

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TEMA:**

**ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y  
DEMOLICIÓN EN GUAYAQUIL: PROPUESTA PARA  
REDUCCIÓN, USO Y MITIGACIÓN DE SU IMPACTO**

**AUTOR:**

**DE SANTIS AGUIRRE, JUAN ANDRÉS**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de  
INGENIERO CIVIL**

**TUTOR:**

**MURILLO BUSTAMANTE, ROBERTO MIGUEL**

**Guayaquil, Ecuador**

**9 de marzo del 2018**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **De Santis Aguirre, Juan Andrés**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil**.

### **TUTOR**

f. \_\_\_\_\_  
**Ing. Murillo Bustamante, Roberto Miguel**

### **DIRECTORA DE LA CARRERA**

f. \_\_\_\_\_  
**Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther**

**Guayaquil, a los 9 días del mes de marzo del año 2018**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **De Santis Aguirre, Juan Andrés**

### **DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación, **Análisis de los residuos de construcción y demolición en Guayaquil: Propuesta para reducción, uso y mitigación de su impacto** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 9 días del mes de marzo del año 2018**

**EL AUTOR**

f. \_\_\_\_\_  
**De Santis Aguirre, Juan Andrés**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

## **AUTORIZACIÓN**

Yo, **De Santis Aguirre, Juan Andrés**

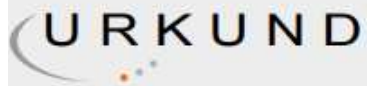
Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Análisis de los residuos de construcción y demolición en Guayaquil: Propuesta para reducción, uso y mitigación de su impacto**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 9 días del mes de marzo del año 2018**

**EL AUTOR:**

f. \_\_\_\_\_  
**De Santis Aguirre, Juan Andrés**

# REPORTE URKUND



## Urkund Analysis Result

<b>Analysed Document:</b>	Trabajo de Titulo Juan De Santis.docx (D35960976)
<b>Submitted:</b>	2/27/2018 2:02:00 PM
<b>Submitted By:</b>	claglas@hotmail.com
<b>Significance:</b>	6 %

Sources included in the report:

TesisPAldas2015ABRIL03.pdf (D14048718)

Instances where selected sources appear:

60

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por las bendiciones recibidas, a mis padres, por su apoyo incondicional, guía y esfuerzo para que yo pueda culminar con éxito mis estudios, a mis hermanos, quienes siempre estuvieron conmigo brindándome su ayuda durante todo este proceso.

A mi tutor, el Ingeniero Roberto Murillo, por todo su apoyo y guía que fue fundamental para poder hacer realidad este trabajo.

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo a mi familia, quienes siempre estuvieron conmigo, y me dieron el apoyo necesario para lograr este objetivo.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**ING. ROBERTO MIGUEL MURILLO BUSTAMANTE**  
TUTOR

f. \_\_\_\_\_

**ING. STEFANY ALCÍVAR BASTIDAS**  
DIRECTORA DE LA CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**ING. NANCY VARELA TERREROS**  
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**ING. GILBERTO MARTÍNEZ REHPANI**  
OPONENTE



# ÍNDICE

<b>1) INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>2) PROBLEMÁTICA Y OBJETO DE ESTUDIO</b> .....	4
<b>3) OBJETIVOS</b> .....	6
a) GENERALES .....	6
b) PARTICULARES.....	6
<b>4) MARCO TEORICO</b> .....	7
a) EL MANEJO DE ESCOMBROS Y RESTOS DE CONSTRUCCIÓN ..7	
b) FASES Y PROCESOS DE LA GENERACIÓN DE ESCOMBROS Y RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN .....	17
i) PLANIFICACION .....	18
ii) GENERACIÓN.....	21
iii) ALMACENAMIENTO TEMPORAL EN OBRA .....	26
iv) TRANSPORTE .....	26
v) APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VALORIZABLES.....	27
c) DISPOSICIÓN FINAL.....	29
<b>5) ANÁLISIS DEL MERCADO</b> .....	31
a) ORDENANZA MUNICIPAL QUE NORMA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN DE LOS ESCOMBROS GENERADOS POR LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE EDIFICACIONES E INFRAESTRUCTURA.....	31
b) METODOLOGÍA A UTILIZAR .....	42
c) ANÁLISIS DEL SECTOR DE VIVIENDA EN GUAYAQUIL.....	53
d) ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR LOS CONSTRUCTORES.....	63
i) POBLACIÓN Y MUESTRA .....	63
ii) ENCUESTA TIPO.....	66
e) RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA ENCUESTA REALIZADA.....	69
<b>6) ANALISIS DE UN CASO DE ESTUDIO</b> .....	81
a) DATOS DEL PROYECTO.....	81
b) ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN .....	89
c) OBTENCIÓN DE INDICADORES .....	103
d) ANÁLISIS Y DATOS DEL MERCADO DE ESCOMBROS Y RESTOS DE CONSTRUCCIÓN EN GUAYAQUIL .....	104
e) PROPUESTA PARA REDUCCIÓN, USO Y MITIGACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN .....	106

<b>7) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>108</b>
<b>8) REFERENCIAS .....</b>	<b>110</b>
<b>9) ANEXOS .....</b>	<b>114</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materias primas usadas en el sector de la construcción.....	9
Tabla 2. Composición de los residuos de construcción y demolición .....	10
Tabla 3. Generación de escombros de construcción en Costa Rica.....	11
Tabla 4. Listado de Residuos, Capítulo 17 – Residuos de la construcción y demolición.....	49
Tabla 5. Composición de residuos de construcción y demolición (%) .....	51
Tabla 6. Densidades de los materiales .....	52
Tabla 7. Permisos de construcción desde los años 2012 a 2016 en Guayaquil.....	54
Tabla 8. Uso de edificaciones según permisos de construcción año 2016 en Guayaquil.....	55
Tabla 9. Distribución de viviendas proyectas en el año 2016 .....	57
Tabla 10. Superficie de construcción desde los años 2012 hasta 2016 en Guayaquil.....	59
Tabla 11. Información usada para la aplicación de regresión múltiple.....	62
Tabla 12. Resultados del análisis mediante regresión múltiple .....	62
Tabla 13. Residuos de construcción generados de bloques de hormigón....	91
Tabla 14. Dosificación usada para el total de m <sup>3</sup> de vigas de cubierta en obra.....	93
Tabla 15. Dosificación usada en obra para vigas de cubierta por m <sup>3</sup> de hormigón.....	93
Tabla 16. Dosificación estándar para hormigón f'c=240kg/cm <sup>2</sup> , por volumen aparente.....	94
Tabla 17. Dosificación estándar por m <sup>3</sup> de hormigón.....	94
Tabla 18. Cantidad de materiales para el total de m <sup>3</sup> de hormigón de vigas de cubierta de acuerdo con la dosificación estándar .....	95
Tabla 19. Pesos específicos de materiales usados en la fabricación de hormigón.....	95
Tabla 20. Cantidades totales de materiales en Kg, para el total de m <sup>3</sup> de vigas de cubierta de hormigón usados en obra .....	95

Tabla 21. Cantidades totales de materiales en Kg, para el total de m <sup>3</sup> de vigas de cubierta de hormigón de acuerdo con la dosificación estándar .....	96
Tabla 22. Desperdicio Total en Kg, de materiales para la elaboración de hormigón f'c=240 kg/cm <sup>2</sup> , para el total de m <sup>3</sup> de vigas de cubierta .....	96
Tabla 23. Transformación de unidades del proyecto a unidades de residuos .....	97
Tabla 24. Residuos estimados para el proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul .....	102
Tabla 25. Residuos estimados y residuos recogidos para el proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul .....	102
Tabla 26. Tasa de generación específica de residuos sólidos, para el proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul.....	104
Tabla 27. Tasa de generación específica de residuos sólidos, sin considerar desperdicios de excavación y limpieza, para el proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul .....	104
Tabla 28. Residuos generados en la ciudad de Guayaquil desde el año 2012 al año 2016, aplicando los indicadores .....	105
Tabla 29. Proyección de residuos generados en la ciudad de Guayaquil, aplicando los indicadores.....	105
Tabla 30. Porcentajes de residuos de materiales de construcción, Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición de la Comunidad de Madrid, España.....	116
Tabla 31. Porcentajes de residuos de materiales de construcción, Inglaterra .....	117
Tabla 32. Porcentajes de residuos de materiales de construcción, Sao Pablo, Brasil.....	117
Tabla 33. Porcentajes de residuos de materiales de construcción, Porto Alegre, Brasil.....	118
Tabla 34. Porcentajes de residuos de materiales de construcción, Chile ...	118
Tabla 35. Porcentajes de residuos de materiales de construcción, Ecuador .....	119
Tabla 36. Cálculos de residuos Proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul .....	120

Tabla 37. Cálculos de residuos Proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul .....	121
Tabla 38. Cálculos de residuos Proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul .....	122
Tabla 39. Cálculos de residuos Proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul .....	123
Tabla 40. Cálculos de residuos Proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul .....	124
Tabla 41. Cálculos de residuos Proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul .....	125
Tabla 42. Cálculos de residuos Proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul .....	126

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. El sector Tres Bocas, en la vía Perimetral, es uno de los puntos usados para dejar escombros de construcción.....	7
Ilustración 2. Estimación de la caracterización de los residuos de construcción y demolición.....	8
Ilustración 3. Clasificación de los residuos de construcción y demolición.....	12
Ilustración 4. Formas de Manejo integral propuestas para los residuos de construcción y demolición, etapa dentro de la obra.....	20
Ilustración 5. Formas de Manejo integral propuestas para los residuos de construcción y demolición, etapa fuera de la obra.....	20
Ilustración 6. Estimación del ciclo de vida de material de excavación en México.....	22
Ilustración 7. Maquinaria realizando limpieza de escombros, luego del terremoto de abril del 2016 en Ecuador.....	25
Ilustración 8. Vista panorámica del relleno sanitario “Las Iguanas”.....	31
Ilustración 9. Técnicas de recogida de información y soportes.....	46
Ilustración 10. Permisos de construcción en el año 2016 y 2015 en Guayas.....	53
Ilustración 11. Permisos de construcción en el año 2016 y 2015 en Guayaquil.....	54
Ilustración 12. Gráfica permisos de construcción desde los años 2012 a 2016 en Guayaquil.....	55
Ilustración 13. Gráfica exponencial permisos de construcción desde los años 2012 a 2016 en Guayaquil.....	55
Ilustración 14. Gráfica Uso de edificaciones según permisos de construcción año 2016 en Guayaquil.....	56
Ilustración 15. Gráfica Distribución de viviendas proyectas en el año 2016.....	57
Ilustración 16. Gráfica Distribución de viviendas proyectas en el año 2016 en la Provincia del Guayas.....	58
Ilustración 17. Superficie de construcción en el año 2016 en la Provincia del Guayas.....	58

Ilustración 18. Superficie de construcción en el año 2016 en la ciudad de Guayaquil.....	59
Ilustración 19. Gráfica superficie de construcción desde los años 2012 hasta 2016 en Guayaquil.....	60
Ilustración 20. Gráfica exponencial superficie de construcción desde los años 2012 hasta 2016 en Guayaquil.....	60
Ilustración 21. Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, primera pregunta (¿Conoce sobre los residuos de construcción y demolición valorizables?).....	70
Ilustración 22. Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, segunda pregunta (¿Ha realizado usted o su empresa algún tipo de clasificación en obra de los residuos de construcción o demolición, para los residuos valorizables y peligrosos, antes de proceder a la disposición final de los mismos?).....	71
Ilustración 23. Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, tercera pregunta (¿Cuenta usted o su empresa, al momento de una construcción o demolición, con áreas para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos y no peligrosos?).....	72
Ilustración 24. Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, cuarta pregunta (¿Conoce los lugares autorizados en Guayaquil para disposición final de escombros y residuos no valorizables y usted o su empresa hacen usos de ellos?).....	73
Ilustración 25. Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, quinta pregunta (¿Conoce las ordenanzas municipales que norma el manejo y disposición de los escombros generados por las construcciones y demoliciones en la ciudad de Guayaquil?).....	74
Ilustración 26. Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, sexta pregunta (¿Maneja usted o su empresa algún plan de acción o metodología para el manejo de los residuos de construcción o demolición antes de su generación?).....	75
Ilustración 27. Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, séptima pregunta (¿Cuenta usted o su empresa con alguna metodología para estimar el volumen de los residuos de construcción o demolición que se generarán en el proyecto antes de su ejecución?).....	76

Ilustración 28. Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, octava pregunta (¿Ha utilizado usted o su empresa materiales reciclados en la construcción de una obra?).....	77
Ilustración 29. Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, novena pregunta (¿Ha realizado usted o su empresa alguna práctica que permita la reducción y mitigación de los residuos de construcción o demolición?).....	78
Ilustración 30. Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, décima pregunta (¿Reutiliza usted o su empresa la tierra vegetal procedente de la excavación para recuperar el paisaje original?) .....	79
Ilustración 31. Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, décima primera pregunta (¿Utiliza usted o su empresa los restos del suelo, como material de relleno en la obra?) .....	80
Ilustración 32. Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, décima segunda pregunta (¿Los residuos de concreto, los utiliza usted o su empresa, como grava en la fabricación de concreto o como material de relleno en la obra?) .....	81
Ilustración 33. Vista lateral construcción vivienda Puerto Azul .....	82
Ilustración 34. Vista frontal construcción vivienda Puerto Azul .....	82
Ilustración 35. Ubicación Ciudadela Puerto Azul .....	83
Ilustración 36. Ubicación de la villa en construcción, Puerto Azul.....	83
Ilustración 37. Letrero con la información de la obra, Puerto Azul .....	84
Ilustración 38. Dimensiones del terreno, Vista en planta Residencia Familiar, Planta Baja .....	85
Ilustración 39. Dimensiones del terreno, Vista en planta Residencia Familiar, Planta Alta .....	86
Ilustración 40. Dimensiones del terreno, Vista en planta Residencia Familiar, Cubierta .....	87
Ilustración 41. Fachada 1 Residencia Familiar .....	88
Ilustración 42. Fachada 2 Residencia Familiar .....	88
Ilustración 43. Plano Estructural de vigas de cubierta .....	92
Ilustración 44. Vertido del hormigón para vigas de cubierta .....	93
Ilustración 45. Formato de encuesta realizada a profesionales y personas afines a la construcción .....	114



Ilustración 46. Respuestas recibidas para la encuesta de residuos de construcción y demolición.....	114
Ilustración 47. Dosificaciones estándar para la elaboración de hormigón ..	115
Ilustración 48. Gráfica de porcentajes de residuos de materiales de construcción, PNRCDD de la Comunidad de Madrid, España .....	116
Ilustración 49. Paredes de bloques de hormigón.....	127
Ilustración 50. Residuos de bloques de hormigón en obra .....	127
Ilustración 51. Residuos de bloques de hormigón en sacos .....	128
Ilustración 52. Pesado de los residuos de bloques de hormigón con la balanza .....	128
Ilustración 53. Registro del peso de los residuos de bloques de hormigón en la balanza .....	129
Ilustración 54. Concretera usada para la preparación de hormigón, de vigas de cubierta .....	129
Ilustración 55. Vigas de cubierta de hormigón .....	130
Ilustración 56. Hormigonado de vigas de cubierta .....	130

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de encuesta realizada en Google Forms .....	110
Anexo 2. Tabla de dosificaciones de hormigón .....	111
Anexo 3. Porcentajes de residuos de materiales de construcción para 5 países (Brasil, España, Inglaterra, Chile y Ecuador).....	112
Anexo 4. Cálculo de residuos de construcción y demolición para el proyecto “Residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul” .....	116
Anexo 5. Registros fotográficos del proyecto “Residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul” .....	123

## **RESUMEN**

El presente trabajo investigativo propone prácticas y medidas para gestionar adecuadamente los residuos de construcción y demolición, también presenta una reseña de los datos del sector de la construcción, en la ciudad de Guayaquil, adicional se llevó a cabo un análisis de los residuos de construcción y demolición de la ciudad, para tal propósito se hizo el estudio de una "Vivienda tipo", esto se realizó mediante la aplicación de una metodología experimental, que consistió en el registro en campo de los residuos generados en el proceso constructivo, haciendo uso de elementos de medición y peso, así como de documentos de obra. También se aplicó una metodología teórica, con la cual se estiman los residuos de construcción que se producirán en la obra, a partir del uso de coeficientes de desperdicios para los materiales de construcción, apoyado con el presupuesto, planos y especificaciones del proyecto, en base a los resultados obtenidos se realizó un análisis del sector de la construcción en Guayaquil y se plantearon propuestas para reducir, mitigar y utilizar estos residuos de construcción y demolición.

