 71.00	58.00	- 114.00
Retazos de tuberías de gas	- 83.00	- 66.00	39.00	- 110.00
Escombros de mortero	- 99.00	- 51.00	43.00	- 107.00
Residuos de concreto premezclado	- 92.00	- 47.00	43.00	- 96.00
Retazos de tuberías sanitarias Polifusión	- 75.00	- 61.00	42.00	- 94.00
Retazos de fenólico y madera	- 90.00	- 54.00	51.00	- 93.00
Retazos de tuberías eléctricas PVC	- 82.00	- 63.00	55.00	- 90.00
Retazos de tuberías sanitarias PVC	- 82.00	- 63.00	55.00	- 90.00
Cajas de cartón para accesorios	- 80.00	- 43.00	52.00	- 71.00

De la Tabla N°10, se observa que todos los residuos sólidos analizados presentan un Grado de Importancia de Impacto Total de naturaleza negativa. Asimismo, se tiene que los residuos sólidos de mayor grado de importancia son:

- Escombros de ladrillo sílico calcáreo
- Escombros de bovedillas
- Escombros de concreto

4.5 HUELLA DE CARBONO

Se procede a calcular la huella de carbono asociada a cada uno de los residuos sólidos. Esta consiste en el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera, de manera directa o indirecta, derivadas de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios (Espíndola y Valderrama, 2012). Asimismo, se expresa en dióxido de carbono equivalente (CO_2eq), la cual es una medida universal que se utiliza para indicar en términos de CO_2 , el equivalente de cada uno de los gases de efecto invernadero con respecto a su potencial de calentamiento global (Sistema Nacional de Información Ambiental [SINIA], 2019).

De esta forma, se implementa el uso de Banco Estructurado de Datos de Elementos Constructivos (BEDEC), el cual es una base de datos de información medioambiental realizada por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña – ITeC. Esta metabase facilita información sobre las emisiones de CO_2 derivadas del proceso de fabricación de 1 kg de material de construcción hasta la puerta de la fábrica sin incluir transportes asociados ni puesta en obra. Cabe precisar que sus valores se expresan en kgCO_2/kg y han sido obtenidos de las auditorías efectuadas en empresas españolas que se dedican a la fabricación de los productos más utilizados en el sector construcción (Mercader et al., 2012). Asimismo, aquella base de datos española no contempla todos los materiales necesarios a ser evaluados. Por dicha razón, también se procede a utilizar la base de datos *Inventory of Carbon & Energy (ICE)*, la cual ha sido desarrollada por la Universidad de Bath (2008) ubicada en el Reino Unido.

Se conoce la cantidad de residuos sólidos en kilogramos generados en el Proyecto Alba, y de las bases de datos española y británica se conoce el factor ambiental de kgCO_2 equivalente/kg de cada residuo. Es así como en la Tabla N°11, se puede visualizar la Huella de Carbono obtenida, la cual corresponde a un total de 10,262.85 kg CO_2 equivalente.

Tabla N°11. Huella de Carbono

Tipo de Residuo Sólido	Cantidad de residuos (kg)	Factor (kg CO2 eq/kg)	Huella de Carbono (kg CO2 eq)
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	27,051.38	0.13	3,516.68
Residuos de concreto premezclado	14,280.00	0.22	3,120.18
Retazos de Barras de acero	497.10	2.80	1,391.88
Escombros de mortero	1,514.27	0.22	337.20
Alambre	111.72	2.83	316.18
Retazos de fenólico y madera	210.87	1.35	284.68
Escombros de concreto	1,149.75	0.22	251.22
Escombros de Bovedillas	1,185.73	0.20	237.15
Escombros de viguetas pretensadas	643.10	0.37	236.81
Retazos de tuberías sanitarias PVC	79.58	2.50	198.95
Retazos de tuberías sanitarias Polifusión	42.31	2.70	114.23
Retazos de tuberías de gas	15.57	6.25	97.28
Retazos de cerámico y porcelanato	481.73	0.18	84.38
Retazos de tuberías eléctricas PVC	24.96	2.50	62.39
Tecnopor	5.26	2.50	13.15
Cajas de cartón para accesorios	1.06	0.47	0.50
		Total	10,262.85

Con la tabla previamente mostrada, se procede a realizar un Diagrama de Pareto (Ver Tabla N°12 y Figura N°41) para determinar los residuos sólidos más incidentes.

Tabla N°12. Porcentaje de incidencia de cada tipo de residuo sólido

Tipo de Residuo Sólido	Huella de Carbono (kg CO2 eq)	Porcentaje %	Porcentaje Acumulado %
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	3,516.68	34.27%	34.27%
Residuos de concreto premezclado	3,120.18	30.40%	64.67%
Retazos de Barras de acero	1,391.88	13.56%	78.23%
Escombros de mortero	337.20	3.29%	81.52%
Alambre	316.18	3.08%	84.60%
Retazos de fenólico y madera	284.68	2.77%	87.37%
Escombros de concreto	251.22	2.45%	89.82%
Escombros de Bovedillas	237.15	2.31%	92.13%
Escombros de viguetas pretensadas	236.81	2.31%	94.44%
Retazos de tuberías sanitarias PVC	198.95	1.94%	96.38%
Retazos de tuberías sanitarias Polifusión	114.23	1.11%	97.49%
Retazos de tuberías de gas	97.28	0.95%	98.44%
Retazos de cerámico y porcelanato	84.38	0.82%	99.26%
Retazos de tuberías eléctricas PVC	62.39	0.61%	99.87%
Tecnopor	13.15	0.13%	100.00%
Cajas de cartón para accesorios	0.50	0.00%	100.00%
		10,262.85	0.00%

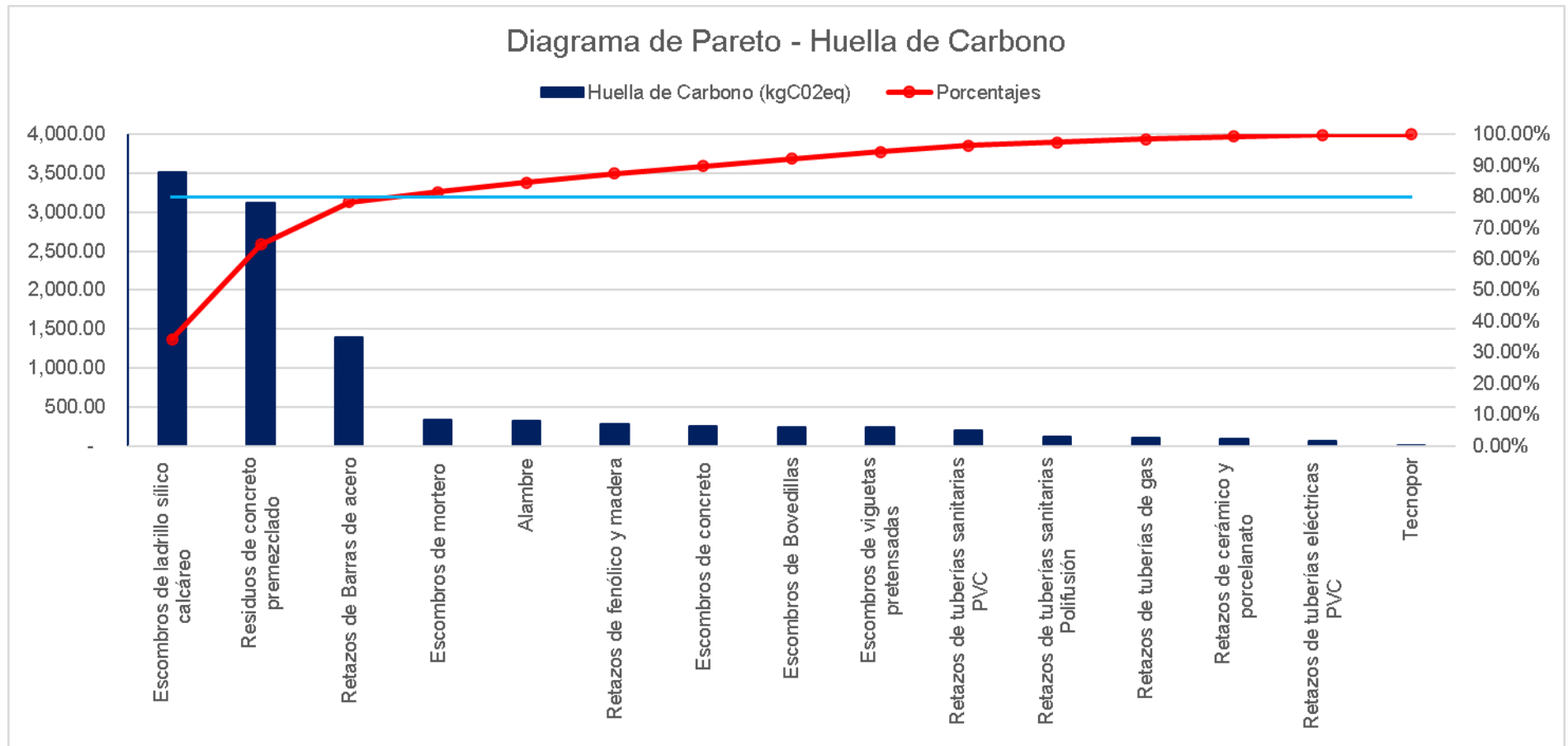


Figura N°41. Diagrama de Pareto de Incidencia de los residuos sólidos analizados

Del Diagrama de Pareto observado en la Figura N°41, se determina que los residuos sólidos que presentan una incidencia total del 80% con respecto a la Huella de Carbono son los siguientes:

- Escombros de ladrillo sílico calcáreo
- Residuos de concreto premezclado
- Retazos de Barras de acero

CAPÍTULO V: ALTERNATIVAS DE RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN

5.1 LISTA DE ALTERNATIVAS DE RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Del capítulo IV, en la Tabla N°10, se ha determinado los residuos sólidos de mayor grado de importancia de impacto total de naturaleza negativa. Estos vienen a ser los siguientes:

- Escombros de ladrillo sílico calcáreo
- Escombros de bovedillas
- Escombros de concreto

Asimismo, en la Tabla N°12, se visualiza los residuos sólidos que generan la mayor huella de carbono:

- Escombros de ladrillo sílico calcáreo
- Residuos de concreto premezclado
- Retazos de Barras de acero

De esta manera, se tiene entre los residuos sólidos de mayor relevancia a los escombros. Estos para ser reaprovechados pueden ser trasladados a Plantas de Reciclaje o de Tratamiento. En dicho lugar, se procede a utilizar una tecnología que implica una primera fase de preclasificación de materiales, trituración y clasificación final del producto de salida. Todo esto con la finalidad de obtener un producto similar a los áridos comerciados, los cuales son la materia prima de los materiales de construcción. Asimismo, este proceso de reciclaje puede realizarse en plantas móviles a pie de obra, lo cual permite la fabricación de áridos con las características propias necesarias in situ (Bravo, 2010).

Del mismo modo, se tiene a los retazos de barras de acero de construcción. Estos, en un inicio, pueden ser reutilizados en obra tomando en consideración la longitud que presenten. Posterior a ello, una vez terminada su vida útil pueden ser trasladados a Patios de Acopio, donde se realiza un proceso de acondicionamiento. Este proceso implica la recepción, cizallado, compactación, limpieza y despacho del acero hacia el respectivo complejo siderúrgico. Es allí, donde el acero reciclado es procesado junto a otros insumos para formar parte de un nuevo producto. Cabe precisar que el reciclaje del acero conlleva un ahorro de

materias primas y de recursos en su fabricación sin que este pierda su calidad (Aceros Arequipa, 2020).

Es así como se plantea la siguiente lista de alternativas de reciclaje y reutilización de los residuos sólidos de mayor incidencia (Ver Tabla N°13).

Tabla N°13. Lista de alternativas de reciclaje y reutilización

Residuo sólido	Alternativa de reciclaje y reutilización
Retazos de Barras de acero	Reutilización de retazos de acero para la realización de elementos de acero de menor tamaño como burritos o elementos en forma de S para usarlos como colgadores temporales.
	Reutilización como protecciones colectivas dentro de obra (barandas de seguridad).
	Acero reciclado junto a otros insumos para formar un nuevo producto de acero (barras de acero, clavos, perfiles, etc).
Escombros de bovedillas	Árido reciclado para Ladrillos de arcilla.
	Bovedilla triturada como sustituto de agregados de concreto.
Residuos de concreto premezclado	Reutilización para resanes externos a la obra como veredas y rampas.
	Material de relleno dentro de la obra.
Escombros de concreto	Agregado de concreto reciclado para la elaboración de elementos prefabricados, morteros y concreto.
	Agregado de concreto reciclado para muros y bloques de concreto.
	Material para la construcción de carreteras.
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	Reutilización de bloques de ladrillo sílico calcáreo con al menos dos alveolos.
	Estabilización de suelos arcillosos.

Tomando en consideración lo estipulado en la Tabla N°13, se procede a determinar la cantidad de los residuos sólidos que pueden ser reciclados y/o reutilizados. Asimismo, se determina su respectivo porcentaje de reciclaje y/o reutilización y la reducción de huella de carbono (Ver Tabla N°14).

Tabla N°14. Cantidad de residuos sólidos que pueden reciclarse y/o reutilizarse

Residuo Sólido	% Reciclar y/o reutilizar	% Reducción de Huella de Carbono	Cantidad Total (kg)	Cantidad Reciclada y/o Reutilizada (kg)	Huella de Carbono (kg Co2 eq)	Reducción de Huella de Carbono (kg CO2 eq)
Retazos de Barras de acero de construcción	97.56%	97.56%	497.098	484.956	1,391.876	1,357.876
Escombros de Bovedillas	71.24%	71.24%	1,185.730	844.739	237.146	168.948
Residuos de concreto premezclado	77.23%	77.23%	14,280.000	11,028.000	3,120.180	2,409.618
Escombros de concreto	69.30%	69.30%	1,149.754	796.732	251.221	174.086
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	71.90%	71.90%	27,051.375	19,450.795	3,516.679	2,528.603
Total	73.83%	77.95%	44,163.957	32,605.221	8,517.102	6,639.131

De lo visualizado en la tabla previamente mostrada, se tiene que el porcentaje de residuos sólidos que pueden ser reciclados y/o reutilizados es de 73.83%. También, se tiene que la reducción de Huella de Carbono es de 6 639.131 kg CO₂ equivalente, lo cual simboliza una reducción del 77.95%.

5.2 LOOKAHEAD DE RESIDUOS SÓLIDOS Y HUELLA DE CARBONO

En el subcapítulo previo, se define cuáles son los residuos sólidos de mayor incidencia. Estos son generados por las siguientes actividades en el Proyecto Alba (ver Tabla N°15).

Tabla N°15. Actividad y residuo sólido generado

Actividad	Residuo Sólido
Habilitado y Colocado de Acero	Retazos de Barras de acero de construcción
Colocación de Bovedillas	Escombros de Bovedillas
Vaciado de concreto premezclado	Residuos de concreto premezclado
Tarrajeo de Cielo Raso, Vigas y Placas	Escombros de concreto
Asentado de Tabiquería de Ladrillo Sílico Calcáreo	Escombros de ladrillo sílico calcáreo

En ese sentido, tomando en consideración el Cronograma LookAhead del proyecto, se visualiza que dichas actividades se desarrollan desde el 8 de julio del 2022 (Semana 10) hasta el 27 de octubre (Semana 26). Del mismo modo, se determina la cantidad de residuos sólidos generados por día de cada actividad, así como la huella de carbono asociada. Lo antes mencionado se observa en la Figura N°42.

Descripción de la Actividad	Semana 10							Semana 17							Semana 26							
	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	
	04/07	05/07	06/07	07/07	08/07	09/07	10/07	22/08	23/08	24/08	25/08	26/08	27/08	28/08	24/10	25/10	26/10	27/10	28/10	29/10	30/10	
ESTRUCTURAS																						
TORRE																						
ACERO VERTICAL LOOKAHEAD					P1-S1						AZ											
RETAZOS DE BARRAS DE ACERO DE CONSTRUCCIÓN (kg)					22.79						30.08											
HUELLA DE CARBONO (kg Co2 eq)					63.80						84.23											
VOLUMEN (M3)					0.004						0.005											
CONCRETO VERTICAL LOOKAHEAD					P1-S1						AZ											
RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO (kg)					600.00						480.00											
HUELLA DE CARBONO (kg Co2 eq)					131.10						104.88											
VOLUMEN (M3)					0.25						0.20											
ACERO HORIZONTAL LOOKAHEAD								P6			AZ	AZ										
RETAZOS DE BARRAS DE ACERO DE CONSTRUCCIÓN (kg)								9.43			7.02	9.36										
HUELLA DE CARBONO (kg Co2 eq)								26.40			19.65	26.20										
VOLUMEN (M3)								0.002			0.001	0.002										
BOVEDILLAS LOOKAHEAD								P6	P6		AZ											
ESCOMBROS DE BOVEDILLAS (kg)								65.74	76.70			33.75										
HUELLA DE CARBONO (kg Co2 eq)								13.15	15.34			6.75										
VOLUMEN (M3)								0.05	0.06			0.12										
CONCRETO HORIZONTAL LOOKAHEAD									P6													
RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO (kg)									1,200.00													
HUELLA DE CARBONO (kg Co2 eq)									262.20													
VOLUMEN (M3)									0.50													
ACABADOS																						
REVOQUE Y ENLUCIDOS																						
TARRAJEO DE CIELO RAZO								P4	P4	P4	P4	P5										
TARRAJEO PLACAS Y VIGA								P4	P5	P5	P5	P5										
ESCOMBROS DE CONCRETO (kg)								45.56	43.18	43.18	43.18	40.80										
HUELLA DE CARBONO (kg Co2 eq)								9.96	9.44	9.44	9.44	8.92										
VOLUMEN (M3)								0.15	0.14	0.14	0.14	0.13										
MURO DE TABIQUERIA																						
ASENTADO LADRILLO BLANCO (LA CASA)										P2	P2	P2			P1	P1	P1	P1				
ESCOMBROS DE LADRILLO SÍLICO CALCÁREO										251.88	705.25	1,158.63			352.63	151.13	201.50	201.50				
HUELLA DE CARBONO (kg Co2 eq)										32.74	91.68	150.62			45.84	19.65	26.20	26.20				
VOLUMEN (M3)										0.28	0.79	1.29			0.39	0.17	0.23	0.23				

Figura N°42. Cronograma LookAhead de Residuos Sólidos y Huella de Carbono

Es así como en la Tabla N°16 se presenta la cantidad total de residuos sólidos en kg generados en cada semana por cada actividad analizada, así como su volumen en m³.