## **ABSTRACT**

The present investigative work proposes practices and measures to adequately manage construction and demolition waste, it also presents a review of the data of the construction sector, in the city of Guayaquil, an additional analysis of construction and demolition waste of the city was carried out, for this purpose the study of a "type dwelling" was made, this was done through the application of an experimental methodology, which consisted in the field registration of the waste generated in the construction process, using elements of measurement and weight, as well as work documents. A theoretical methodology was also applied, in which the construction waste that will be produced at the construction site is estimated, based on the use of waste coefficients for construction materials, supported by the budget, blueprints and specifications of the project, based on the

results obtained, an analysis of the construction sector was carried out in Guayaquil and proposals were made to reduce, mitigate and use these construction and demolition waste.

***Palabras Claves: RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN; DESECHOS SÓLIDOS; REUTILIZACIÓN; REDUCCIÓN; MEDIO AMBIENTE; ANÁLISIS DE RESIDUOS; GENERACIÓN; IMPACTO AMBIENTAL.***

# 1) INTRODUCCIÓN

Los residuos de construcción y demolición en Guayaquil, es un tema de gran importancia que se debe tratar y analizar a fondo, ya que, la actividad de la construcción, es una base fundamental en la economía de la ciudad y del país, la necesidad de nuevas infraestructuras es algo indispensable para el desarrollo de la misma, hoy en día la demanda de viviendas, edificios, puentes, carreteras y otras infraestructuras, va en aumento, debido al crecimiento exponencial de la población, la presencia de zonas rurales es cada día menor, por lo que día a día se llevan a cabo nuevos proyectos, que ayudan a satisfacer estas necesidades.

El diccionario define a la palabra residuo como la parte que queda después de la destrucción o la descomposición de algo, o también, como el material que queda después de realizar algún trabajo o actividad. En la construcción, el porcentaje de estos residuos que se genera es considerable, y debido al auge de esta actividad, este porcentaje es aún mayor, convirtiéndose en un problema para el medio ambiente y para las personas, por lo que es necesario tener un plan de acción que nos permita generar menos residuos de construcción, o en el caso de que sea inevitable la producción de estos residuos, como en las demoliciones o remodelaciones, se debe encontrar una manera de aprovechar estos residuos para adherirlos a los nuevos proyectos, y de esta manera al mismo tiempo que se aprovecha estos residuos como recursos, también evitamos generar el desgaste del medio ambiente al crear nuevos recursos para las construcciones. Existen varias metodologías y procesos que nos pueden servir para este propósito tan necesario como es el de reutilizar, reducir y mitigar los residuos de construcción y demolición, por lo que es importante conocerlos y plantearlos de manera que sean aplicados en el campo laboral.

Es importante implementar una cultura con tendencia a la reutilización, reciclaje y correcta eliminación de los residuos de construcción y demolición peligrosos, preocupada por el medio ambiente, ya que los efectos negativos

producidos por las malas disposiciones de estos residuos se están visualizando en el presente, y serán peores si no se toman medidas preventivas, además de qué, se está desaprovechando energía y materiales potencialmente valorizables.

## **2) PROBLEMÁTICA Y OBJETO DE ESTUDIO**

En la ciudad de Guayaquil la construcción de nuevos proyectos es cada día mayor, la necesidad de nueva infraestructura es cada vez más evidente, el problema de esto es que, las construcciones, remodelaciones y demoliciones producen residuos en gran cantidad, por lo que es importante realizar un análisis de cómo se debe manejar estos residuos, debido a que muchas veces son mal desalojados y almacenados, no se realiza una debida clasificación de cuales son residuos peligrosos y no peligrosos, se los depositan en botaderos no autorizados o en lugares donde pueden afectar al medio ambiente, obstruyendo cuerpos de agua, vertederos u otros, también se los incinera de manera inadecuada, lo que causa un grave daño al medio ambiente.

Existen materiales que pueden ser reutilizados en el proceso de producción de otros materiales, tales como el cemento, el yeso, ciertos materiales pétreos y hasta el mismo hormigón puede ser reutilizado, existen varias tesis experimentales e investigaciones que han probado que varios de estos materiales funcionan adecuadamente en el proceso de reinserción en la producción de otros materiales, dando como resultado un material de buena calidad.

Es importante también tener en consideración como reducir y mitigar la producción de estos residuos de construcción y demolición. Existen estrategias y metodologías que pueden ser aplicadas en el proceso de planificación, operación y ejecución de una obra para evitar la producción excesiva de estos residuos, así como también, cuando se trata de demoliciones, existen guías y manuales que nos dan la pauta para conocer, que existen casos, en el que se pueden aprovechar ciertos elementos no estructurales, que nos ayudarán a reducir el porcentaje de producción de estos residuos.

Este trabajo tiene como objeto realizar un análisis investigativo de estos procesos, métodos y estrategias que existen, y hacer una compilación de los mismos, y formar un documento conciso, claro y sencillo de comprender, para que sirva como guía, que dé soluciones al problema de la generación de residuos, así como para la reducción y mitigación de los mismos.



### **3) OBJETIVOS**

#### **GENERAL**

- Este trabajo investigativo tiene el objetivo de ser una guía práctica, que sirva como apoyo para cualquier persona relacionada a la actividad de la construcción, que en algún momento se encuentre con el problema de generación de residuos, de tal manera que, tenga las pautas necesarias para realizar una mejor reutilización de los residuos de construcción y demolición, que día a día incrementan, debido a la gran demanda de obras civiles.

#### **PARTICULARES**

- Realizar un análisis práctico y conciso de los residuos, que se producen en las construcciones y demoliciones en la ciudad de Guayaquil. Describir la situación actual en Guayaquil, de cómo se manejan los residuos de construcción y demolición, estudiando las normas y regulaciones que existen en la actualidad en la ciudad de Guayaquil, en cuanto al manejo de escombros.
- Dar alternativas para el manejo y reutilización de estos residuos, así como para la reducción y mitigación de los mismos.
- Determinar la situación actual, en cuanto al manejo de los residuos de construcción y demolición.

## 4) MARCO TEÓRICO

### a) EL MANEJO DE ESCOMBROS Y RESTOS DE CONSTRUCCIÓN

Los escombros generados en las construcciones están constituidos, principalmente, por residuos de concreto, asfalto, bloques, arenas, gravas, ladrillo, tierra y barro, representando todos estos hasta en un 50% o más. Otro 20% a 30% suele ser madera y productos afines, como formaletas, marcos y tablas; y el restante 20% a 30% de desperdicios son misceláneos, como metales, vidrios, asbestos, materiales de aislamiento, tuberías, aluminio y partes eléctricas. En la actualidad lo que se recupera de estos es un porcentaje sumamente bajo (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2011).

La generación de escombros y restos de construcción es un tema de gran relevancia, que debe ser tratado inmediatamente, la cantidad de escombros producidos diariamente es enorme y el manejo que se les está dando, afecta gravemente al medio ambiente, ya que en algunos casos estos desechos son una mezcla de residuos que incluyen residuos sólidos peligrosos, que muy pocas veces o casi nunca son gestionados de manera adecuada, es importante la separación de los mismos desde su origen, estos desechos habitualmente suelen ser depositados en botaderos ilegales, en los costados de la calzada de carreteras o en lotes baldíos cercanos al lugar de generación de los escombros.



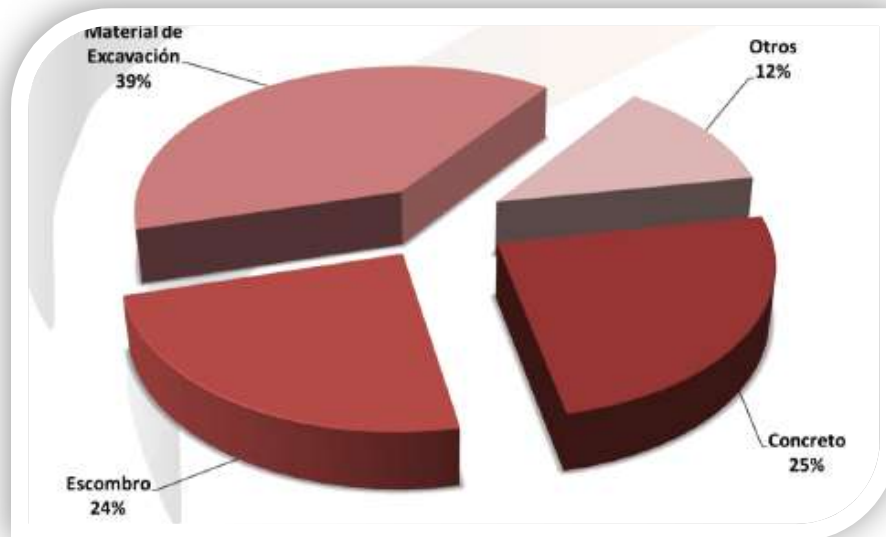
**Ilustración 1:** El sector Tres Bocas, en la vía Perimetral, es uno de los puntos usados para dejar escombros de construcción

**Fuente:** (Morán, 2016)

Los residuos se generan principalmente en las actividades de excavación, demoliciones, levantamiento de estructuras, obra gris, remodelaciones, instalaciones, acabados, limpiezas en áreas de trabajo y almacenamiento que conforman el proceso constructivo (UICN, 2011).

Es importante llevar un control del estado y tipos de maquinarias y vehículos que transportan los residuos a su destino de disposición final, así como se debe verificar la posibilidad de rescatar residuos valorizables. Para la eliminación de los residuos inertes y no aprovechables también existen controles y medidas que se deben aplicar, para la correcta selección de la escombrera, ya que estas cuentan también con sus lineamientos y procesos ambientales, para el correcto funcionamiento de las mismas (UICN, 2011).

Según una estimación aproximadamente el 4% de los residuos de construcción y demolición que se generan son aprovechados (3% reciclaje y 1% reúso) (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2013).



**Ilustración 2:** Estimación de la caracterización de los residuos de construcción y demolición

**Fuente:** (CMIC, 2013)

## COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Los residuos de construcción y demolición se generan en construcciones o demoliciones de edificios o estructuras (puentes, carreteras, túneles, etc.), así como de rehabilitaciones o de la producción de materiales de construcción en sí, como en el caso del hormigón fabricado en obra.

Estos residuos varían de acuerdo con el tipo de infraestructura, y sus componentes mayoritarios se los encuentra, dependiendo de los hábitos constructivos y la disponibilidad de los mismos, que puede variar dependiendo de la localidad de la obra, en cambio los componentes minoritarios varían dependiendo de una serie de factores más amplios, como puede ser el tipo de clima, el poder adquisitivo de la población y el uso que se le dará a la estructura.

Los residuos de construcción y demolición varían, de acuerdo también a la composición de los materiales, principalmente las materias primas usadas en el proceso de fabricación de estos, siendo importante considerar el porcentaje de cada uno de estos.

MATERIA	% EN VOLUMEN
Arena	60
Yeso natural	1
Metales	4
Grava	14
Caliza (Producción de cemento)	6
Arcilla	6
Piedra natural	4
Madera	2
Petróleo (plásticos)	3
Total	100

**Tabla 1:** Materias primas usadas en el sector de la construcción

**Fuente:** (Symonds, 1999)

Los residuos que llegan a los vertederos, el 75 % son escombros, el 25 % restante se conforma de metales, basura, plástico y otros materiales. En la siguiente tabla se muestra los porcentajes en volumen de cada material:

Material	% en peso
Escombros	75
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	54
Hormigón	12
Piedra	5
Arena, grava y otros áridos	4
Resto	25
Madera	4
Vidrio	0,5
Plástico	1,5
Metales	2,5
Asfalto	5
Yeso	0,2
Papel	0,3
Basura	7
Otros	4

**Tabla 2:** Composición de los residuos de construcción y demolición

**Fuente:** (Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición, 2006)

La producción de residuos de construcción y demolición es una estadística importante, a la cual se le debe prestar especial atención, anualmente se producen inmensas cantidades de residuos, los cuales una pequeña parte son tratados adecuadamente.

Para los países con escasos recursos, el reciclaje de residuos de construcción y demolición resulta estratégicamente importante.

Tipo de residuo	Tonelada/día
Escombros	660
Madera	660
Otros residuos de la construcción	474
Total residuos de la construcción	1.794

**Tabla 3:** Generación de escombros de construcción en Costa Rica

**Fuente:** (Programa CYMA, 2007, p. 40)

El sector de la construcción presenta impactos durante todas sus fases del ciclo de vida, el procesamiento y la transformación de las materias primas, así como también, la producción de materiales conlleva a un consumo de energía intenso continuo, la generación de emisiones y de una gran cantidad de residuos, la fase final de vida es principalmente la de generación de residuos.

Los tipos de residuos está directamente relacionada con las etapas del proyecto, y según estas se pueden dividir en tres grupos:

- Estructura

En esta etapa, los principales residuos que se pueden encontrar son: acero de refuerzo, acero estructural, madera, concreto, bolsas de papel, pedazos de bloques y ladrillos, plásticos y plumafón.

- Acabados

En esta etapa, los principales residuos que se pueden encontrar son: tarros de pintura, madera de acabados, plásticos, *gypsum*, estructura de hierro galvanizado, cerámica, cartón y papel.

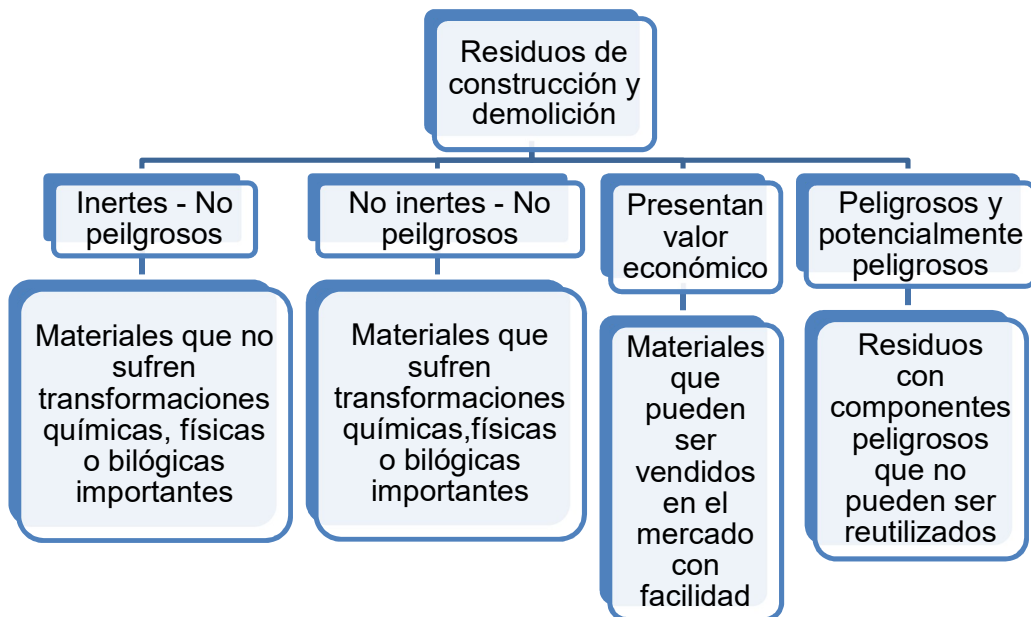
- Subcontratistas

En esta etapa, los principales residuos que se pueden encontrar son: pedazos de perfiles metálicos, tubos, cables, *gypsum*, hierro galvanizado, plásticos, tarros de pintura, pedazos de vidrio, pedazos de cerámica, cartón y papel.

Según este análisis de los residuos generados, se puede concluir que gran parte de estos son reciclables, por lo tanto, el potencial de reciclar en el sector de la construcción es bastante elevado.

## CLASIFICACIÓN

Actualmente se está orientando la política de gestión de los residuos de construcción y demolición hacia un reciclaje masivo, por lo que se podría clasificar a estos residuos de acuerdo con su composición, ligados estos a la separación y recolección selectiva, así como la peligrosidad de los mismos. En este sentido se puede clasificar de la siguiente manera:



**Ilustración 3:** Clasificación de los residuos de construcción y demolición

**Fuente:** (Elaboración propia, 2017)

Con los residuos de construcción y demolición peligrosos y, potencialmente peligrosos hay que tener mucha precaución, se debe tener en cuenta la gravedad que puede representar si estos se mezclan con materiales que vayan a ser reciclados o reutilizados, por eso vale la pena analizarlos un poco más debido a la gran importancia que tiene conocer de estos, para la correcta separación de los mismos, de acuerdo a esto, podemos detallar como se generan estos residuos en la construcción y demolición de estructuras:

- a) Cuando los materiales usados en la construcciones de obras, contengan grandes cantidades de otros materiales peligrosos, como en el caso de los pegamentos, el plomo o adhesivos, entre otros.
- b) También se da el caso de materiales no peligrosos que se transforman en peligrosos debido al medio en el que se encuentren.
- c) Existen materiales que se transforman en peligrosos debido a que se mezclan con estos, o se dejan pequeños porcentajes de estos materiales peligrosos en ellos.
- d) Estos residuos peligrosos generalmente se los encuentran en diferentes clases y cantidades, esto variará dependiendo de la estructura y su época de construcción.

Para estos residuos de construcción y demolición peligrosos, la gestión que se debe realizar debe ajustarse a lo que indique las ordenanzas municipales vigentes.

Dado que es seguro encontrarse con la presencia de residuos peligrosos en el proceso de demolición o construcción, es importante saber identificarlos y separarlos para darles el adecuado manejo que norma la ley para esta clase de residuos, o en su efecto proceder a la contratación de empresas certificadas especializadas en este tema.

Los principales residuos peligrosos que se encuentran en la construcción o demolición de una obra son: Aceites, adhesivos, asbesto, barnices, cobre, diésel, gas, gasolina, lacas, materiales plásticos, petróleo, pinturas, plomo, resinas sintéticas, soldadura (CMIC, 2013).

## **GESTIÓN DE LOS ESCOMBROS Y RESTOS DE CONSTRUCCIÓN**

Cuando se menciona el tema de residuos de construcción y demolición, se piensa en enormes masas de escombros producidos en las obras de construcción civiles, sobre todo, en lo que respecta a obras de rehabilitación o en el caso de demoliciones. Según estudios, cada que se demuele o



destruye algún elemento en obra se generan una tonelada de restos, en el cual, el mayor porcentaje de estos son reciclables.

**Reutilización:** La alternativa más deseable de entre todas las posibilidades de tratamiento, es la de reutilizar los residuos generados en las construcciones o demoliciones, ya que esta alternativa ayuda a evitar la contaminación del medio ambiente debido a que el residuo desaparece, y además pasa a ser parte de un nuevo proceso en la generación del material que va a ser reutilizado.

Existen dos opciones de reutilización de los residuos, estas pueden ser: reutilización directa en la propia obra y reutilización en otras obras.

Para lograr la reutilización directa en la propia obra, primero se debe seleccionar el material a ser reutilizado y luego proceder con la limpieza del mismo, de esta manera el material está apto para formar parte del proceso de reutilización en la propia obra, con esta opción los productos originales no se ven afectados en ningún aspecto.

La reutilización en otras obras es igual a la anterior en el sentido de productividad, la diferencia radica en que se debe transportar el material al sitio de la obra, y esto desde el punto de vista económico difiere mucho a la reutilización en la propia obra, inclusive llegando a presentar inconvenientes, debido a que la decisión de hacia dónde se debe transportar los residuos, depende de si existe mercado en el que se vendan y compren los productos obtenidos como residuos de otras obras.

**Reciclaje:** Consiste en la transformación de los residuos en nueva materia prima, para ser utilizada en nuevos productos que sean utilizados en nuevas obras. La diferencia con la reutilización es que los productos originales si se ven afectados en cuanto a forma y propiedades, el reciclaje reutiliza los residuos de construcción y demolición, pero esto una vez que han sido transformados en otros productos.

En países en los cuales el tema de los residuos de construcción y demolición ha sido tratado con más responsabilidad, principalmente los países europeos, el destino de los residuos se ha movido rápidamente, desde el relleno y vertido, hacia el reciclaje. Esto debido principalmente a las medidas tomadas, tales como el aumento en el precio de verter hormigón, o la negativa para internacionalizar a estos, como precios ambientales.

Los escombros son los principales residuos objeto de especial atención, como material para el reciclado, ya que representan el **70 %** de todos los residuos de construcción y demolición, sin embargo, debido al gran volumen que representa los residuos de construcción y demolición, el reciclaje de los residuos como áridos, aumentando así también el reciclaje de otros tipos de materiales que se encuentran en los residuos más comunes como son el plástico, la madera, los metales, etc.

**Eliminación:** La última opción, cuando se trata de los residuos de construcción y demolición, es la de eliminación en vertederos.

Esta alternativa es la que genera mayor impacto al ambiente, más aún cuando estos no son clasificados, por lo que solo debe de considerarse como última instancia y con la respectiva cautela del caso, otra desventaja que debe ser tomada en cuenta de la eliminación en vertedero es que, cuando este es controlado, es una alternativa que solo proporciona gastos.

Existen dos tipos de vertidos:

a) Los vertidos que son controlados de tal manera que se evitan los efectos contaminantes.

Estos vertidos se los realiza en depósitos que son habilitados para tal efecto, por lo que se puede garantizar que:

- El suelo sea impermeable.
- No existan corrientes subterráneas de agua cercanas al depósito.
- La basura sea constantemente enterrada y cubierta adecuadamente.
- Exista una adecuada clasificación y tratamiento para los lixiviados que se produzcan, antes de proceder a verterlos en los cauces naturales.

- No se produzcan incendios o explosiones, esto, realizando una correcta evacuación de los gases metano que se producen por la fermentación de las basuras.
- b) Vertidos que no son controlados, por lo tanto, causan efectos negativos contaminantes tales como:
- Los residuos vertidos en los depósitos no son controlados en cuanto a la cantidad ni a la calidad de los mismos, por lo que genera contaminación sin control, lo cual es extremadamente peligroso para el medio ambiente.
  - La cantidad de residuos sin controlar que se pueden producir da lugar a los amontonamientos, que pueden llegar a ser refugios de roedores u otros tipos de animales contaminantes.
  - No se realiza una separación de materiales en los residuos de construcción y demolición, de los cuales pudieran existir varios, que puedan ser aprovechables.
  - Perjudica paisajísticamente al entorno.
  - Emisión de malos olores y humos a causa de la incineración de los residuos, con el objeto de recuperar los metales, lo que ocasiona un tremendo daño al medio ambiente.

El proceso para los residuos de construcción y demolición es en general, de la siguiente manera, estos residuos mezclados, sin presencia de componentes peligrosos en ellos, llegan a la planta de reciclaje en el que, estos son cribados aún sin haber sido pasado por un tamiz o separador magnético.

Después, pasan a ser separados de manera manual con el fin de poder deshacerse de materiales no deseados como maderas, plásticos, entre otros. Una vez libre de estos materiales, la mezcla de residuos de construcción y demolición son sometidas a procesos de clasificación y trituración.

Algunas plantas de reciclajes cuentan con centros que procesan madera u otros materiales.

Para plantas que reciben la fracción limpia de tejas, ladrillos u hormigón armado y sin armar, estos son cribados para eliminar la fracción que presente tamaños comprendidos entre 0-45 mm (estos a su vez son divididos en dos subfracciones 0-4 y 4-45 mm) (Romero,2006).

Para los retazos que presenten tamaños de partícula >45 mm es llevada a una trituradora. El proceso de separación del material según el tamaño de partículas es de acuerdo con la planta, pero es prácticamente lo mismo descrito anteriormente, de triturar y cribar el material, pudiendo pasar por diferentes procesos como la separación magnética para separar materiales féreos, o por separadores de aire (Romero,2006).

Generalmente el reciclado se realiza en estas plantas centralizadas, pero el uso de plantas móviles también suele ser de uso común especialmente en la producción de áridos reciclados que son demolidos en el lugar de la obra.

Las plantas mencionadas anteriormente son simplemente una de las partes de las que puede constar los procesos más completos para plantas centralizadas, es decir la trituración y la criba del material pulverizado.

El inconveniente más grande que presenta aplicar estos planes y regulaciones es que, aunque el tema medioambiental ha tenido un auge en la sociedad, sigue representando mayor gasto que contaminar, por lo que se sigue prefiriendo depositar escombros y residuos sólidos en terrenos o vertederos que realizar el proceso para la reutilización del material.

## **b) FASES Y PROCESOS DE LA GENERACIÓN DE ESCOMBROS Y RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN**

Los escombros de las construcciones están típicamente conformados en un 40 a 50% de residuos de concreto, asfalto, ladrillo, bloques arenas, gravas, tierra y barro. De un 20 a un 30% lo conforman madera y productos afines, como formaletas, residuos de estructuras de cubiertas, residuos de estructuras de cubiertas y pisos, madera tratada, marcos de madera y

tablas. El último 20 a 30% son desperdicios misceláneos, como maderas pintadas, metales, vidrios acabados, asbestos y otros materiales de aislamiento, tuberías y partes eléctricas (Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1994).

La selección de materiales es de gran importancia para un diseño sustentable, debido al grado de contaminación que la extracción, procesamiento y transporte de estos, generan. Las actividades para producir estos materiales también pueden causar contaminación al aire y al agua, la destrucción de hábitats naturales y reducción de recursos no renovables.

El mantenimiento de las tasas de ocupación en las edificaciones existentes reduce el desarrollo redundante y el impacto medio ambiental asociado de producir y entregar nuevos materiales. La reutilización de edificios existentes, frente a la construcción de nuevas estructuras, es una de las estrategias más efectivas para minimizar los impactos ambientales (U.S. Green Building Council, 2007).

#### i) PLANIFICACIÓN

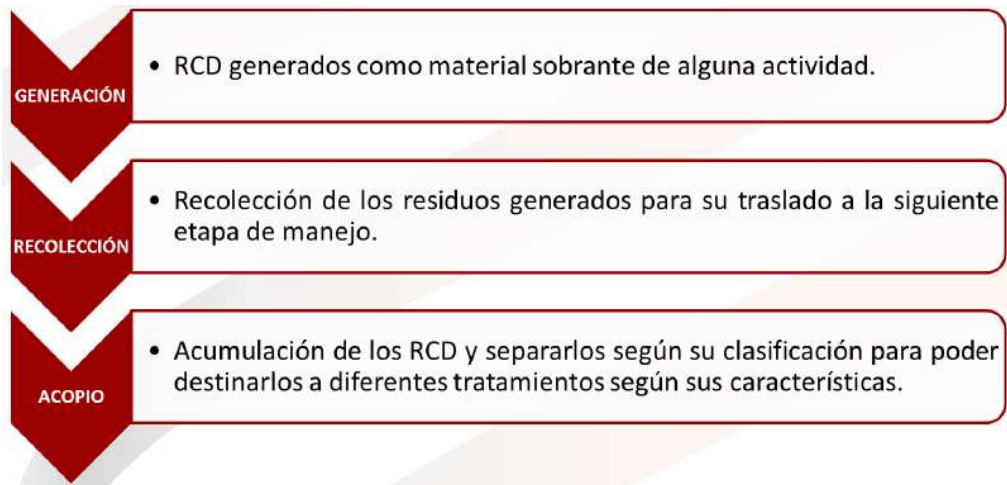
Es importante llevar un adecuado proceso del proyecto, desde la etapa de planificación hasta la etapa de ejecución y finalización del proyecto, ya sea de una nueva construcción, remodelación, ampliación, demolición, etc. Esto con el fin de considerar una adecuada disposición de los escombros y otros residuos de construcción, con un plan de acción para los residuos valorizables, así como, para el correcto manejo y adecuación de las escombreras o sitios de disposición final de los residuos no valorizables y peligrosos.

Los escombros improductivos son los que se generan por la apertura de túneles, excavaciones exploratorias para la infraestructura, por la adecuación o la construcción de vías o accesos, entre otras actividades. Estos deben ser dispuestos en lugares especiales, debidamente protegidos de la dispersión y el arrastre (UICN, 2011).

Es importante en la planificación, para comenzar adecuadamente, tener en cuenta la magnitud del proyecto en cuestión, realizando una proyección de la cantidad aproximada de escombros que se producirán a lo largo de todas las actividades del proyecto, así como, el de realizar una evaluación preliminar de los materiales posibles que se encontrarán en estos escombros, y de esta manera tener una idea de cuáles serán valorizables y cuales inservibles, con el fin de poder determinar si estos materiales pueden ser dispuestos en un predio en la misma zona de estudio, o de lo contrario, es necesario disponer de una escombrera autorizada o de un lote privado destinada para tal propósito.

La disposición de las zonas para cada actividad es de gran importancia, por lo que se debe definir estas desde el principio, considerando las áreas donde estarán ubicadas las obras, las que servirán como campamento, bodegas para materiales de construcción, realizar la correcta distribución para circulación peatonal o de tránsito, áreas para el depósito provisional de escombros. Los escombros y restos de materiales de construcción generados en la obra deben ser tratados exclusivamente dentro del área planificada para estos.

La etapa de planificación es la que define el comienzo de un proyecto exitoso, si se hace adecuadamente, enfocados en el tema de residuos de construcción y demolición, es importante planificar las etapas que se llevarán a cabo en el proyecto, la forma para realizar un manejo integral de los residuos de construcción y demolición, comenzando el proceso dentro de la obra.

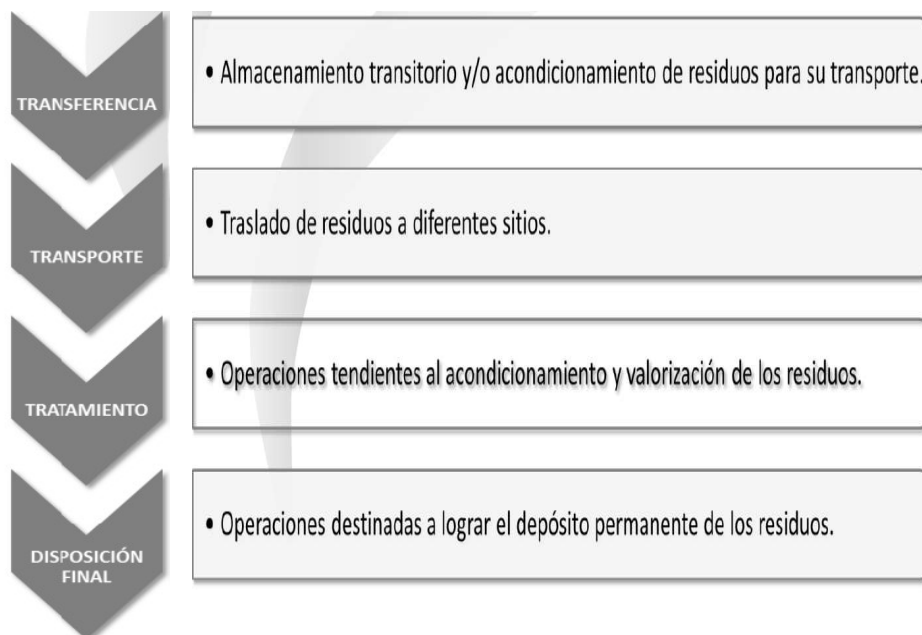


**Ilustración 4:** Formas de Manejo integral propuestas para los residuos de construcción y demolición, etapa dentro de la obra

RCD: Residuos de construcción y demolición

**Fuente:** (CMIC, 2013)

Se debe considerar que el manejo integral de los residuos de construcción no termina dentro de la obra, se debe realizar una planificación para el respecto manejo de los mismos fuera de la obra.