Tabla N°16. Residuos Sólidos por Semana

Residuos Sólidos	Retazos de barras de acero de construcción		Residuos de concreto premezclado		Escombros de bovedillas		Escombros de concreto		Escombros de ladrillo sílico calcáreo	
	Cantidad (kg)	Volumen (m3)	Cantidad (kg)	Volumen (m3)	Cantidad (kg)	Volumen (m3)	Cantidad (kg)	Volumen (m3)	Cantidad (kg)	Volumen (m3)
SEM 10	22.79	0.004	600.00	0.25	-	-	-	-	-	-
SEM 11	46.48	0.008	1,680.00	0.70	177.78	0.29	-	-	-	-
SEM 12	72.57	0.013	2,400.00	1.00	177.78	0.29	-	-	-	-
SEM 13	61.98	0.011	960.00	0.40	-	-	-	-	-	-
SEM 14	81.88	0.015	2,280.00	0.95	240.44	0.39	22.26	0.07	-	-
SEM 15	76.73	0.014	2,400.00	1.00	171.59	0.28	177.01	0.57	-	-
SEM 16	71.77	0.013	2,280.00	0.95	179.27	0.23	221.00	0.73	-	-
SEM 17	55.89	0.010	1,680.00	0.70	176.20	0.23	215.92	0.71	2,115.75	2.36
SEM 18	7.02	0.001	-	-	62.68	0.22	160.62	0.53	3,677.38	4.11
SEM 19	-	-	-	-	-	-	204.15	0.67	3,828.50	4.28
SEM 20	-	-	-	-	-	-	148.80	0.49	3,601.81	4.02
SEM 21	-	-	-	-	-	-	-	-	3,551.44	3.97
SEM 22	-	-	-	-	-	-	-	-	2,518.75	2.81
SEM 23	-	-	-	-	-	-	-	-	2,871.38	3.21
SEM 24	-	-	-	-	-	-	-	-	2,418.00	2.70
SEM 25	-	-	-	-	-	-	-	-	1,561.63	1.74
SEM 26	-	-	-	-	-	-	-	-	906.75	1.01

Asimismo, se presenta la Huella de Carbono generada por semana por los residuos sólidos de mayor incidencia según cada actividad analizada (Ver Tabla N°17 y Figura N°43).

Tabla N°17. Huella de Carbono Acumulada por Semana

Huella de Carbono por Semana (kg Co2 eq)	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20	SEM 21	SEM 22	SEM 23	SEM 24	SEM 25	SEM 26
Retazos de barras de acero de construcción	63.80	130.14	203.19	173.56	229.27	214.84	200.95	156.48	19.65	-	-	-	-	-	-	-	-
Residuos de concreto premezclado	131.10	367.08	524.40	209.76	498.18	524.40	498.18	367.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Escombros de bovedillas	-	35.56	35.56	-	48.09	34.32	35.85	35.24	12.54	-	-	-	-	-	-	-	-
Escombros de concreto	-	-	-	-	4.86	38.68	48.29	47.18	35.09	44.61	32.51	-	-	-	-	-	-
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	-	-	-	-	-	-	-	275.05	478.06	497.71	468.24	461.69	327.44	373.28	314.34	203.01	117.88
Total Semanal	194.90	532.77	763.15	383.32	780.40	812.24	783.27	881.02	545.34	542.31	500.75	461.69	327.44	373.28	314.34	203.01	117.88
Acumulado Semanal	194.90	727.67	1,490.82	1,874.14	2,654.54	3,466.78	4,250.05	5,131.07	5,676.41	6,218.72	6,719.47	7,181.16	7,508.59	7,881.87	8,196.21	8,399.22	8,517.10
% Semanal	2.29%	6.26%	8.96%	4.50%	9.16%	9.54%	9.20%	10.34%	6.40%	6.37%	5.88%	5.42%	3.84%	4.38%	3.69%	2.38%	1.38%
% Acumulado	2.29%	8.54%	17.50%	22.00%	31.17%	40.70%	49.90%	60.24%	66.65%	73.01%	78.89%	84.31%	88.16%	92.54%	96.23%	98.62%	100.00%

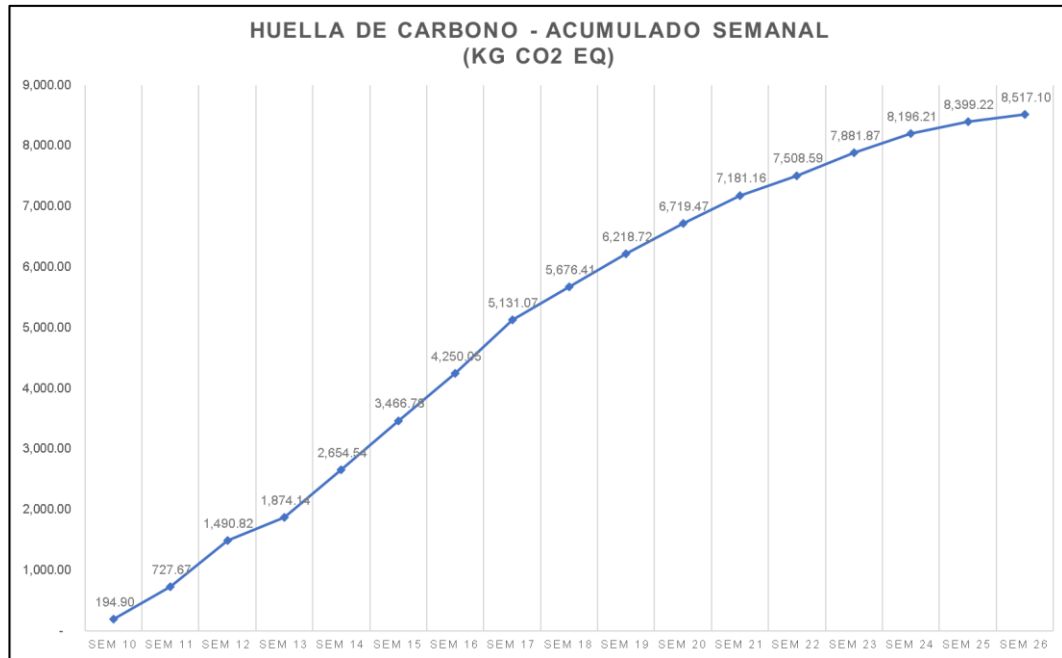


Figura N°43. Huella de Carbono Acumulada por Semana

En la Figura N°43, se visualiza el cómo varía la Huella de Carbono Acumulada por semana hasta llegar a un total de 8 517.10 kg Co₂ equivalente. De este modo, se presenta un aumento considerable desde la semana 10 hasta la semana 13, donde se tiene una concentración acumulada de 1 874.14 kg CO₂ equivalente, lo cual simboliza el 22.00% del total de la Huella de Carbono generada. Luego, hasta la semana 16, se presenta un total acumulado 4 250.05 kg CO₂ equivalente (49.90%). Posterior a ello, hasta la semana 20, se tiene un acumulado del 78.89%, lo cual significa una Huella de Carbono de 6 719.47 kg CO₂ equivalente. Por lo tanto, es de suma importancia realizar la recolección y segregación de residuos sólidos en las semanas 13, 16, 20 y 26 del proyecto, debido a la considerable concentración de kg CO₂ equivalente acumulada en dichas semanas.

5.3 PUNTOS DE ACOPIO POR SEMANA

Tomando en consideración el cronograma LookAhead de los residuos sólidos analizados, se debe determinar el punto de acopio de estos a lo largo de la obra. Asimismo, en la Tabla N°18, se observa una leyenda para distinguir el punto de acopio de cada residuo.

Tabla N°18. Punto de Acopio según residuo sólido

Residuo Sólido	Punto de Acopio (color)
Retazos de barras de acero de construcción	
Residuos de concreto premezclado	
Escombros de bovedillas	
Escombros de concreto	
Escombros de ladrillo sílico calcáreo	

De este modo, se visualiza a continuación los puntos de acopio a lo largo de las semanas 13,16,20 y 26 del Proyecto.

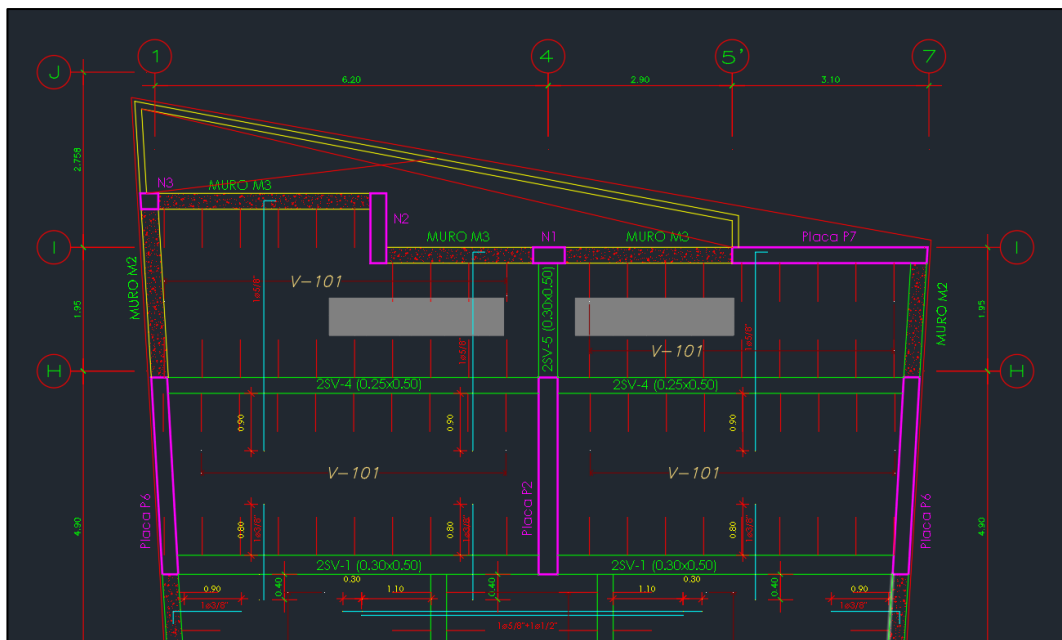


Figura N°44. Punto de acopio de retazos de acero cercano a la zona de Habilitado y Corte de acero en Techo Planta Semisótano