**Ilustración 5:** Formas de Manejo integral propuestas para los residuos de construcción y demolición, etapa fuera de la obra

**Fuente:** (CMIC, 2013).

## ii) GENERACIÓN

Los escombros y otros residuos de construcción se generan en las diferentes etapas constructivas, también se puede dar en diferentes formas y en distintos procesos.

### ✓ Adecuación del terreno

Esta etapa básicamente corresponde a la preparación del terreno para la ejecución del proyecto, desde la limpieza y desbroce del material vegetal en el área de trabajo, hasta lo correspondiente al movimiento de tierras. Los residuos generados en esta fase están constituidos por material vegetal y suelo con un alto contenido de materia orgánica, arenas, limos y arcillas. Pueden clasificarse separando lo que es material vegetal o biomasa, como árboles, de lo que es tierra (UICN, 2011).

El material generado para la adecuación del terreno puede ser desalojado inmediatamente del sitio de la obra, mediante el cargado y transporte a la escombrera designada, de lo contrario, este material puede ser utilizado para rellenos de zonas verdes y jardineras, para lo cual es necesario almacenar este material adecuadamente con protección de la lluvia o el viento, para tal propósito se puede hacer uso de plásticos protectores o lonas.

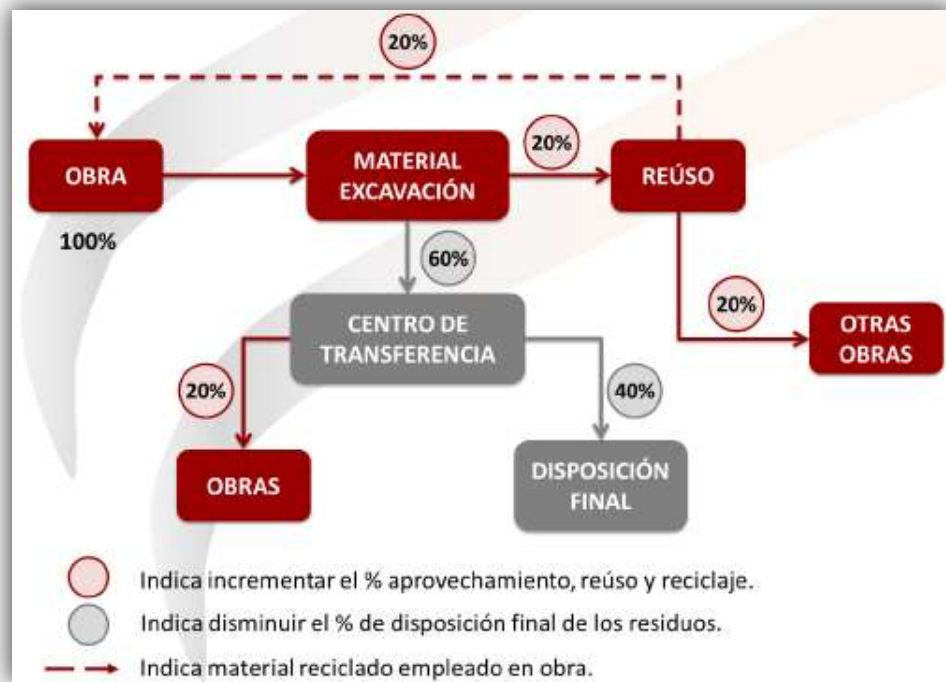
### ✓ Excavaciones

Para casi todos los trabajos de construcción se requiere de excavación, ya sea para lo correspondiente a cimientos, alcantarillas o algún tipo de obra bajo nivel del suelo. Durante el proceso de excavación se generan grandes cantidades de material que debe ser tratado adecuadamente, este tipo de material puede ser reutilizado más adelante en la misma obra, siempre y cuando sea adecuado, para rellenos y terraplenes, como capa base para los diferentes requerimientos del proyecto, o para la restauración de espacios degradados. El material para definir perfiles y niveles definitivos en los



terrenos también pueden entrar en esta categoría ya que se manejan de la misma manera como lo anteriormente referido.

Muchas veces el material de excavación no se aprovecha como se debería, esto debido a que no se realiza un análisis preliminar adecuado para el tratamiento y destino de los mismos, conocer el ciclo de vida de un material puede ser de vital importancia, previo a la etapa de extracción de la mismo, de esta manera podemos tener una idea del volumen del material que se puede destinar al reusó, el porcentaje dispuesto para los centros de transferencia, entre otras actividades.



**Ilustración 6:** Estimación del ciclo de vida de material de excavación en México

**Fuente:** (CMIC, 2013)

#### ✓ Demoliciones

Las demoliciones de cualquier tipo de obra son procesos que pueden generar escombros o materiales reutilizables, reciclables o coprocesables. Estos materiales reutilizables que se generan posterior a la obra, producto

de la demolición, son básicamente áridos y minerales (restos de mampostería, placas de concreto, estructuras como vigas y columnas en concreto armado, previo el retiro del esfuerzo), estos pueden ser utilizados para relleno de excavaciones o con un mínimo de tratamiento; para obtener una reducción en el tamaño, puede servir como base o sub-base o cimentación de estructuras (UICN, 2011).

Muchos de los materiales generados en las demoliciones pueden ser reutilizados por terceros, tales como los marcos de puertas y ventanas, los muebles y todo lo relacionado a la carpintería de madera. En el caso de las obras de infraestructura vial, se pueden obtener materiales reciclables en las demoliciones de pavimento, tales como el asfalto o el concreto, ya que por ejemplo los residuos asfálticos pueden ser reutilizables en la fabricación de nuevas mezclas del mismo tipo en un 10 a 15%, ya sea para nuevas obras de pavimentación o para rehabilitaciones de vías.

Para el caso de los materiales generados en la demolición, que no pueden ser aprovechados, estos deben ser clasificados como áridos y minerales, materiales metálicos, de madera, plásticos y papeles, para luego ser enviados a escombreras autorizadas, en donde se les debe dar el tratamiento adecuado, evitando cualquier tipo de impacto ambiental.

#### ✓ Construcción

Esta a su vez se puede subdividir en:

- Infraestructura

Esta etapa de la obra comprende lo que es la cimentación, la colocación de vigas, columnas y placas. Se generan escombros y sobrantes de materiales tales como: agregados pétreos y arenas de las mezclas de concreto, restos de mezclas, recortes de varilla o hierro, puntillas y retazos de madera de formaletas (UICN, 2011).

- Obra negra

Este término se refiere a todo lo relacionado con mampostería, revoques y cubierta. Principalmente la mayor generación de escombros se concentra en los retazos y pedazos de bloques, ladrillo o teja utilizados en la elaboración de mampostería y cubiertas. Además, están los escombros de materiales áridos para las mezclas.

- Instalaciones (hidráulicas, sanitarias, eléctricas, mecánicas, de gas y eléctricas)

Cuando se realizan las instalaciones de ductos y conductos es cuando se producen escombros tales como restos de tuberías, trozos de cable y alambre, empaques de pegantes, empaques de papel y cartón. Aunque este tipo de desperdicios se producen en menor cantidad dentro de la obra, es importante clasificarlos entre materiales que pueden ser reciclables (como los plásticos y papeles) y otros (como los envases de pegamento, lubricantes y limpiadores que se pueden coprocesar) (UICN, 2011).

- Obra gris

Este término hace referencia a todo lo relacionado con la elaboración de estucos, cielo raso, afinado de piso, carpintería en blanco y aparatos sanitarios. Se generan escombros tales como restos de cal, pinturas, envases, mortero o lechadas, empaque de plástico, cartón o papel, recortes de láminas, aserrín de madera y de carpintería metálica (UICN, 2011).

- Acabados

La producción de residuos en esta etapa principalmente se da en actividades relacionadas con pintura, enchapes, acabado de pisos, instalación de accesorios, decoración y paisajismo, los residuos generados en la etapa de acabados son similares a los que se producen en obra gris. Se debe tener mucha precaución ya que también se puede producir en esta etapa residuos tóxicos como pinturas o hidrocarburos, estos tienen que separarse para el tratamiento especial en la escombrera.

- Limpieza en áreas de trabajos

En esta etapa se producen residuos como escombros y basuras que deben ser tratados adecuadamente ya que cuando se efectúan labores de limpieza los residuos que se generan suelen estar muy contaminados y difícilmente se podrán clasificar, estos desechos deben almacenarse adecuadamente en la obra, para luego ser trasladado adecuadamente a la escombrera autorizada.

- ✓ Desastres naturales

Cuando se presentan fenómenos naturales tales como terremotos, huracanes, inundaciones, deslizamiento de tierras, tsunamis entre otros, si superan un límite de normalidad estos se convierten en desastres naturales, las edificaciones y estructuras son susceptibles a daños o inclusive a colapsos cuando ocurren estos desastres, lo cual se traduce en escombros y restos de construcción en gran cantidad, esto es un gran problema, dejando de lado por su puesto, las probables pérdidas de vida que conllevan estos desastres, el manejo de estos escombros en la zona de desastre debe ser inmediato y con extremo cuidado.



**Ilustración 7:** Maquinaria realizando limpieza de escombros, luego del terremoto de abril del 2016 en Ecuador

**Fuente:** (Diario La Hora, 2016)

Actualmente el Ministerio del Ambiente en el Ecuador, se encuentra en un constante análisis en cuanto al manejo de la basura, escombros y otros desechos orgánicos, esto tras el último terremoto ocurrido en la zona costera del Ecuador. El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda indica, según sus datos obtenidos, que se generaron aproximadamente 750,000 metros cúbicos de escombros en las zonas afectadas por el terremoto, lo que equivale a 49,100 camiones recolectores de desperdicios llenos (Ortiz, 2016).

### **iii) ALMACENAMIENTO TEMPORAL EN OBRA**

Los escombros y materiales que se generan como residuos de construcción y demolición en las diferentes etapas constructivas deben permanecer el menor tiempo posible en el sitio de trabajo de la obra, por lo general se debe buscar no exceder de veinticuatro horas el tiempo en que estos se encuentren almacenados en el área del proyecto, después de la finalización de cada actividad constructiva de la obra.

Es importante contar con un área o patio dentro del límite de la obra, que sirva para almacenar todos estos escombros y residuos, esta debe de estar debidamente delimitada y señalizada, debe de contar con transporte para la recolección y distribución del material, sistemas de lavado para evitar que los camiones ensucien otras áreas de la obra, se debe tener especial cuidado en no permitir que este material se disperse y contamine otros sitios, para esto se puede usar mallas protectoras de ser necesario, o almacenar los materiales en recintos cerrados tipo bodegas donde se encuentren cubiertos completamente, evitando posibles fugas.

### **iv) TRANSPORTE**

La maquinaria utilizada para esta fase del proyecto (volquetes, retroexcavadoras, tractores, compresores) y todo vehículo que se vaya a utilizar para transportar materiales debe estar en buen estado de conservación, sin fugas de aceites ni de combustibles, con el sistema de

evacuación de gases funcionando adecuadamente, de tal forma que el ruido sea el mínimo; además, deberá contar según corresponda, con los permisos de circulación y la revisión técnica vehicular, lo que deberá ser verificado y controlado por la supervisión del proyecto (UICN, 2011).

Se debe reducir en lo posible las distancias de transporte de los residuos, debiendo ser tratados en el centro más próximo a su lugar de generación. El optimizar las distancias es de vital importancia ya que las largas distancias sencillamente no resultan atractivas desde el punto de vista económico, además de que los beneficios medioambientales también se ven mermados.

Mientras más ligeros y valiosos sean los materiales de construcción y demolición, mayor será la distancia de transporte que se podrá asumir.

Es importante promover el reciclaje de los residuos, especialmente en áreas de gran densidad poblacional, en donde la oferta y la demanda están concentradas geográficamente, por lo que las distancias de transporte son menores que las del suministro de materias primas, como por ejemplo en el caso de los áridos.

Los residuos de la construcción y demolición deben transportarse de forma segura y legal sin generar daño alguno para el medio ambiente y sin poner en peligro la salud de los trabajadores. Antes de realizar la transferencia, el contratista debe comprobar si los residuos son peligrosos o no y proporcionar el transporte adecuado (Comisión Europea, 2016).

#### **v) APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VALORIZABLES**

Las posibilidades de valorización y aprovechamiento por reutilización, reciclaje o coprocesamiento de los residuos de construcción y demolición dependen de los mercados de materiales individuales de los residuos, y de la habilidad para procesar los que no han sido seleccionados o para separar cada material. Los materiales que predominantemente se encuentran en los escombros y que pueden ser aprovechados en la fabricación de agregados

reciclados pertenecen a dos grupos: a) materiales que contienen entre sus componentes al cemento, arena, piedra y cal, como son los morteros, bloques de concreto y el concretos en sí; y b) materiales de porcelana o cerámicos como las baldosas, ladrillos, tejas. Un tercer grupo de residuos no aprovechables en agregados reciclados, pero que pueden tener un destino de reciclaje o coprocesamiento en otras industrias está compuesto por materiales como: tierra, yeso, metal, madera, papel, plástico, cartón, materia orgánica, hules, telas y vidrio (UICN, 2011).

La industria debe percatarse del alto potencial de aprovechamiento que muestran los residuos de construcción y demolición, ya que por medio del triturado también puede generarse agregado grueso, el cual puede tener aplicaciones en pavimentos y en la conformación de concreto para obras menores donde no se requiera grandes resistencias (lean concrete). El elevado porcentaje en los residuos de construcción y demolición de materiales como el concreto, ladrillos, y materiales cerámicos, plantea la oportunidad que se reutilicen dichos residuos. Para este fin, debe generarse un plan de triturado para los residuos, que luego deben ser llevados a tamaños requeridos y hacer uso de ellos en las aplicaciones anteriormente mencionadas, lo que conlleva a una industria de la construcción más sostenible, reduciendo por consiguiente la explotación excesiva de los recursos naturales (Pacheco, Fuentes, Sánchez y Rondón, 2017).

Es importante promover la construcción de estructuras amigables con el medio ambiente, impulsando el reciclado, reutilización, mitigación y reducción de los materiales y recursos que se generan por los residuos de construcción y demolición, así mismo esto ayudará a valorizar y aprovechar estos residuos, entregando estructuras con menor cantidad de residuos generados y mayor aprovechamiento de los recursos.

### **Mercado para los productos reciclados**

Uno de los aspectos más importantes para el éxito de un plan de gestión de residuos es garantizar que exista un mercado que esté en disposición de

hacer uso de estos materiales, en este caso, los materiales de residuos de construcción y demolición tratados. Para esto las condiciones y características de los productos, luego de su tratamiento, deben ser comparables a las de los agregados naturales. Esto supone que el tratamiento que se les dé a los materiales potencialmente aprovechables debe ser riguroso y las pruebas de calidad deben ser periódicas y estandarizadas para garantizar al mercado que se cuenta con la competitividad necesaria para el éxito del plan de gestión de residuos (Pacheco et al., 2017).

### **c) DISPOSICIÓN FINAL**

Un factor que evidencia el desinterés que se tiene, en términos generales por parte de los generadores de residuos de construcción y demolición, es el alto porcentaje de desconocimiento de los sitios donde van a disponerse los residuos producidos en las obras. Las estadísticas nos indican que luego de que los residuos de construcción y demolición dejan el ente generador, este no se preocupa porque los mismos lleguen a lugares legalmente autorizados, es por esto que existe gran cantidad de botaderos ilegales (Pacheco et al., 2017).

No todos los residuos de construcción y demolición pueden ser tratados para su reutilización, es por esto que una parte de ellos debe ser dispuesta en un sitio destinado solo para tal fin. Esto es muy importante debido a que, al disponerse en el mismo entorno con otro tipo de residuos, no solo le restan vida útil al relleno sanitario, sino que impiden que pueda llevarse a cabo una buena gestión porque se interrumpe su proceso de reutilización y reciclaje, lo cual es consecuencia de la falta de control en la generación y clasificación de residuos de construcción y demolición potencialmente aprovechables.

Las escombreras son lugares destinados, como su nombre lo indica, para escombros de construcción y demolición y residuos no aprovechables. Es preferible utilizar áreas naturales, aunque en este caso los aspectos de



impacto ambiental, como la dirección del viento y la contaminación de aguas subterráneas, no son significativos, debido a las características inertes de los materiales. Es recomendable que el Estado y los gobiernos locales elaboren planes de zonificación para este tipo de función, de manera que se tenga claro cuales zonas son más aptas para ello y en cuales puntos sensibles no debe permitirse (UICN, 2011).

Los materiales que tienen como destino las escombreras son los desperdicios y escombros que, por exceso o por imposibilidad de ser reutilizados o reciclados, deben disponerse en esos sitios. Estos materiales no requieren una preparación específica, pero si su disposición temporal dentro de la obra mientras son trasladados a las escombreras (UICN, 2011).

En síntesis, las escombreras son los sitios destinados para la disposición final de los escombros, materiales y elementos de construcción, demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación. Se busca localizarlas principalmente en áreas cuyo paisaje se encuentra degradado, tales como minas y canteras abandonadas. Se debe considerar siempre que, por los volúmenes que se van a disponer, se requieren áreas extensas, de preferencia en depresiones naturales fuera de cursos de agua o quebradas.

En Guayaquil el proceso que debe seguir la ciudadanía para deshacerse de este tipo de basura es dirigir una carta al director de la Dacmse (Dirección de Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales), indicando ubicación de la obra y peso aproximado, copia de la cédula de identidad, RUC, copia del permiso de construcción y tasa de trámite, que se adquiere en las ventanillas municipales. Adicional se debe cancelar un valor por cada tonelada que se deseche en el relleno sanitario Las Iguanas o las escombreras municipales autorizadas. El transporte corre por cuenta del usuario, caso contrario deberá cancelar otro valor por el traslado en vehículos municipales (El Universo, 2015).

El relleno sanitario Las Iguanas contaba con un sitio determinado exclusivo para la disposición de los residuos de construcción y demolición,

denominado “Sector B” el cual operó desde 1994 hasta el 2013, actualmente cubierto con capa vegetal donde se encuentra el Parque Metropolitano, hoy en día los residuos son almacenados en el “Sector D”, el cual ha estado operativo desde el 2006 hasta la actualidad.



**Ilustración 8:** Vista panorámica del relleno sanitario “Las Iguanas”

**Fuente:** (Quevedo, 2013)

## **5) ANÁLISIS DEL MERCADO**

**a) ORDENANZA MUNICIPAL QUE NORMA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN DE LOS ESCOMBROS GENERADOS POR LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE EDIFICACIONES E INFRAESTRUCTURA**

**“ORDENANZA QUE NORMA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE ESCOMBROS PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”.**

### **DISPOSICIONES PARTICULARES**

**ARTÍCULO 4.- CLASIFICACIÓN.** - Los escombros no peligrosos se clasifican de la siguiente manera:

4.1.- Desechos sólidos no peligrosos que se generan en las demoliciones de edificaciones y/o construcciones.

4.2.- Los desechos sólidos no peligrosos que se producen de los materiales de construcción que son utilizados en una obra.

4.3.- El material que se genera en las cimentaciones para estructuras como vías, túneles, ductos, edificios, etc., que debe ser desalojado.

## **DE LOS DEBERES Y OBLIGACIONES**

### **DE LOS PROPIETARIOS Y/O RESPONSABLES TÉCNICOS DE LAS OBRAS**

Art. 5.- Los generadores de escombros no peligrosos, son los principales responsables de su correcta recolección, transporte y descarga al relleno sanitario que haya sido autorizado por la Municipalidad.

El almacenamiento temporal de los escombros no peligrosos es responsabilidad de los que generan los escombros no peligrosos, asumiendo también parte de la responsabilidad de la recolección, transporte y descarga en el relleno sanitario autorizados. Es por esto por lo que los generadores de escombros no peligrosos deberán cumplir con las siguientes disposiciones:

5.1.- Los escombros no peligrosos solo podrán ser almacenados en áreas privadas destinadas para este propósito, y en el caso en que la obra sea de carácter público, se deberá almacenar dichos escombros en lugares en que no afecten a la comunidad en la manera en que se esparzan a espacios públicos o perturben alguna actividad pública.

5.2.- El generador deberá gestionar y/o contratar el servicio para el retiro de escombros no peligrosos de manera inmediata del sitio de la obra y deberá garantizar el transporte al relleno sanitario para su disposición final, o por su parte deberá almacenar estos residuos temporalmente para posteriormente trasladarlos, para esto podrá hacer uso de los contenedores móviles, esto siempre que se cumpla que el volumen que se transportará sea mayor o igual a 4m<sup>3</sup>.

5.3.- Para el adecuado desalojo, el generador deberá hacer uso exclusivamente de las prestatarias autorizadas por la Municipalidad, para el

servicio de recolección de escombros, siempre con la coordinación de la Dirección de Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales (DACMSE).

5.4.- Para cuando sea necesario almacenar temporalmente los escombros no peligrosos en espacios públicos y exista la posibilidad de que estos emitan polvo y partículas contaminantes para el medio ambiente, esto deberán contar con la debida señalización y delimitación, además de estar cubiertos en su totalidad para evitar posibles fugas, que produzcan algún tipo de contaminación, para que de esta manera no exista inconveniente para el paso peatonal o el tránsito vehicular.

5.5.- No se debe arrojar tierra, piedra o desperdicios de cualquier índole en el espacio público.

5.6.- No se debe depositar o almacenar escombros, que puedan originar emisión de partículas al aire, en espacios públicos.

5.7.- No se debe utilizar las zonas verdes para la disposición temporal de escombros, a menos que la zona, de acuerdo con diseños, esté destinada a ser zona de uso distinto, considerando que al terminar la obra se deberá recuperar el espacio público o privado utilizado.

5.8.- Deberá firmar una carta de responsabilidad y aceptación de todas las condiciones de operación que se establecieron en la presente Ordenanza, y además se comprometerá adicionalmente a:

a) Contratar personas naturales o jurídicas para el transporte y descarga de los escombros al relleno sanitario autorizado, estas deberán ser propietarias de vehículos que cumplan con las regulaciones de tránsito y con los requerimientos del Municipio, estos no deberán sobrepasar la capacidad máxima de almacenamiento de los contenedores y además deberán estar debidamente cubiertos a fin de evitar que se boten desperdicios en la vía pública.

b) Los escombros solo deberán ser descargados en los sitios exclusivos y autorizados para tal propósito, por parte de la Municipalidad.

5.9.- Para poder reutilizar el material dentro de la misma obra municipal, deberá cumplir lo siguiente:

a) El uso de este material no deberá contravenir con otras disposiciones que estén contenidas en la presente Ordenanza y su Reglamento.

- b) Que el material a ser reusado cumpla con las especificaciones técnicas de la obra.
- c) Se deberá obtener una autorización por escrito por parte de la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil, a través de la Dirección de Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales; Dirección de Medio Ambiente; y, Dirección de Obras Públicas que apruebe el reúso del material.

ARTÍCULO 6.- Si se incumple con cualquiera de estas disposiciones, por parte del responsable técnico de la obra, y a falta de éste, el propietario de la misma, y es debidamente comprobado, esto será causal de oficio para la aplicación de la multa que se establece en el Art. 12 de la presente Ordenanza.

#### **DE LAS PERSONAS AUTORIZADAS PARA EL TRASLADO Y DESCARGA FINAL DE ESCOMBROS**

ARTÍCULO 7.- Para garantizar una adecuada aplicación y fiel cumplimiento de lo dispuesto en la presente Ordenanza en relación al traslado y descarga final de los escombros, la Municipalidad establece las siguientes disposiciones:

- 7.1.- Las personas naturales o jurídicas autorizadas por la Municipalidad para ejercer trabajos de desalojo de escombros serán las únicas que podrán ejercer estas labores, y deberán hacerlo con vehículos que hayan recibido su acreditación o permiso.
- 7.2.- En algunos casos la Municipalidad podrá revocar el permiso de operación de vehículos, estos son los siguientes:
  - a) Cuando el vehículo no llene todos los requisitos técnicos que se especifican en esta Ordenanza y/o su reglamento, y los que exige la Comisión de Tránsito de la provincia del Guayas.
  - b) En caso de que se compruebe que se esté acarreado desechos peligrosos, o existe mezcla con desechos no contemplados en esta Ordenanza.
  - c) Si existiere descarga de escombros en sitios no autorizados y es comprobado por la Municipalidad.

7.3.- Indistintamente a los requerimientos adicionales que pudiera solicitar la Municipalidad, los requisitos o información que se solicitará a la prestataria autorizada del servicio de recolección de escombros, serán los siguientes:

- a) Datos personales del operador del transporte.
- b) Identificación de las características del vehículo que se utilizará, específicamente en lo que se refiere a volumen, características mecánicas, etc.
- c) Deberán estar claramente identificados (color, logotipo, número de identificación, etc.), de conformidad con lo que la Municipalidad establezca.

## **DE LAS RESPONSABILIDADES MUNICIPALES**

**ARTÍCULO 8.- DETERMINACIÓN DEL SITIO.** - El lugar de disposición final de escombros deberá ser determinado por la Municipalidad, dentro de las instalaciones oficiales (Relleno Sanitario de la ciudad de Guayaquil).

**ARTÍCULO 9.- RESPONSABILIDAD DE DIRECCIONES MUNICIPALES.** – En función del cumplimiento de las previsiones establecidas en la presente Ordenanza, se establecen las siguientes responsabilidades Municipales:

- a) La DACMSE (Dirección de Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales), es la encargada de determinar el o los lugares en los que se deberán depositar los escombros, que deberá ser dentro de las instalaciones del relleno sanitario. Además, deberá otorgar a la correspondiente autorización a los interesados en el desalojo de escombros (generador), previa inspección del sitio.

Si es que se comprueba que el Responsable Técnico Contratista y/o Propietario no está disponiendo sus escombros mediante el sistema de recolección autorizado por la Municipalidad para este fin, producto del seguimiento a realizar por la DACMSE, se dará por escrito a la Dirección de Justicia y Vigilancia, para que se proceda a la sanción de acuerdo a lo establecido en esta Ordenanza.

- b) La Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registros dentro del documento que sirve como requisito para la obtención de la autorización por parte de la Municipalidad para expedir el Registro de Construcción, solicitará una

cuantificación de los escombros que se generarán en la obra, a causa de demoliciones o de procesos constructivos de nuevas obras civiles.

Esta cuantificación deberá ser realizada por el peticionario del Registro de Construcción, en donde deberá especificar el volumen aproximado de los desechos que serán dispuestos en el relleno sanitario, este volumen deberá fluctuar dentro del rango de aproximación entre el  $\pm 10\%$  del volumen realmente desalojado.

Si los escombros son generados por la acción de demolición de obras civiles, el generador deberá incluir en la solicitud de permiso, que otorga la Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registros, una estimación de los desechos que generará, una vez que esta solicitud sea aprobada, será remitida a la DACMSE para que esta proceda al respectivo control a través de los registros de pesaje en el sistema de balanzas del Relleno Sanitario y de los controles que se realizan periódicamente al sitio de demolición que se reporta en dicha solicitud, así también para la Dirección de Medio Ambiente (DMA) para efecto de seguimiento.

Si a través del control de pesaje indica que el generador no está disponiendo los escombros en el relleno sanitario, la DACMSE dará parte por escrito a la Dirección de Justicia y Vigilancia y a la Dirección de Medio Ambiente, para que se proceda a la respectiva sanción, que en este caso será la paralización de los trabajos de demolición, además se ejecutarán las multas correspondientes de acuerdo a lo dispuesto en esta Ordenanza, y otras Ordenanzas que fueran pertinentes.

c) Para el control del ingreso de los desechos generados al lugar de disposición final, la DACMSE emitirá un formulario que deberá ser llenado y verificado a través de inspecciones rutinarias en los lugares de las obras, revisando que las cantidades desalojadas coincidan con las del sistema de pesaje instalado en las instalaciones del relleno sanitario.

Esto servirá para verificar el cálculo que fue declarado por el peticionario y que el material sea depositado en el sitio designado.

Si es que se detecta, a través de estos chequeos rutinarios, que la cuantificación de escombros que fue registrada por el peticionario del Registro de Construcción no se cumplió o que ha rebasado esta cantidad, el peticionario deberá actualizar el registro de cuantificación de desechos en un

plazo no mayor a 48 horas, a través de una solicitud escrita a la DACMSE para que se proceda a los respectivos controles.

En el caso en el que se compruebe que el constructor no se está disponiendo los escombros en el relleno sanitario, a través del control de pesaje de la DACMSE, ésta procederá a dar parte por escrito a la Dirección de Justicia y Vigilancia, para que esta sancione con la respectiva paralización de la obra y además ejecute las multas respectivas de acuerdo a lo dispuesto en esta Ordenanza.

Si son correctamente cumplidas todas las exigencias antes expuestas, el Responsable Técnico de la obra estará habilitado para seguir construyendo.

d) Para la finalización de la obra y previo a la aprobación de la inspección final y certificación de habitabilidad, la DACMSE hará una comparación entre la cantidad de escombros que fue calculada y la que realmente se desalojó y dispuso en el relleno sanitario, esta cantidad certificará el cumplimiento, o no, de la cantidad que fue declarada en el formulario adjunto a los documentos que debieron ser llenados para la aprobación del Registro de Construcción.

e) Además de las respectivas inspecciones que deberá realizar la DACMSE, la Dirección de Justicia y Vigilancia y la Dirección de Medio Ambiente, también realizará inspecciones a las obras con el propósito de comprobar el cumplimiento de todas las obligaciones fijadas respecto del manejo temporal de escombros.

En caso de que existan causas de infracciones a lo que se estipula en la presente Ordenanza, se procederá mediante una de las Comisarías Municipales, a levantar el expediente respectivo y a proceder de conformidad a lo estipulado en el presente instrumento previo cumplimiento de las disposiciones de ley, las ordenanzas y reglamentos municipales vigentes.

## **DE LAS INFRACCIONES Y MULTAS**

### **DE LAS INFRACCIONES**



Art.10.- En concordancia a lo dispuesto anteriormente en la presente Ordenanza, se disponen las siguientes causales de infracciones respecto de los Responsables Técnicos y/o Propietarios de las Obras:

10.1.- Los escombros sean dispuestos en lugares y en formas en que se esparzan por el espacio público y perturben las actividades del lugar.

10.2.- Que las personas contratadas para que realicen las labores de desalojo, sean personas naturales o jurídicas, no registradas y autorizadas por la Municipalidad.

10.3.- Que en lugares en los cuales no han sido correctamente delimitados, señalizados y cubiertos completamente se almacenen temporalmente escombros, de manera que se dificulte el paso peatonal, el tránsito vehicular, o que puedan ocasionar emisión de partículas al aire o al medio ambiente o que puedan producir emisiones de material particulado al aire o arrastre sedimentos hacia los cuerpos hídricos y redes de drenaje naturales o artificiales.

10.4.- Proceder o permitir el que se desaloje escombros dentro del área misma de las instalaciones de la obra, o en su defecto en los solares contiguos a la misma.

10.5.- Arrojar los escombros en espacios públicos.

10.6.- Tirar escombros en áreas fuera del relleno sanitario.

10.7.- En caso de que los generadores o poseedores de escombros cedan a terceros estos materiales para su recogida, transporte y/o descarga en el sitio de disposición final, los generadores o poseedores tendrán que responder solidariamente con aquellos, de cualquier tipo de daño que pudieren producirse por la incorrecta gestión de los mismos, en los siguientes supuestos:

a) Que los escombros sean dispuestos a un transportista que no cuente con la debida autorización, conociendo tal limitación.

b) Que a pesar de que se entregue al transportista autorizado, se conozca que este procederá de manera inadecuada, sin seguir las disposiciones establecidas en la Ordenanza.

Los generadores de escombros tendrán que actuar con la mayor diligencia posible en cuanto a la comprobación del transportista y deberá informarse debidamente del destino de estos.

c) Que se empleen escombros para relleno de riberas y cauces de cuerpos hídricos naturales y artificiales.

d) Serán responsables de los daños que se produzcan en procesos de eliminación por descargas no autorizada los generadores o personas que hayan depositado los escombros.