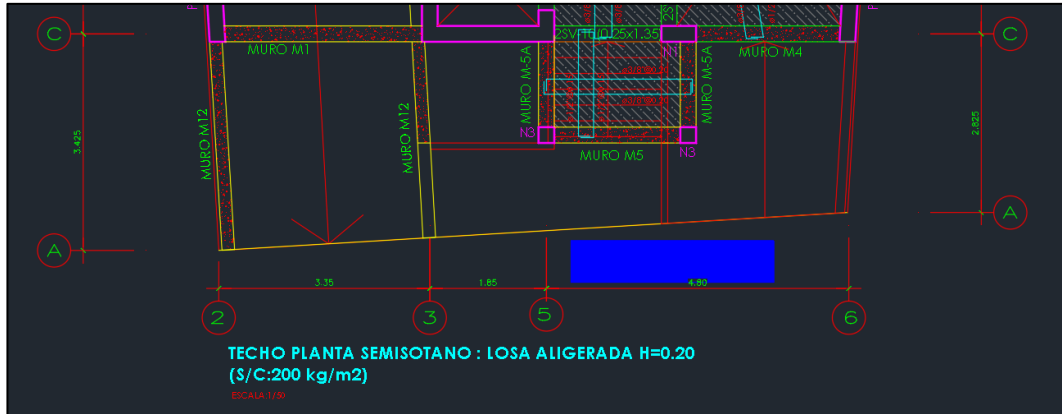


Figura N°45. Punto de acopio de residuos de concreto premezclado en berma

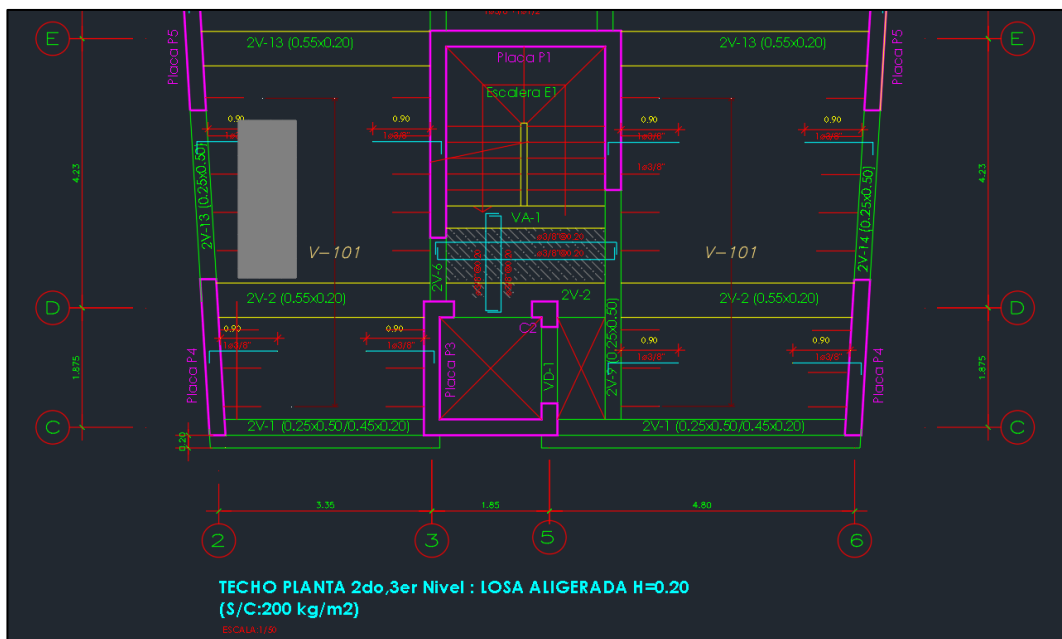


Figura N°46. Punto de acopio de retazos de acero en Techo Planta 3er Nivel durante la
Semana 13

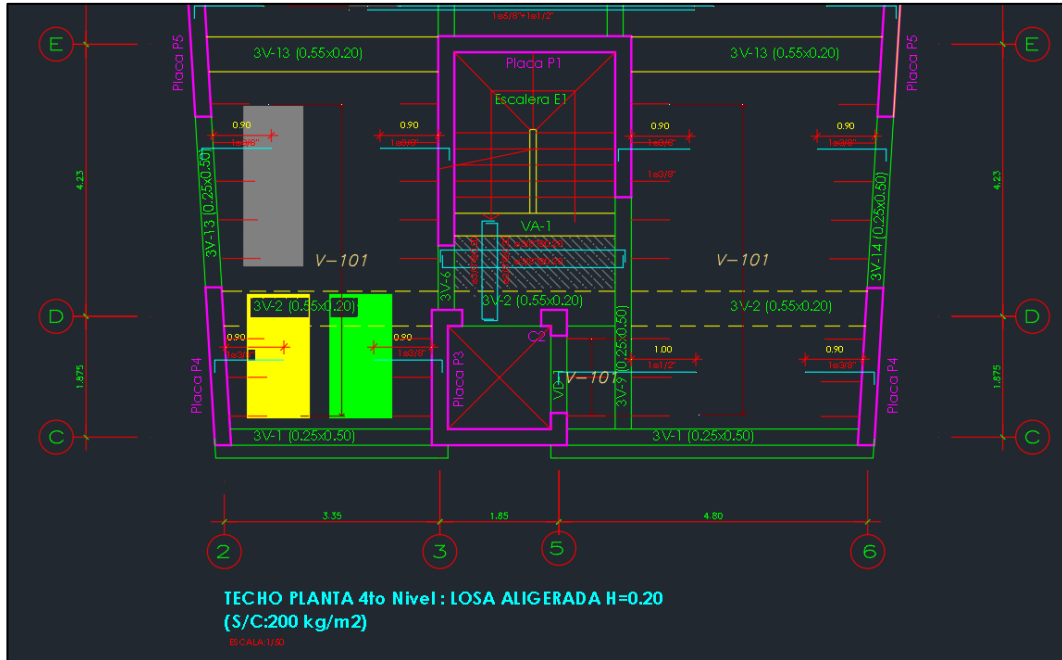


Figura N°47. Punto de acopio de retazos de acero, escombros de bovedillas y de concreto en Techo Planta 4to Nivel durante la Semana 16

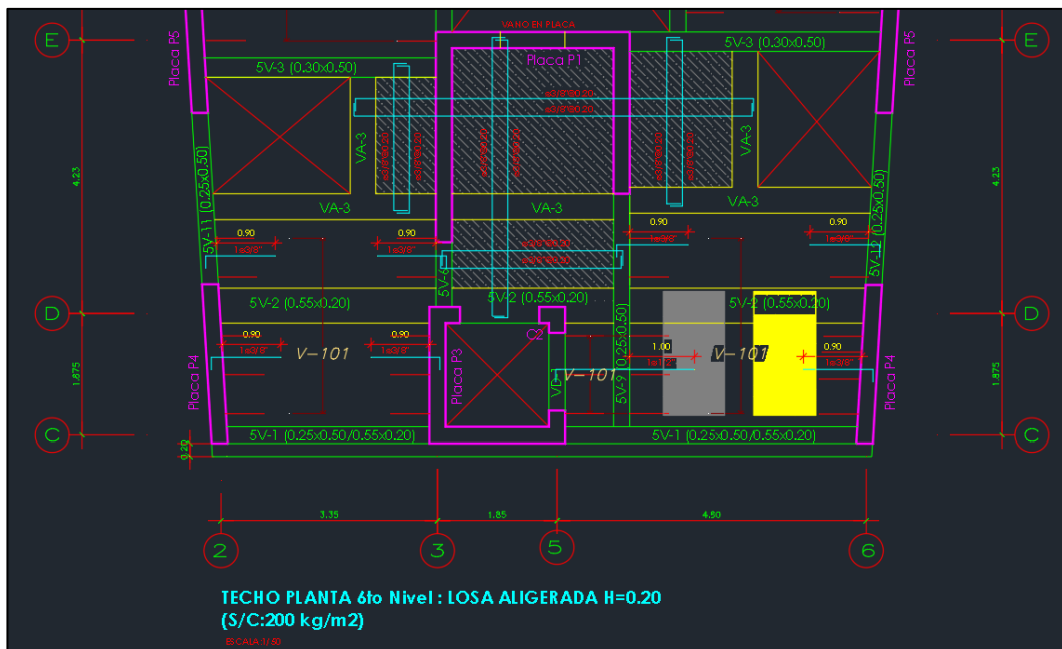


Figura N°48. Punto de acopio de retazos de acero y escombros de bovedillas en Techo Planta 6to Nivel durante la Semana 16

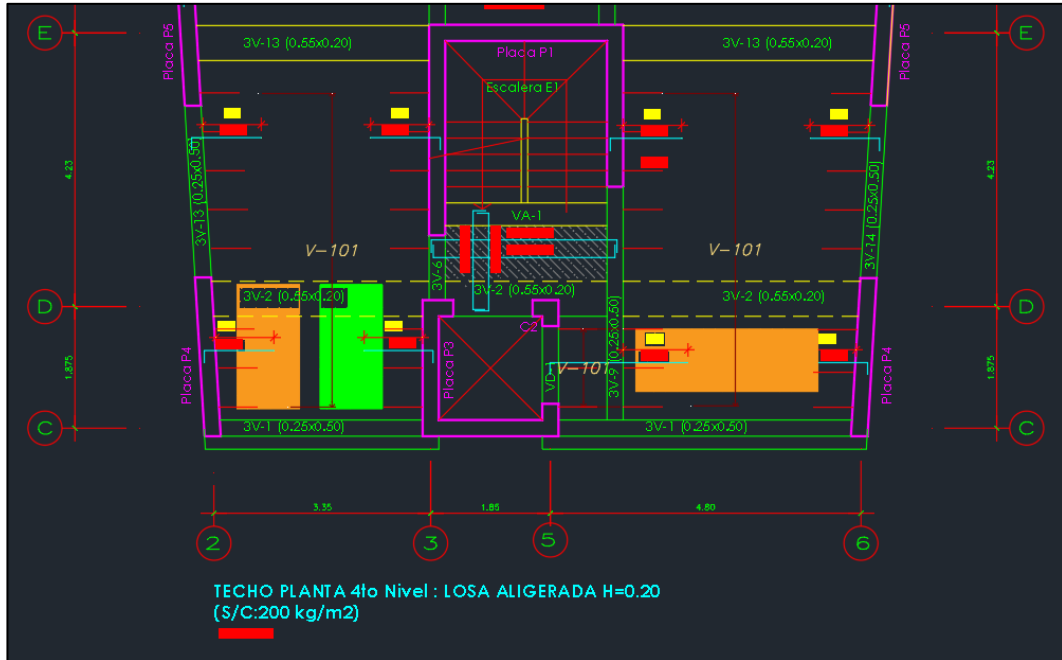


Figura N°49. Punto de acopio de escombros de concreto y de ladrillo sílico calcáreo en Techo Planta 4to Nivel durante la Semana 20

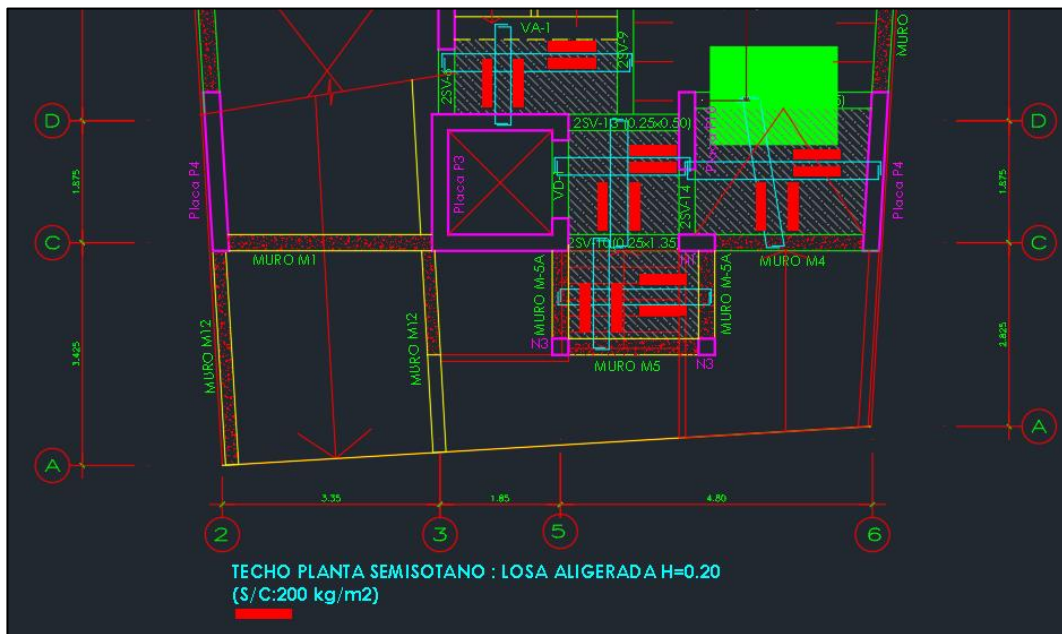


Figura N°50. Punto de acopio de escombros de concreto en Techo Planta Semisótano durante la Semana 20

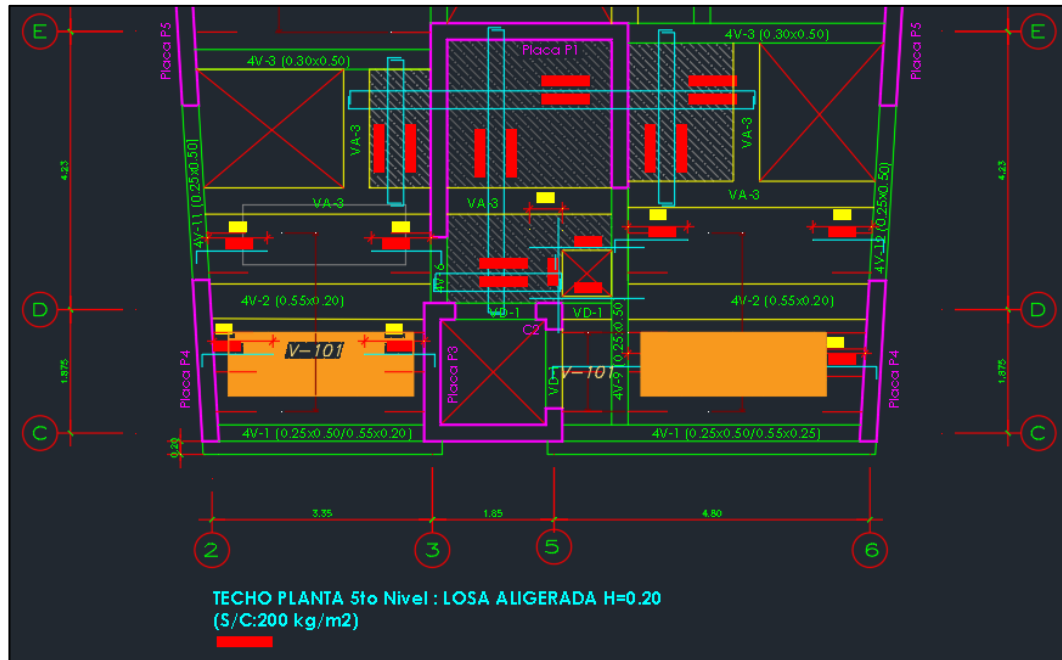


Figura N°51. Punto de acopio de escombros de ladrillo sílico calcáreo en Techo Planta 5to Nivel durante la Semana 26

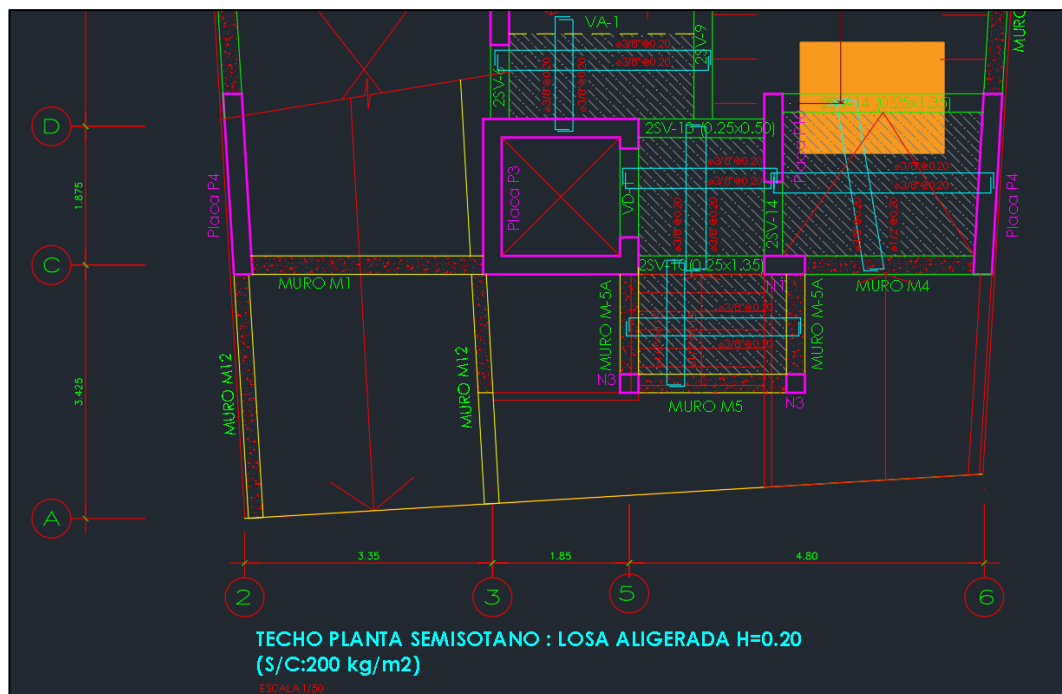


Figura N°52. Punto de acopio de escombros de ladrillo sílico calcáreo en Techo Planta Semisótano durante la Semana 26

Es así como, se puede observar que el punto de acopio de la mayoría de los residuos sólidos abarca la zona comprendida entre los Ejes C-E y Ejes 2-6. Esto se da debido a que dicha zona corresponde a la zona frontal del proyecto y por

allí se realizan las maniobras de traslado a desnivel de material mediante el uso de un winche eléctrico. Asimismo, cabe precisar que, para los retazos de barras de acero de construcción, también se tiene un punto de acopio cercano a la zona de Habilitado y Corte de Acero ubicado entre los Ejes H-J y 1-5' del Techo Planta Semisótano del Proyecto Alba. Además, los residuos de concreto premezclado se ubican en la berma frente al proyecto luego de la culminación de cada vaciado de concreto.

5.4 COSTO DE RECOLECCIÓN Y COLOCACIÓN EN PUNTO DE ACOPIO

Se procede a determinar el costo total que implica el realizar las actividades de recolección y colocación en el punto de acopio de los residuos sólidos generados durante el desarrollo del proyecto.

De esta manera, en primer lugar, se establece el tiempo empleado para realizar la recolección y colocación en el punto de acopio de los residuos sólidos generados. Luego, se determina la cantidad de personas que intervienen en aquello, los cuales vienen a ser personas con cargo de Peón. Posterior a ello, se calcula la cantidad de horas hombre empleadas, la cual se obtiene de la multiplicación del tiempo empleado con la cantidad de personas. Asimismo, cabe mencionar que el cargo de Peón en el proyecto representa un costo de S/ 15.70 por hora hombre. Es así como se puede calcular el costo total en soles de recolección y colocación en el punto de acopio de los residuos sólidos generados a partir de la multiplicación del total de horas hombre empleadas con el costo del Peón en S/. por hora hombre.