Art. 11.- En cuanto a la prestataria autorizada para el servicio de recolección de escombros se establecen las siguientes infracciones:

11.1.- Utilizar vehículos no autorizados por la Municipalidad para las labores de desalojo además que no cuente con la debida licencia o permiso otorgado por parte de la Municipalidad.

11.2.- Que se transporte y deposite escombros en rellenos sanitarios no autorizados por la Municipalidad para su disposición final.

11.3.- Transportar escombros sin las debidas precauciones con el propósito de evitar que se rieguen por el espacio público, poniendo en peligro la integridad de bienes y personas.

## **DE LAS SANCIONES**

ARTÍCULO 12.- En caso de contravención por parte de los Responsables Técnicos, Empresas Constructoras y/o Propietarios de obras a cualquiera de las prohibiciones especificadas en el Artículo 10 de la presente Ordenanza, será sancionada de la siguiente forma:

12.1.- La Infracción por primera ocasión en una obra, será causal de una multa equivalente a una (1) vez el salario básico unificado.

12.2.- La infracción por segunda ocasión en la misma obra, será causal de una multa equivalente a cinco (5) salarios básicos unificados.

12.3.- La infracción por tercera ocasión en la misma obra, será causal de una multa equivalente a diez (10) salarios básicos unificados, así también como la paralización de los trabajos.

12.4.- Si es que el Representante Técnico o Propietario, responsable de la obra ya sea pública o privada, ha infringido esta Ordenanza Municipal en lo que respecta a arrojo clandestino de escombros, y si es detectado por la DACMSE mediante los controles periódicos que ejercerá, la Dirección de Obras Públicas Municipales y la Dirección de Medio Ambiente en lo que concierne al cumplimiento del plan de manejo ambiental para las obras

civiles en lo correspondiente a la disposición sanitaria de los desechos sólidos y este ha identificado como responsable de la generación de estos desechos mal dispuestos, se comunicará a las Direcciones de Justicia y Vigilancia y Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registros para que tomen las acciones correspondientes en lo referido a la suspensión temporal de la obra hasta que se proceda con la recolección y transporte de los escombros al relleno sanitario, bajo su costo. Así también se aplicará la multa correspondiente de acuerdo con esta Ordenanza, sin perjuicio de las multas establecidas en otras ordenanzas que fueran aplicables.

Si la Municipalidad hubiese pagado el valor de la recolección, el responsable de la mala disposición de los escombros (responsable técnico y/o propietario) deberá reintegrar dicho valor más los recargos respectivos.

ARTÍCULO 13.- Las prestatarias autorizadas para la recolección de escombros del servicio que no cumpla con lo dispuesto en esta Ordenanza, estarán sujetas a sanciones en caso de incurrir en contravenciones a lo indicado en el Art. 11 de la misma y su Reglamento.

13.1.- Realizar labores de desalojo de escombros en vehículos no autorizados por la Municipalidad, sin contar con la correspondiente licencia o permiso otorgado por parte de la Municipalidad, se la sancionará con la suspensión por caso (vehículo) del permiso otorgado. Podrá integrarse a las labores de acarreo una vez que obtenga la respectiva autorización de la Municipalidad para el vehículo o vehículos suspendidos.

13.1.1.- En caso de reincidir con la contravención antes mencionada se revocará el permiso de operaciones otorgado por la Municipalidad a la prestataria autorizada del servicio de recolección de escombros.

13.2.- Transportar los escombros sin los debidos cuidados con el propósito de evitar que se esparzan por el espacio público, se la sancionará con la suspensión por caso (vehículo) del permiso otorgado. Podrá integrarse a las labores de acarreo cuando se corrijan las deficiencias detectadas en lo que respecta a la recolección y limpieza de los sectores afectados por el esparcimiento de escombros y el acondicionamiento del vehículo o vehículos, para evitar que los escombros caigan en la vía pública.

13.2.1.- En caso de ser reincidente con la contravención antes citada se revocará el permiso de operaciones otorgado por la Municipalidad a la prestataria autorizada del servicio de recolección de escombros.

13.3.- No transportar y no depositar los escombros en el relleno sanitario, sitio autorizado por la Municipalidad para su disposición final, esto será causal de la revocatoria definitiva del permiso de operaciones otorgado por la Municipalidad a la prestataria del servicio de recolección de escombros.

El transportista que infringiera esta norma y sea encontrado in fraganti por los órganos competentes de control citados en esta ordenanza y las demás vigentes, será aprehendido y puesto a órdenes de las autoridades de policía correspondientes a fin de que sea sancionado conforme lo previsto en el Art. 607-A, del Código Penal, relativo a las contravenciones ambientales.

ARTÍCULO 14.- Todo lo anterior sin perjuicio, en los casos que fuere aplicable, de lo dispuesto en la ORDENANZA QUE REGULA LA OBLIGACIÓN DE REALIZAR ESTUDIOS AMBIENTALES A LAS OBRAS CIVILES, Y A LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES, COMERCIALES y DE OTROS SERVICIOS, UBICADOS DENTRO DEL CANTÓN GUAYAQUIL y otras Ordenanzas que fueren pertinentes (M.I. Consejo Cantonal de Guayaquil, 2006).

En resumen, es obligación de todas las partes involucradas en el proceso, el contribuir y cumplir con la ordenanza dispuesta para el buen manejo y disposición de los residuos de construcción y demolición, siendo de vital importancia saber identificar cuáles son las responsabilidades de cada uno.

Los propietarios de la obra, empresa o contratista y responsable técnico de la misma, que son los generadores de residuos tienen la obligación de hacerse responsables de estos durante el proceso de recolección, transporte y descarga al relleno sanitario autorizado, así como el correcto almacenamiento de los mismos en la obra de ser necesario, deberá gestionar y/o contratar personal autorizado para el traslado de los mismos y hacerse responsable de que su transporte sea el adecuado, así como su descarga en los sitios autorizados por las autoridades pertinentes.

Las personas autorizadas para transportar y descargar los escombros son responsables de realizar esta labor adecuadamente cumpliendo las regulaciones indicadas, así como de contar con los vehículos y permisos calificados para tal tarea.

Por último, existen las responsabilidades que deben cumplir las municipalidades, entre las que están la determinación del sitio adecuado para el depósito de los escombros, como los son los rellenos sanitarios, también es responsabilidad de los entes regulatorios el verificar que se cumpla con lo establecido en la ordenanza, haciendo los respectivos controles.

Es necesario conocer, cómo se indica en la ordenanza, que el incumplimiento de estas puede traer graves multas y sanciones, desde multas económicas hasta el de la paralización de la obra, en caso de ser reincidente, es por esto que es necesario estar al tanto de la ordenanza dispuesta, para de esta manera saber cómo se debe proceder ante el tema de escombros y otros residuos de construcción que tan importante son hoy en día.

## **b) METODOLOGÍA A UTILIZAR**

### **Selección de obra**

Para la selección de una obra de estudio, es importante tener en cuenta las características de la misma, considerando así mismo las características del mercado en nuestra ciudad, analizando parámetros habituales en la construcción de viviendas en nuestro medio.

Es importante la correcta selección de una obra de edificación común, tipo estándar, cuyo análisis sea replicable, para tener un análisis preciso que represente al sector de la vivienda en la ciudad de Guayaquil.

## **Cantidad de residuos de construcción y demolición generados – Toma de datos**

Las cantidades totales de residuos generados en la obra objeto de estudio se obtendrán utilizando dos métodos:

- Un **método experimental**, el cual consiste en la recopilación de la información obtenida en obra, mediante la aplicación de equipos de medición y peso, así como el uso de memorias de cálculo, planos, libros de obra y otros recursos usados en obra.
- Debido a la dificultad que representa la aplicación de un método como el experimental, en ciertos rubros, se recurre entonces a un **método teórico**, que consiste básicamente en la aplicación de procesos y metodologías expuestas en investigaciones, así como de plantillas y tablas para la obtención de residuos de construcción y demolición e indicadores.

Para cuantificar los residuos de construcción y demolición generados, es necesario aplicar una metodología eficaz y precisa, que nos permita llevar un control de estos de manera sencilla y rápida, existen varias propuestas desarrolladas en investigaciones que pueden ser aplicadas para tal objeto, en este trabajo investigativo se aplicará una metodología de cuantificación desarrollado en un modelo de presupuesto (Llatas, et. al., 2012), que básicamente consiste en transformar todas las cantidades presupuestadas, en cantidades de residuos de construcción, utilizando porcentajes de residuos de construcción y demolición para las diferentes actividades de construcción de edificaciones e infraestructuras, obtenidas para países con procedimientos de construcción similares al nuestro.

Es importante contar con un plan de manejo para los residuos de construcción y demolición en el lugar de la obra, es por eso que existen varias propuestas para llevar cabo el correcto manejo de los residuos de

construcción y demolición en obra, a continuación, se recopilan los pasos más importantes que se deben seguir para un adecuado plan de manejo:

1.- Se debe conocer quién es el responsable de preparar el plan de manejo de los residuos de construcción y demolición y asegurarse que sea debidamente ejecutado

2.- Identificar las diferentes etapas constructivas que se llevaran a cabo en la obra y los residuos de construcción o demolición que conllevan estas, así como las cantidades y tipos de residuos producidos en estas etapas.

3.- Seleccionar una adecuada opción para la gestión de los residuos de construcción y demolición, con especial atención a los residuos peligrosos que se puedan generar en la obra, teniendo diferentes opciones, entre las que pueden estar dentro del sitio de la obra o fuera de ella.

4.- Identificar los sitios y contratistas que llevará a cabo la gestión de los residuos, siempre certificándose que los contratos sean adecuados respetando las leyes locales del sitio de trabajo, así como el respectivo tratamiento de los mismos.

5.- De ser necesario se deberá capacitar al personal que estará involucrado en el plan de manejo, de tal manera que comprenda perfectamente las etapas y actividades necesarias para ejecutar de manera adecuada el plan de manejo de residuos de construcción y demolición.

6.- Plantear los objetivos que se esperan conseguir en base a porcentajes o cantidades de residuos en la obra.

7.- Determinar las cantidades de residuos de construcción y demolición en el lugar de la obra, y compararlos contra las calculadas en nuestro plan de manejo.

8.- Supervisar que nuestro plan de manejo de residuos de construcción y demolición se ejecute adecuadamente día a día, y estar preparado para cambios necesarios que se tengan que realizar en el plan si las circunstancias lo ameritan.

9.- Realizar una revisión del como funcionó el plan de manejo de los residuos de construcción y demolición al final de la obra, establecer los puntos altos y bajos del mismo, intercambiar ideas y experiencias con los profesionales involucrados en el plan, con miras a mejorar la realización de estos planes.

10.- Para finalizar, se puede hacer una comparación entre los porcentajes alcanzados en el lugar de la obra, con los que se calcularon en nuestro plan de manejo de residuos, y en base a esto se analiza los puntos que se deben mejorar y cuales fueron satisfactorios.

### **Método para la recopilación de información y soportes**

Para la recopilación de datos se usará una técnica sencilla y práctica, la cual involucra el uso de recursos accesibles y eficaces, tal como se detalla a continuación (Vásquez y Angulo, 2003).

Recursos: Esto se refiere a todo lo relacionado con objetos físicos, tales como grabadoras, cámaras fotográficas, etc.

Estrategias: Se pueden aplicar estrategias interactivas y sociales, mediante el uso de la observación, entrevistas sociales, fotografías, textos, etc.

Soportes: Estos pueden ser cuadernos de campo, voces y rostros de las personas involucradas, entre otros.





**Ilustración 9:** Técnicas de recogida de información y soportes

**Fuente:** (Vásquez y Angulo, 2003)

### **Levantamiento de la información para el análisis de los escombros y restos de construcción del sector vivienda en la ciudad de Guayaquil**

Para el análisis de los escombros y restos de construcción del sector vivienda, en la ciudad de Guayaquil, construidas con permisos municipales, se lo realizó en base a lo siguiente:

- Permisos de construcción que concede el Municipio de Guayaquil para construcciones, remodelaciones, ampliaciones, con el propósito de obtener los metros cuadrados de construcción.
- Encuestas realizadas a profesionales (ingenieros y arquitectos) y personas afines al medio de la construcción, con el fin de medir el conocimiento que poseen en cuanto a los residuos de construcción y demolición y de la gestión de los mismos en el lugar de la obra y de su respectivo tratamiento.

- Información relacionada al tema, de los diferentes departamentos involucrados en la gestión de los residuos de construcción y demolición, correspondiente a la Municipalidad de Guayaquil y sus distintos departamentos tales como: Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales, Uso del Espacio y Vía Pública y Medio Ambiente, con el propósito de determinar las regulaciones y normas que rigen para el manejo y control de los residuos en la ciudad de Guayaquil.

### **Metodología para la estimación de la cantidad de residuos de construcción y demolición generados, propuesta por la Universidad de Sevilla**

La estimación adecuada de los residuos de construcción y demolición que se generan en una obra, debe ser lo más apegado a la realidad, ya que es una tarea de vital importancia que debe ser desarrollada con gran responsabilidad, de esta tarea va a depender que nuestro plan de manejo sea correcto, así como la selección de los materiales valorizables que pueden ser reutilizados, o aquellos que se deben eliminar con un tratamiento adecuado, de esto también dependerá las medidas de prevención que se puedan tomar para reducir estos residuos, las operaciones de control y tratamiento que deban ejecutarse en la obra, para el transporte de los mismos fuera de la obra.

#### **1. Identificar los residuos de construcción y demolición**

El primer paso para la estimación de los residuos generados es identificar que residuos son los que se producirán en la obra, para este propósito se puede hacer uso de listas presentadas en estudios, investigaciones y normativas, como la lista europea de residuos, el cual consta de 20 capítulos codificados, siendo el capítulo 17 (residuos de la construcción y demolición) el que nos permita identificar la mayor cantidad de residuos generados en obra, sin dejar pasar ciertos capítulos, donde pueden existir otros residuos que se puedan generar a lo largo de la obra.

17	RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)
17 01	Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos
17 01 01	Hormigón
17 01 02	Ladrillos
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
17 01 06*	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06
17 02	Madera, vidrio y plástico
17 02 01	Madera
17 02 02	Vidrio
17 02 03	Plástico
17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas
17 03	Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados
17 03 01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01
17 03 03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
17 04	Metales (incluidas sus aleaciones)
17 04 01	Cobre, bronce, latón
17 04 02	Aluminio
17 04 03	Plomo
17 04 04	Zinc
17 04 05	Hierro y acero
17 04 06	Estaño
17 04 07	Metales mezclados
17 04 09*	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10

17 05	Tierra (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje
17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
17 05 05*	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05
17 05 07*	Balasto de vías férreas que contiene sustancias peligrosas
17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07
17 06	Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto
17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto
17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que consisten en sustancias peligrosas o contienen dichas sustancias
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03
17 06 05*	Materiales de construcción que contienen amianto
17 08	Materiales de construcción a base de yeso
17 08 01*	Materiales de construcción a base de yeso contaminados con sustancias peligrosas
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01
17 09	Otros residuos de construcción y demolición
17 09 01*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
17 09 02*	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a base de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB)
17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03

**Tabla 4:** Listado de Residuos, Capítulo 17 – Residuos de la construcción y demolición

**Fuente:** (Diario oficial de la Unión Europea, 2014)

## 2. Estimación de cantidades generadas por cada clase de residuo

Para el cálculo de cantidades de residuos de construcción y demolición, es necesario comenzar con la medición de la obra que realiza el proyectista, mediante el presupuesto, para luego proceder a aplicar el modelo de presupuestación anteriormente mencionado (Ramírez et al, 2002).

Puesto que las unidades y criterios de medición, que se encuentran en los presupuestos y partidas de obra, muchas veces no coincidirán con las requeridas para la transformación a los residuos de construcción y demolición, es necesario la aplicación de una serie de coeficientes de transformación, que nos servirán para aplicación de este método, a continuación, se hace referencia a estos coeficientes:

**CR: Coeficiente Residuo.** Este coeficiente nos sirve para medir la parte del elemento constructivo origen que se convierte en residuo. Por ejemplo, si se quiere conocer la parte que se convierte en residuo de la partida demolición en una obra, se consideraría que el 100% se convierte en residuos, por lo tanto, el coeficiente sería 1, sin embargo, si lo que se está midiendo son pérdidas del elemento constructivo y se estima un 5 %, el coeficiente sería de 0,05.