En las tablas siguientes se visualiza el costo de recolección y colocación en el punto de acopio por semana y total de cada tipo de residuo sólido generado.

Tabla N°19. Costo por semana de recolección y colocación en el punto de acopio de retazos de barras de acero de construcción

Residuos Sólidos	Retazos de barras de acero de construcción					
	Semana	Cantidad (kg)	Tiempo Empleado (h)	Cuadrilla (# personas)	Horas Hombre (HH)	Rend. (kg / HH)
SEM 10	22.79	0.42	3.00	1.25	18.23	19.63
SEM 11	46.48	0.83	3.00	2.50	18.59	39.25
SEM 12	72.57	1.25	3.00	3.75	19.35	58.88
SEM 13	61.98	1.08	3.00	3.25	19.07	51.03
SEM 14	81.88	1.33	3.00	4.00	20.47	62.80
SEM 15	76.73	1.33	3.00	4.00	19.18	62.80
SEM 16	71.77	1.25	3.00	3.75	19.14	58.88
SEM 17	55.89	1.00	3.00	3.00	18.63	47.10
SEM 18	7.02	0.25	2.00	0.50	14.04	7.85
SEM 19						
SEM 20						
SEM 21						
SEM 22						
SEM 23						
SEM 24						
SEM 25						
SEM 26						
Total				26.00		408.20

Tabla N°20. Costo por semana de recolección y colocación en el punto de acopio de residuos de concreto premezclado

Residuos Sólidos	Residuos de concreto premezclado					
	Semana	Cantidad (kg)	Tiempo Empleado (h)	Cuadrilla (# personas)	Horas Hombre (HH)	Rend. (kg / HH)
SEM 10	600.00	0.33	4.00	1.33	450.00	20.93
SEM 11	1,680.00	0.83	4.00	3.33	504.00	52.33
SEM 12	2,400.00	1.17	4.00	4.67	514.29	73.27
SEM 13	960.00	0.58	4.00	2.33	411.43	36.63
SEM 14	2,280.00	1.08	4.00	4.33	526.15	68.03
SEM 15	2,400.00	1.25	4.00	5.00	480.00	78.50
SEM 16	2,280.00	1.00	4.00	4.00	570.00	62.80
SEM 17	1,680.00	0.58	4.00	2.33	720.00	36.63
SEM 18						
SEM 19						
SEM 20						
SEM 21						
SEM 22						
SEM 23						
SEM 24						
SEM 25						
SEM 26						
Total				27.33		429.13

Tabla N°21. Costo por semana de recolección y colocación en el punto de acopio de escombros de bovedillas

Residuos Sólidos	Escombros de bovedillas						
	Semana	Cantidad (kg)	Tiempo Empleado (h)	Cuadrilla (# personas)	Horas Hombre (HH)	Rend. (kg / HH)	Costo (S/.)
SEM 10							
SEM 11	177.78	1.17	2.00	2.33	76.19	36.63	
SEM 12	177.78	1.25	2.00	2.50	71.11	39.25	
SEM 13							
SEM 14	240.44	1.58	2.00	3.17	75.93	49.72	
SEM 15	171.59	1.25	2.00	2.50	68.64	39.25	
SEM 16	179.27	1.33	2.00	2.67	67.22	41.87	
SEM 17	176.20	1.42	2.00	2.83	62.19	44.48	
SEM 18	62.68	0.67	2.00	1.33	47.01	20.93	
SEM 19							
SEM 20							
SEM 21							
SEM 22							
SEM 23							
SEM 24							
SEM 25							
SEM 26							
Total				17.33		272.13	

Tabla N°22. Costo por semana de recolección y colocación en el punto de acopio de escombros de concreto

Residuos Sólidos	Escombros de concreto						
	Semana	Cantidad (kg)	Tiempo Empleado (h)	Cuadrilla (# personas)	Horas Hombre (HH)	Rend. (kg / HH)	Costo (S/.)
SEM 10							
SEM 11							
SEM 12							
SEM 13							
SEM 14	22.26	0.42	2.00	0.83	26.71	13.08	
SEM 15	177.01	2.25	2.00	4.50	39.34	70.65	
SEM 16	221.00	2.50	2.00	5.00	44.20	78.50	
SEM 17	215.92	2.42	2.00	4.83	44.67	75.88	
SEM 18	160.62	2.33	2.00	4.67	34.42	73.27	
SEM 19	204.15	2.42	2.00	4.83	42.24	75.88	
SEM 20	148.80	2.00	2.00	4.00	37.20	62.80	
SEM 21							
SEM 22							
SEM 23							
SEM 24							
SEM 25							
SEM 26							
Total				28.67		450.07	

Tabla N°23. Costo por semana de recolección y colocación en el punto de acopio de escombros de ladrillo sílico calcáreo

Residuos Sólidos	Escombros de ladrillo sílico calcáreo						
	Semana	Cantidad (kg)	Tiempo Empleado (h)	Cuadrilla (# personas)	Horas Hombre (HH)	Rend. (kg / HH)	Costo (S/.)
SEM 10							
SEM 11							
SEM 12							
SEM 13							
SEM 14							
SEM 15							
SEM 16							
SEM 17	2,115.75	3.33	2.00	6.67	317.36	104.67	
SEM 18	3,677.38	4.33	2.00	8.67	424.31	136.07	
SEM 19	3,828.50	4.67	2.00	9.33	410.20	146.53	
SEM 20	3,601.81	4.50	2.00	9.00	400.20	141.30	
SEM 21	3,551.44	4.42	2.00	8.83	402.05	138.68	
SEM 22	2,518.75	3.83	2.00	7.67	328.53	120.37	
SEM 23	2,871.38	4.08	2.00	8.17	351.60	128.22	
SEM 24	2,418.00	3.83	2.00	7.67	315.39	120.37	
SEM 25	1,561.63	3.00	2.00	6.00	260.27	94.20	
SEM 26	906.75	1.08	2.00	2.17	418.50	34.02	
Total				74.17		1,164.42	

Tabla N°24. Costo total por semana de recolección y colocación en el punto de acopio de los residuos sólidos generados

Residuos Sólidos		
Semana	Horas Hombre (HH)	Costo (S/.)
SEM 10	2.58	40.56
SEM 11	8.17	128.22
SEM 12	10.92	171.39
SEM 13	5.58	87.66
SEM 14	12.33	193.63
SEM 15	16.00	251.20
SEM 16	15.42	242.04
SEM 17	19.67	308.77
SEM 18	15.17	238.12
SEM 19	14.17	222.42
SEM 20	13.00	204.10
SEM 21	8.83	138.68
SEM 22	7.67	120.37
SEM 23	8.17	128.22
SEM 24	7.67	120.37
SEM 25	6.00	94.20
SEM 26	2.17	34.02
Total	173.50	2,723.95

En la tabla N°24, se observa que el costo total de recolección y colocación en el punto de acopio de los residuos sólidos generados y analizados representa un valor de S/. 2723.95.

5.5 COSTO DE TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

El transporte y disposición final de residuos sólidos se puede efectuar a través de volquetes de transporte de desmote o bien mediante el uso de contenedores ecológicos. El primero consiste en el uso de volquetes de 10 m³ para el transporte de residuos sólidos desde el proyecto hasta un relleno sanitario, lo cual es lo más habitual. Este servicio representa un costo de S/. 350 incluido I.G.V. lo cual implica un costo de S/35 por m³.

La segunda opción viene a ser el uso de contenedores ecológicos, el cual es un servicio de gran relevancia para una adecuada gestión de los residuos sólidos generados en edificios multifamiliares y será la opción propuesta. Este servicio consiste en la colocación de contenedores tipo CR II (Ver Figura N°53) en el proyecto, los cuales tienen una capacidad de 8m³ con sobrecarga.

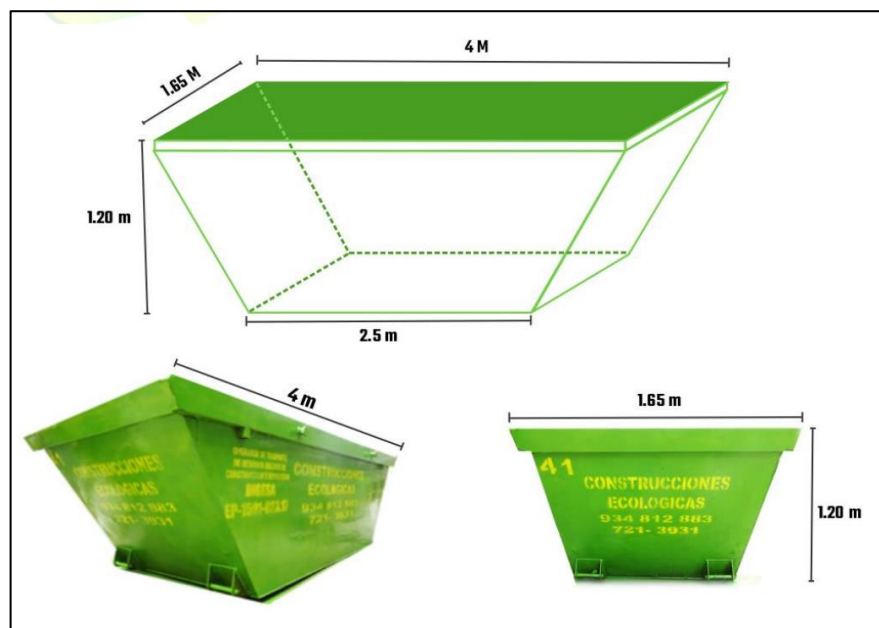


Figura N°53. Dimensiones del contenedor tipo CR II

Fuente: Ficha técnica detallada de contenedores ecológicos – Construcciones Ecológicas (2022)

Posterior a ello, se procede al retiro y transporte de dicho contenedor ecológico. Asimismo, este servicio contempla un proceso de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos transportados, de lo cual emiten un reporte de la cantidad de residuos sólidos aprovechados y la cantidad que fueron destinados a un relleno sanitario autorizado

El servicio previamente descrito representa un costo de S/. 554.60 incluido I.G.V. por cada contenedor ecológico transportado, lo cual implica un costo de S/. 69.325 por m³.

De esta manera, en la Tabla N°25, se visualiza en cuáles semanas se requiere realizar los servicios de transporte de residuos del proyecto según cada servicio explicado.

Tabla N°25. Semanas que requieren servicio de transporte de residuos sólidos

Semana	Volumen (m3)	Volumen Acumulado (m3)	Servicio de volquete	Servicio de Contenedor Ecológico
SEM 10	0.25	0.25		
SEM 11	1.00	1.25		
SEM 12	1.30	2.56		
SEM 13	0.41	2.97		
SEM 14	1.43	4.39		
SEM 15	1.86	6.25		
SEM 16	1.93	8.18		
SEM 17	4.02	12.20		
SEM 18	4.85	17.05		
SEM 19	4.94	21.99		
SEM 20	4.51	26.50		
SEM 21	3.97	30.47		
SEM 22	2.81	33.28		
SEM 23	3.21	36.49		
SEM 24	2.70	39.19		
SEM 25	1.74	40.93		
SEM 26	1.01	41.94		

Es así como, en la Tabla N°26, se muestra el costo comparativo entre ambos servicios durante las semanas que se generan los residuos sólidos analizados.

Tabla N°26. Costo de cada servicio de transporte y disposición final de residuos sólidos

Servicio	Cantidad de servicios	Costo parcial	Costo Total
Servicio de volquete	4.00	S/ 350.00	S/ 1,400.00
Servicio de Contenedor Ecológico	5.00	S/ 554.60	S/ 2,773.00
		Diferencia	S/ 1,373.00

Se obtiene que el costo del servicio de contenedores ecológicos es de S/. 2773.00, lo cual difiere en S/. 1373.00 con respecto al servicio de transporte habitual mediante volquetes.

Finalmente, del Subcapítulo 5.4, se conoce el costo de recolección y colocación en punto de acopio de los residuos sólidos analizados desde la semana 10 hasta la semana 26, así como el respectivo costo de transporte y disposición final del servicio de contenedores ecológicos. (Ver Tabla N°27).

Tabla N°27. Costo total desde recolección hasta disposición final de residuos sólidos

Fase	Costo
Recolección y Colocación en Punto de Acopio	S/ 2,723.95
Servicio de Contenedores Ecológicos	S/ 2,773.00
Total	S/ 5,496.95

De esta forma, el costo total desde la recolección hasta la disposición final de los residuos sólidos generados y analizados haciendo uso del servicio de contenedores ecológicos desde la semana 10 hasta la semana 26 del Proyecto Alba es de S/. 5496.95 incluido I.G.V.

CONCLUSIONES

- El análisis realizado sobre la gestión de residuos sólidos generados durante la construcción del Edificio Multifamiliar Alba permite determinar cuáles y en qué cantidad son los residuos sólidos generados, así como medir el nivel de impacto ambiental, social y económico negativo o positivo que representan mediante una metodología de valoración cualitativa como es el método de Conesa y la cuantificación de la huella de carbono generada. Todo esto, con la finalidad de identificar las mejores oportunidades para minimizar el impacto total negativo, maximizar el reaprovechamiento de los residuos sólidos y reducir la huella de carbono. De esta manera, se logró validar la hipótesis general.
- Luego de efectuar la metodología propuesta de cuantificación según cada tipo de residuo sólido identificado, la cual implica una segregación de estos en su respectivo punto de acopio y la realización de su pesaje diario y cálculo de su volumen, se visualiza que los escombros de ladrillo sílico calcáreo son el tipo de residuo sólido con el mayor pesaje (27 051.38 kg) y con el mayor volumen (30.21 m³), lo cual se alinea con lo estipulado por Bazán (2018) donde se obtiene que el residuo sólido predominante luego de la cuantificación fue el escombros. En ese sentido, se pudo validar la primera hipótesis específica ya que sí fue posible cuantificar en campo los residuos.
- El uso de una metodología de Valoración Cualitativa de Impactos mediante una matriz de importancia facilita en gran manera la identificación del nivel de impacto de los residuos sólidos generados a través del cálculo de su grado de importancia. En ese sentido, se visualiza que todos los residuos sólidos generan un impacto ambiental de naturaleza negativa, destacando los retazos de barras de acero de construcción con un grado de importancia ambiental de -103. Asimismo, se observa que el impacto social de todos los residuos sólidos también es de naturaleza negativa, donde resaltan los escombros de ladrillo sílico calcáreo con un grado de importancia social de -77. Con respecto al impacto económico, este resulta ser positivo para todos los residuos sólidos, siendo los retazos de barras de acero de construcción, los que presentan el mayor grado de importancia social con un valor de 62. De esta manera, se determina el grado de importancia de impacto total de los residuos sólidos, el cual resulta ser negativo para cada residuo. Es así como se obtiene que los residuos sólidos más incidentes resultan ser los escombros de ladrillo sílico

calcáreo, escombros de bovedillas y escombros de concreto con valores de -134, -132 y -132 respectivamente.

- El cálculo de la huella de carbono asociada a cada uno de los residuos sólidos permite identificar de manera certera cuáles son los tipos de residuos sólidos generados que más contaminan al medio ambiente. De esta forma, se obtiene que la huella de carbono total en el proyecto Alba desde la Semana 10 hasta la Semana 26 es de 10 262.85 kg Co₂ equivalente, donde aproximadamente el 80% de aquella es generada por los siguientes residuos sólidos: escombros de ladrillo sílico calcáreo, residuos de concreto premezclado y los retazos de barras de acero de construcción. De esta manera, complementando con el punto anterior, se logra validar la segunda hipótesis específica, debido a que sí había residuos sólidos de gran impacto y se pudieron identificar.
- Tomando en consideración tanto la valoración cuantitativa de los impactos como el cálculo de la huella de carbono, se concluye que los residuos sólidos generados durante la construcción del Proyecto Alba de mayor incidencia vienen a ser los escombros de ladrillo sílico calcáreo, escombros de bovedillas, escombros de concreto, residuos de concreto premezclado y los retazos de barras de acero de construcción.
- A partir de las alternativas de reciclaje y reutilización propuestas de los residuos sólidos de mayor incidencia, se puede lograr reciclar y/o reutilizar alrededor del 73.83% de dichos residuos, valor que se alinea al porcentaje obtenido por Muñoz et al. (2019), el cual llega a más del 50%. Esto implica también una importante reducción de la Huella de Carbono de 6 639.131 kg Co₂ equivalente, lo cual simboliza una reducción del 77.95%. De esta manera, se valida la tercera hipótesis específica, que planteaba que al menos se podría reciclar un 70% de los residuos sólidos.
- La implementación y elaboración de un cronograma Look Ahead de residuos sólidos y huella de carbono es una herramienta de suma relevancia para la gestión de estos debido a que permite tener una mejor visión, control y seguimiento de los tipos y cantidad de residuos sólidos generados por cada actividad de manera diaria, semanal y acumulada, a la par que permite determinar de una manera certera y eficaz la huella de carbono asociada a la construcción del edificio multifamiliar.
- La recolección y colocación de los residuos sólidos en su respectivo punto de acopio designado para cada residuo es una actividad fundamental durante la

construcción de edificios multifamiliares porque representa la fase inicial del proceso de gestión de los residuos sólidos. Esta actividad en el Proyecto Alba, tomando en consideración los residuos más incidentes, representa un costo de S/. 2723.95.

- La contratación del servicio de contenedores ecológicos es una opción muy viable y adecuada para el respectivo transporte y disposición final de residuos sólidos y si bien, esta actividad en el Proyecto Alba tiene un costo de S/ 2773.00 y difiere en S/. 1373.00 con respecto al servicio tradicional de volquetes, dicho servicio considera el reaprovechamiento de los residuos sólidos generados durante la construcción del edificio multifamiliar antes de llevarlos a un relleno sanitario, lo cual es de suma importancia para el cuidado del planeta.
- La propuesta de solución para minimizar el impacto ambiental, social y económico negativo, maximizar el porcentaje de reaprovechamiento de los residuos sólidos generados y reducir la huella de carbono asociada de los residuos sólidos de mayor incidencia generados durante la construcción del Edificio Multifamiliar Alba desde su recolección hasta su disposición final haciendo uso del servicio de contenedores ecológicos desde la semana 10 hasta la semana 26 presenta un costo total de S/. 5496.95.