**CC: Coeficiente Conversión.** Coeficiente que nos permite convertir la unidad de medida de una partida o rubro del presupuesto, en la unidad requerida para la consiguiente transformación a residuos de construcción y demolición. Por ejemplo, si se requiere obtener las toneladas de hormigón y el rubro nos muestra la medida en m<sup>3</sup> de hormigón, se necesita conocer la densidad media del hormigón, en este caso sería 2,5 t/m<sup>3</sup> y el coeficiente por tanto es 2,5.

**CT: Coeficiente Transformación.** Coeficiente usado para transformar el criterio de medición de la partida o rubro de origen en el criterio de medición de la partida o rubro requerido. Por ejemplo, si quisiéramos obtener la cantidad de m<sup>3</sup> de tierras, en perfil esponjado, y en el rubro del presupuesto se muestra en m<sup>3</sup> de excavación de tierras en perfil natural, tenemos que

conocer la estimación de esponjamiento de esta, por ejemplo, un 30%, por lo tanto, el coeficiente sería 1,30.

Una vez realizada la medición completa de todos los residuos identificados, es necesario expresar la estimación de las cantidades totales de cada tipo de residuos, en m<sup>3</sup> y en toneladas o kilogramos. Si se ha hecho esta medición en una de las unidades (m<sup>3</sup> o toneladas), es necesario conocer la densidad del material y así poder obtener la cantidad expresada en la otra unidad.

Ya conocidas todas las cantidades totales que se generan en la obra, es necesario calcular el peso por cada tipo de residuo que se produce, para este propósito se puede hacer uso de datos y tablas obtenidas de estudios e investigaciones como los que presenta la Comunidad Autónoma de Madrid, que se expone en el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006.

No Pétreos	
Asfalto	5,00%
Madera	4,00%
Metales	2,50%
Papel	0,30%
Plástico	1,50%
Vidrio	0,50%
Yeso	0,20%
Pétreos	
Arena, grava y otros áridos	4,00%
Hormigón	12,00%
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	54,00%
Piedra	5,00%
Peligrosos	
Basuras	7,00%
Potencialmente peligrosos y otros	4,00%

**Tabla 5:** Composición de residuos de construcción y demolición (%)

**Fuente:** (Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición, 2006)

Finalmente, para la presentación de las cantidades finales de residuos en toneladas o kilogramos y metros cúbicos, como requiere esta metodología, es necesario la utilización de los pesos específicos de cada residuo, como ya se expuso anteriormente en el procedimiento de transformación, a continuación, se presenta una tabla como ejemplo de algunas densidades, obtenidos del Código Técnico de la Edificación - Documento Básico - Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación/Anejo C (CTE-DB-SE/AC).

<b>t/m<sup>3</sup></b>	<b>Concepto</b>
2,40	Hormigón
1,35	Cerámica
2,50	Vidrio
2,70	Aluminio
7,70	Hierro y acero
7,50	Metales mezclados
1,70	Tierras
0,025	Lana de roca
1,50	Yeso
1,10	Papel
1,40	Plástico
4,00	Madera

**Tabla 6:** Densidades de los materiales

**Fuente:** (CTE-DB-SE, 2009)

### **Obtención de indicadores para la cantidad de residuos de construcción y demolición generada en la obra del caso de estudio**

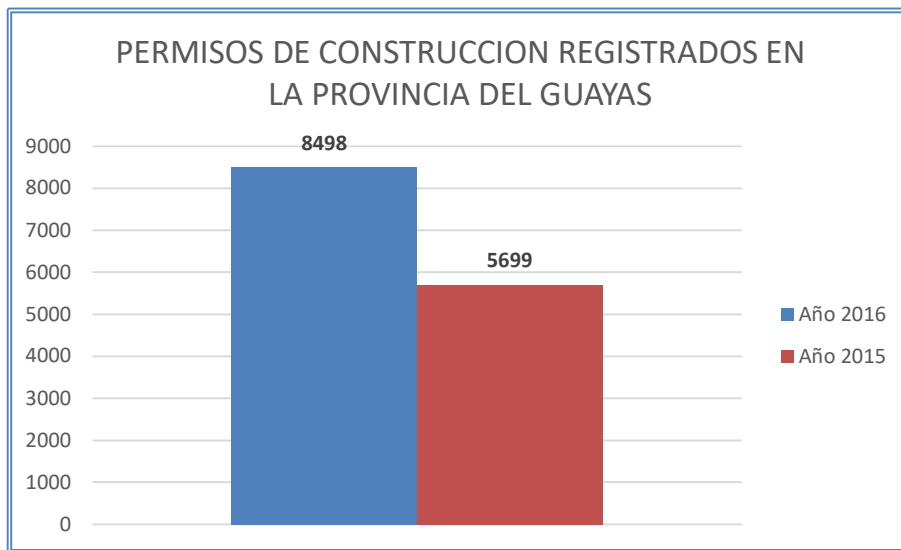
Para la obtención del indicador de residuos de construcción y demolición generados en obra, es necesario conocer el área de construcción de la obra, así como cantidad de residuos sólidos y el porcentaje total de desperdicios calculado anteriormente.

Este indicador nos permitirá ponderar mediante un valor numérico a los residuos de construcción y demolición para la obra.

### c) ANÁLISIS DEL SECTOR VIVIENDA EN GUAYAQUIL

Para la realización del análisis del sector viviendas en la ciudad de Guayaquil es necesario conocer información y estadísticas relacionadas al sector, es por eso que se hará uso de tablas y gráficos para exponer los resultados y hacer el respectivo análisis.

En el 2016 se registraron 8.498 permisos de construcción en la provincia del Guayas, presentando un aumento del 49.11% con relación al 2015, en el que se registraron 5.699 permisos.

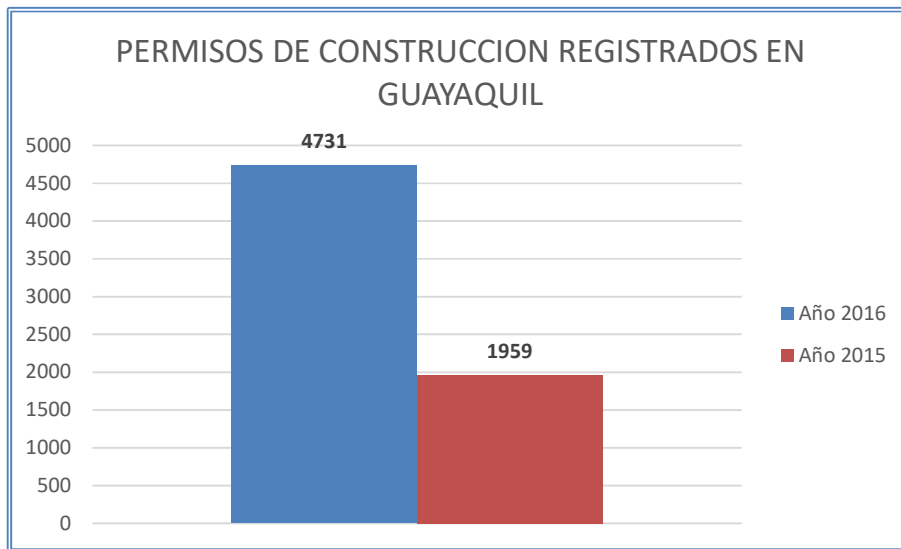


**Ilustración 10:** Permisos de construcción en el año 2016 y 2015 en Guayas

**Fuente:** (Instituto Nacional de Estadística y Censos. Encuesta de Edificaciones, 2016)

En Guayaquil se registraron 4.731 permisos de construcción en el año 2016, 1.959 permisos en el 2015, presentado un incremento del 141.5 %.





**Ilustración 11:** Permisos de construcción en el año 2016 y 2015 en Guayaquil

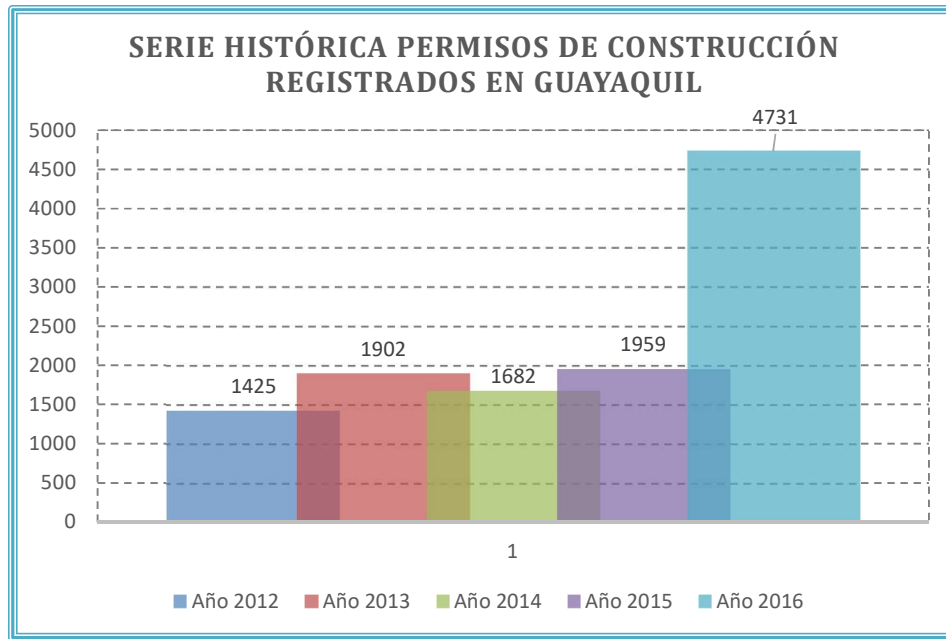
**Fuente:** (INEC. Encuesta de Edificaciones, 2016)

En una serie histórica presentada para los años desde el 2012 hasta el 2016, se muestra la variación en el número de permisos de construcción registrados en la ciudad de Guayaquil, en el cual se puede observar como se ha desarrollado el sector de la construcción en la ciudad.

Años	No. Permisos
2012	1425
2013	1902
2014	1682
2015	1959
2016	4731

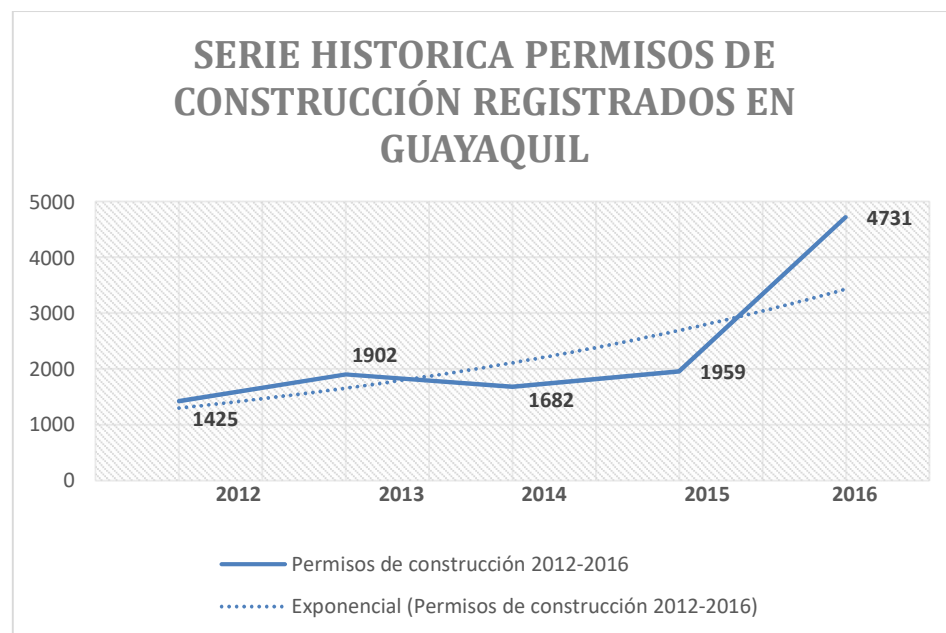
**Tabla 7:** Permisos de construcción desde los años 2012 a 2016 en Guayaquil

**Fuente:** (INEC. Encuesta de Edificaciones, 2012-2013-2014-2015-2016)



**Ilustración 12:** Gráfica permisos de construcción desde los años 2012 a 2016 en Guayaquil

**Fuente:** (INEC. Encuesta de Edificaciones, 2012-2013-2014-2015-2016)



**Ilustración 13:** Gráfica exponencial permisos de construcción desde los años 2012 a 2016 en Guayaquil

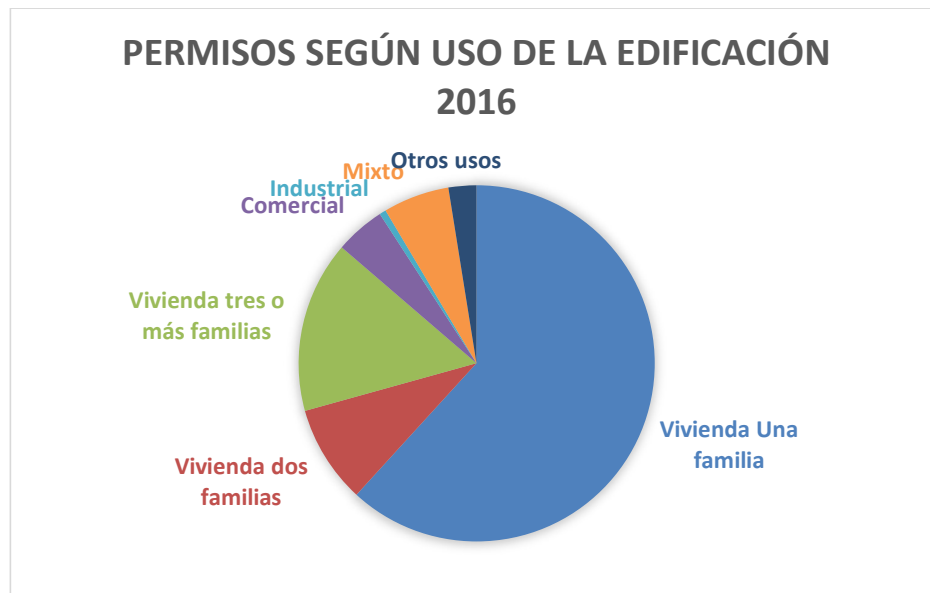
**Fuente:** (INEC. Encuesta de Edificaciones, 2012-2013-2014-2015-2016)

Es importante conocer para estos permisos de construcción, cuantos corresponden para el uso de viviendas, a continuación, se muestra la cantidad y porcentaje de estas, y cuanto corresponde para uso de otras edificaciones en el año 2016.

USO DE LA EDIFICACIÓN	# PERMISOS	PORCENTAJE
Vivienda Una familia	2924	61,8%
Vivienda dos familias	421	8,9%
Vivienda tres o más familias	738	15,6%
Comercial	215	4,6%
Industrial	28	0,6%
Mixto	284	6,0%
Otros usos	121	2,6%

**Tabla 8:** Uso de edificaciones según permisos de construcción año 2016 en Guayaquil

**Fuente:** (INEC. Encuesta de Edificaciones, 2016)



**Ilustración 14:** Gráfica Uso de edificaciones según permisos de construcción año 2016 en Guayaquil

**Fuente:** (INEC. Encuesta de Edificaciones, 2016)

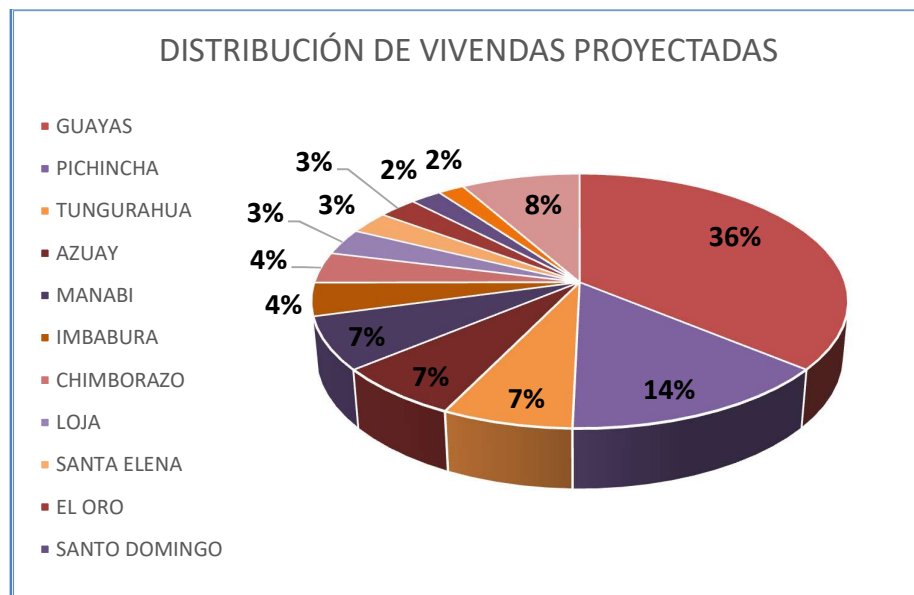
Con esto podemos concluir que el 86,3 % de los permisos de construcción son para viviendas, es decir 4.083 permisos.