RECOMENDACIONES

- Debido al incremento de construcciones de Edificios Multifamiliares en el distrito de Pueblo Libre, se recomienda la aplicación del presente análisis de la gestión de residuos sólidos en dichas construcciones o en otros tipos de proyectos afines.
- Se debe investigar más alternativas y/o soluciones viables para reducir el costo de la solución de reciclaje planteada, ya que uno de los objetivos primordiales a nivel mundial es el cuidado del planeta, aunque este implique un sobre costo adicional.
- Realizar capacitaciones sobre gestión ambiental a los obreros para que adquieran conocimiento acerca de cómo segregar los residuos sólidos generados, así como establecer herramientas de control y seguimiento para que realicen dicha actividad de manera diaria, maximizando el porcentaje de reciclaje y/o reutilización de los residuos sólidos en obra.
- Con fines de reducir el alcance de la investigación, no se han analizado todos los tipos de residuos sólidos encontrados en el proyecto ya que solo se han analizado los de mayor importancia e incidencia. Asimismo, no se han tomado en cuenta los residuos sólidos generados durante las fases iniciales como el Movimiento de Tierras y Construcción de obras provisionales. Por lo cual, en futuros trabajos de investigación, deberían analizarse residuos sólidos provenientes de dichas fases iniciales y residuos como: retazos de madera y/o fenólico, retazos de tuberías eléctricas y sanitarias, entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Aceros Arequipa. (2020). *Gestión de Medio Ambiente*. <https://www.acerosarequipa.com/gestion-de-medio-ambiente>
- [2] Bazán, I. (2018). *Caracterización de residuos de construcción de Lima y Callao (Estudio de caso)*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional de la PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/10189>
- [3] Blas, J. (2019). *Propuesta de Gestión para el aprovechamiento de residuos de construcción y demolición procedentes de las obras públicas y privadas ejecutadas en el Callejón de Huaylas-2016*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio Institucional UNASAM. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3277>
- [4] Bravo, F. (2010). *Reciclado y reutilizo de Residuos de Construcción y Demolición, una herramienta para el desarrollo económico local*. <http://www.ideassonline.org/public/pdf/RCDDocumentEsp.pdf>
- [5] British Broadcasting Corporation (2011). *Se acelera el consumo de los recursos naturales*. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/05/110513_verde_recursos_naturales_lh
- [6] Castaño, J., Rodríguez, R., Lasso, L., Cabrera., A & Ocampo, M. (2013). *Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes*. *Tecnura*, 17(38), 121-129. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2013.4.a09>
- [7] Construcciones Ecológicas (2022). *Ficha técnica detallada de contenedores ecológicos*.
- [8] Chucos, A. (2020). *Impacto ambiental del manejo de residuos sólidos del botadero "El Porvenir"- El Tambo*. [Tesis de bachiller, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8794/4/IV_FIN_107_TI_Chucos_Palomino_2020.pdf
- [9] Conesa, V. (2011). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa.
- [10] Dirección General de Salud Ambiental. (2006). *Gestión de residuos peligrosos del Perú*.
- [11] EsImpact. (2021). *Impacto Social*. <https://www.esimpact.org/impacto-social/>

- [12] Espíndola, C. y Valderrama, J. (2012). Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas. *Información Tecnológica*, 23(1), 163-176. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642012000100017>
- [13] EUROINNOVA (2022). *¿Qué es un impacto económico de un proyecto?* <https://www.euroinnova.pe/blog/que-es-un-impacto-economico-de-un-proyecto>
- [14] Gobierno de La Rioja. (2016). *Evaluación de Impacto Ambiental*. <https://www.larioja.org/medio-ambiente/es/prevencion-control-ambiental/evaluacion-impacto-ambiental>
- [15] Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña. (2022). *Banco Estructurado de Datos de Elementos Constructivos*. <https://itec.es/metabase/productos-sostenibles/m/m/m/>
- [16] International Association for Impact Assessment. (2015). *Evaluación de Impacto Social: Lineamientos para la evaluación y gestión de impactos sociales de proyectos*. <https://www.iaia.org/pdf/Evaluacion-Impacto-Social-Lineamientos.pdf>
- [17] Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos Decreto Legislativo N° 1278 (2016). *Diario Oficial El Peruano*, 13907, de 23 de diciembre de 2016, 607472-607488.
- [18] Mercader, M., Ramírez, A. y Olivares, M. (2012). Modelo de cuantificación de las emisiones de CO₂ producidas en edificación derivadas de los recursos materiales consumidos en su ejecución. *Informes de la Construcción*, 64(527), 401-414. <https://doi.org/10.3989/ic.10.082>
- [19] Ministerio del Ambiente. (2009). *Decreto Supremo N°019-2009-MINAM del 25 de setiembre de 2009. Por lo cual se expide el Reglamento de la Ley N°27466, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental*.
- [20] Ministerio del Ambiente. (2016). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016 – 2024*.
- [21] Ministerio del Ambiente. (2017). *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo*.
- [22] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016a). *Decreto Supremo N°019-2016-VIVIENDA del 21 de octubre de 2016. Por lo cual se modifica el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición, aprobado por Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA*.

- [23] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016b). *Norma Técnica G.040 Definiciones*.
- [24] Munizaga, J. (2016). *Metodología para la evaluación integral de sistemas de gestión de residuos domésticos*. [Tesis doctoral, Universidad de Cantabria]. Repositorio Institucional de la Universidad de Cantabria. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/8431/Tesis%20JAMP.pdf?sequence=1>
- [25] Muñoz, C., Marrero, M., Rivero, C., y Cereceda, G. (2019). Urbanización de viviendas y gestión ecoeficiente de residuos de construcción en Chile: aplicación del modelo español. *Ambiente Construido*, 19(3), 275-294. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212019000300338>
- [26] Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014a). *Fiscalización ambiental en residuos sólidos en gestión municipal 2013-2014*.
- [27] Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014b). *La fiscalización ambiental en Residuos Sólidos*.
- [28] Organización Internacional de Normalización. (2006). *Gestión Ambiental – Análisis de ciclo de vida – Principios y marco de referencia* (ISO 14040:2006).
- [29] Rivera, G y Molina, J. (2006). *Medición del Impacto económico de una empresa minera en su entorno como herramienta de gestión. Caso de estudio Frontino Gold Mines Limited, en la región de Segovia y Remedios, Antioquía*. *Gestión y Ambiente*, 9(1), 39-48. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169421183003>
- [30] Rodríguez-Eugenio, N., McLaughlin, M. y Pennock, D. (2019). *La contaminación del suelo: Una realidad oculta*. Roma, FAO. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/i9183es/>
- [31] Rosales, S. (2021). En Pueblo Libre empezarían a construirse al menos 12 proyectos multifamiliares este año. *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/en-pueblo-libre-empezarian-a-construirse-al-menos-12-proyectos-multifamiliares-este-ano-noticia/?ref=gesr>
- [32] Sistema Nacional de Información Ambiental. (2019). *Emisiones de dióxido de carbono equivalente*. <https://sinia.minam.gob.pe/indicadores/emisiones-dioxido-carbono-equivalente>
- [33] Suárez-Silgado, S. (2016). *Propuesta metodológica para evaluar el comportamiento ambiental y económico de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la producción de materiales pétreos*. [Tesis doctoral,

- Universidad Politécnica de Cataluña]. UPCommons.
<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/96103>
- [34] Suárez-Silgado, S., Molina, J., Mahecha, L. y Calderón, L. (2018). Diagnóstico y propuesta para la gestión de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Ibagué (Colombia). *Gestión y Ambiente*, 21(1), 9-21.
<https://doi.org/10.15446/ga.v21n1.69637>
- [35] Tinsa. (2022). *Residential Market Overview – Perú Tercer Trimestre 2022*.
- [36] Universidad de Bath (2008). *Inventory of Carbon & Energy (ICE)*.
<https://perigordvacance.typepad.com/files/inventoryofcarbonandenergy.pdf>
- [37] Velez, V. y Contreras, C. (2021). Modelo de evaluación en la intervención de espacios comerciales, bajo criterios de construcción sustentable. *Diseño, Arte y Arquitectura*, 1(10), 69-110. <https://doi.org/10.33324/daya.v1i10.379>
- [38] Vega, E. (2021). Crecimiento inmobiliario vertical de Lima muestra comportamientos diferenciados. *El Comercio*.
<https://elcomercio.pe/economia/negocios/crecimiento-inmobiliario-vertical-de-lima-muestra-comportamientos-diferenciados-mercado-inmobiliario-capeco-tinsa-ncze-noticia/?ref=ecr>

ANEXOS

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RETAZOS DE BARRAS DE CONSTRUCCIÓN DE ACERO



RETAZOS DE FENÓLICO Y MADERA



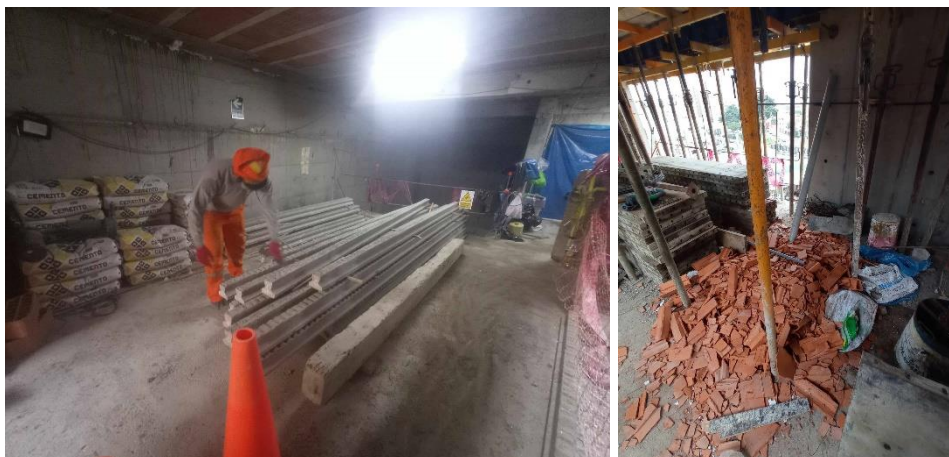
TECNOPOR



ALAMBRE



ESCOMBRO DE VIGUETAS PRETENSADAS Y BOVEDILLAS



RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO



ESCOMBRO DE CONCRETO Y MORTERO



RETAZOS DE TUBERÍAS ELÉCTRICAS



RETAZOS DE TUBERÍAS DE GAS PE AL PE Y CAJAS DE CARTÓN DE ACCESORIOS



ESCOMBROS DE LADRILLO SÍLICO CALCÁREO



RETAZOS DE TUBERÍAS SANITARIAS DE POLIFUSIÓN Y PVC



RETAZOS DE PIEZAS DE CERÁMICO Y PORCELANATO