Con respecto al número de viviendas proyectadas en el año 2016, se proyectaron construir 58.675 viviendas en el Ecuador, de las cuales 11.818 viviendas se registraron en Guayaquil, es decir el 16%, siendo el lugar con mayor número de viviendas proyectadas.

	# VIVIENDAS
<b>GUAYAS</b>	21103
GUAYAQUIL	11818
<b>PICHINCHA</b>	8451
<b>TUNGURAHUA</b>	4033
<b>AZUAY</b>	3969
<b>MANABI</b>	3950
<b>IMBABURA</b>	2467
<b>CHIMBORAZO</b>	2303
<b>LOJA</b>	1955
<b>SANTA ELENA</b>	1667
<b>EL ORO</b>	1584
<b>SANTO DOMINGO</b>	1271
<b>LOS RIOS</b>	1072
<b>RESTO DEL PAIS</b>	4850

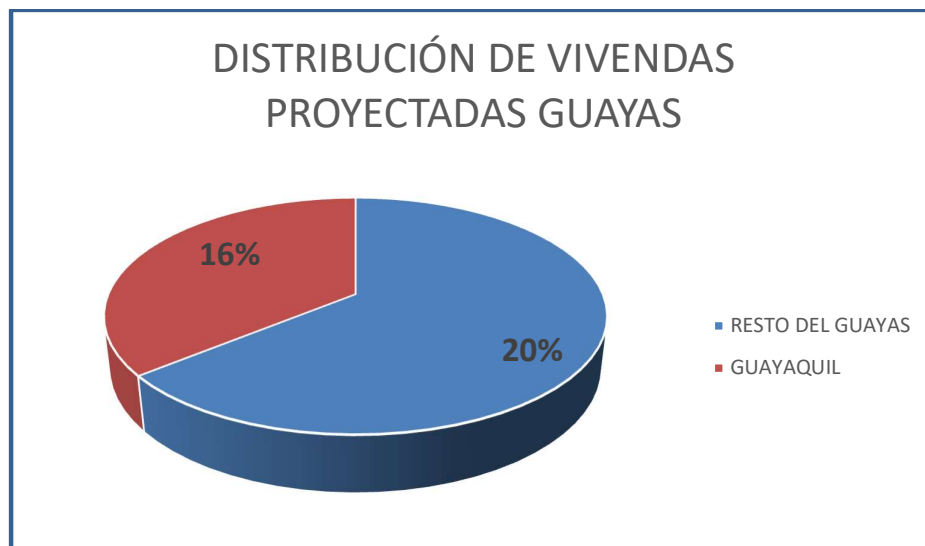
**Tabla 9:** Distribución de viviendas proyectadas en el año 2016

**Fuente:** (INEC. Encuesta de Edificaciones, 2016)



**Ilustración 15:** Gráfica Distribución de viviendas proyectadas en el año 2016

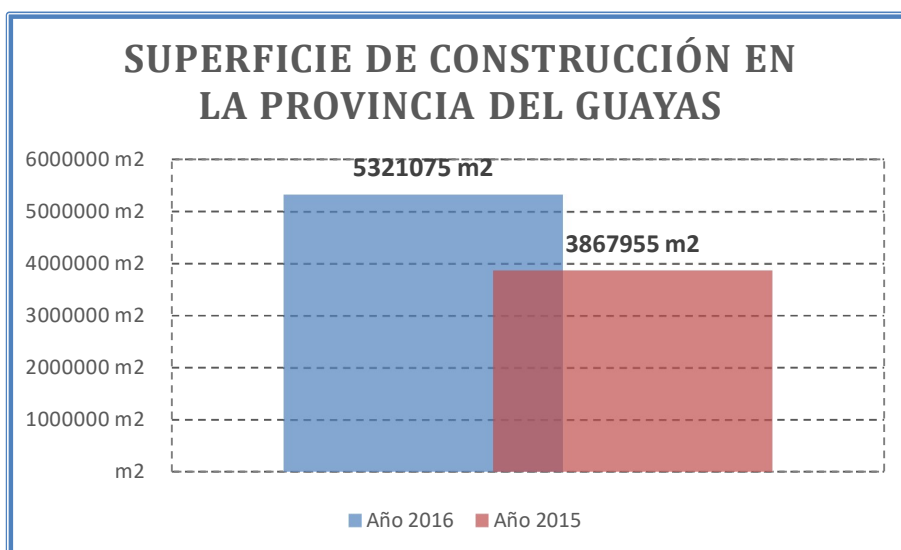
**Fuente:** (INEC. Encuesta de Edificaciones, 2016)



**Ilustración 16:** Gráfica Distribución de viviendas proyectadas en el año 2016 en la Provincia del Guayas

**Fuente:** (INEC. Encuesta de Edificaciones, 2016)

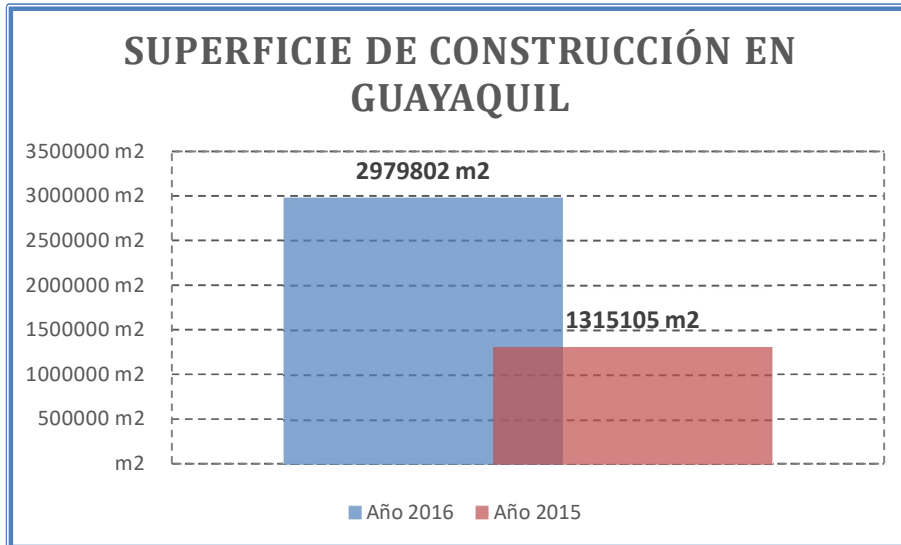
Uno de los factores más importantes a analizar es el área de construcción de las viviendas en Guayaquil, en el año 2016 la superficie de construcción fue de 5.321.075 m<sup>2</sup> en la provincia del Guayas, en el año 2015 fue de 3.867.955 m<sup>2</sup>, representando un incremento del 37,6% entre los dos años.



**Ilustración 17:** Superficie de construcción en el año 2016 en la Provincia del Guayas

**Fuente:** (INEC. Encuesta de Edificaciones, 2016)

En la ciudad de Guayaquil, la superficie de construcción fue de 2.979.802 m<sup>2</sup> en el año 2016, mientras que en el 2015 fue de 1.315.105 m<sup>2</sup>, representando esto un incremento del 126,6%.



**Ilustración 18:** Superficie de construcción en el año 2016 en la ciudad de Guayaquil

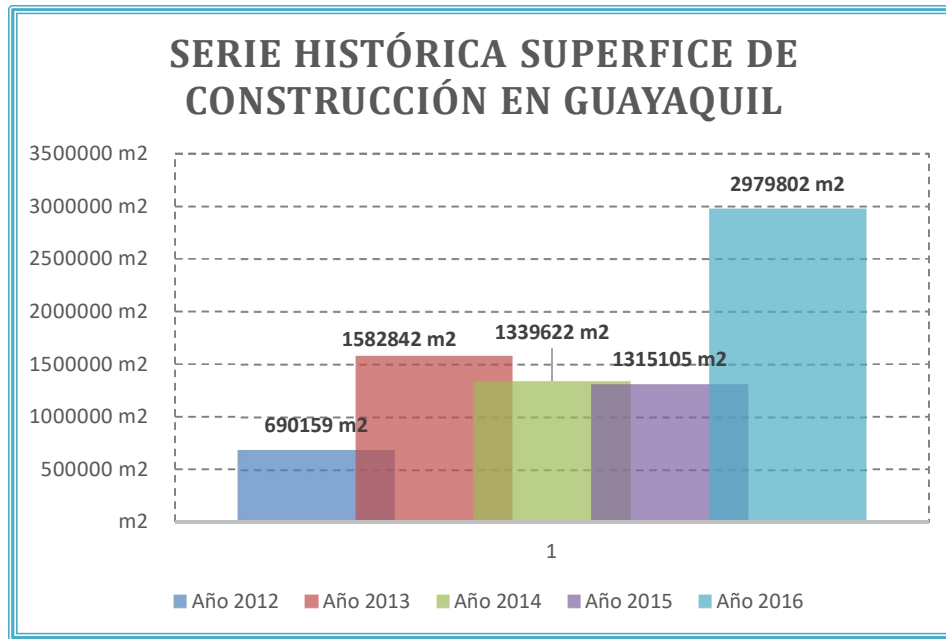
**Fuente:** (INEC. Encuesta de Edificaciones, 2016)

Es importante mostrar el cambio que se ha producido a lo largo de los años en este aspecto, a continuación, se presenta la serie histórica desde el año 2012 hasta el año 2016, donde se puede observar la variación de m<sup>2</sup> de construcción en la ciudad de Guayaquil.

Años	Superficie de construcción
2012	690159 m <sup>2</sup>
2013	1582842 m <sup>2</sup>
2014	1339622 m <sup>2</sup>
2015	1315105 m <sup>2</sup>
2016	2979802 m <sup>2</sup>

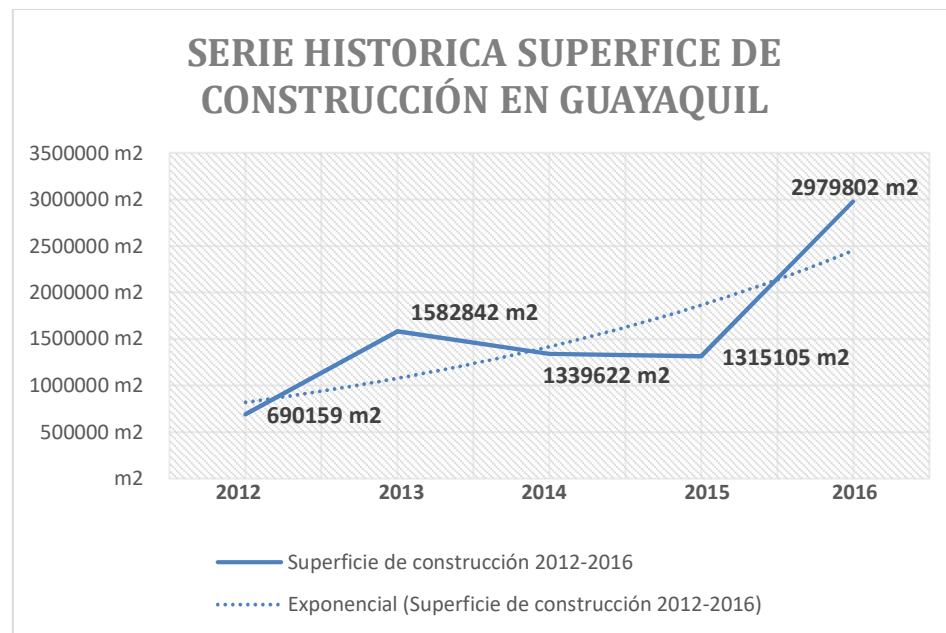
**Tabla 10:** Superficie de construcción desde los años 2012 hasta 2016 en Guayaquil

**Fuente:** (INEC. Encuesta de Edificaciones, 2012-2013-2014-2015-2016)



**Ilustración 19:** Gráfica superficie de construcción desde los años 2012 hasta 2016 en Guayaquil

**Fuente:** (INEC. Encuesta de Edificaciones, 2012-2013-2014-2015-2016)



**Ilustración 20:** Gráfica exponencial superficie de construcción desde los años 2012 hasta 2016 en Guayaquil

**Fuente:** (INEC. Encuesta de Edificaciones, 2012-2013-2014-2015-2016)

Se puede observar que los m<sup>2</sup> de construcción a lo largo de estos años tienden a bajar y subir, por lo que predecir cantidades para años futuros es una tarea un poco complicada, ya que depende de factores externos que varían constantemente y afectan de forma directa al sector.

Teniendo en cuenta esto, se puede plantear una ecuación que nos ayude a predecir la superficie de construcción futura, considerando algunas variables que puedan afectar directamente al tema de superficies de construcción en la ciudad de Guayaquil, por medio del análisis de los datos históricos anteriormente planteado, podemos deducir que las superficies de construcción son muy variables y no siguen una tendencia determinada, es por esto que se considera que lo más adecuado para la estimación de estas superficies, es el uso de una regresión múltiple, aplicando, como se mencionó anteriormente, variables que nos ayuden a determinar el comportamiento de las superficies de construcción en la ciudad.

En la regresión múltiple modelizamos la relación que existe entre una variable dependiente y dos o más variables independientes a través de una función lineal. Lo que se pretende modelizar con esto, es la relación entre variables con la finalidad última de poder pronosticar una de ellas: la variable dependiente, a partir del conocimiento de las otras: las variables independientes.

$$y=a_1x_1+a_2x_2+\dots+a_dx_d+b$$

donde  $a_1, a_2, \dots, a_d$  y  $b$  son los coeficientes del modelo y  $x_1, x_2, \dots, x_d$  son las variables independientes conocidas.

Para deducir la ecuación mediante regresión múltiple, se han considerado las siguientes variables independientes: Población total, PIB total (Producto Interno Bruto) y PIB de construcción.



De esta manera podemos plantear la siguiente información, para deducir la superficie de construcción del año 2017 (variable dependiente) en Guayaquil:

AÑO	Superficie m2 construida	PIB TOTAL (miles 2007)	PIB CONST. (miles 2007)	POBLACION	PESO PIB EN PIB TOTAL
2007	568.020	51.007.777	4.016.663	14.086.485	7,87%
2008	491.710	54.250.408	4.371.989	14.326.540	8,06%
2009	476.710	54.557.732	4.494.958	14.569.455	8,24%
2010	506.670	56.481.055	4.649.097	14.813.001	8,23%
2011	416.496	60.925.064	5.465.092	15.055.986	8,97%
2012	690.159	64.362.433	6.132.321	15.298.387	9,53%
2013	1.582.842	67.546.128	6.586.767	15.540.403	9,75%
2014	1.339.622	70.243.048	7.062.413	15.782.114	10,05%
2015	1.315.105	70.353.852	6.938.895	16.023.640	9,86%
2016	2.979.802	69.321.410	6.324.245	16.272.968	9,12%
2017		70.361.231	6.419.109	16.526.175	9,12%

**Tabla 11:** Información usada para la aplicación de regresión múltiple

**Fuente:** (INEC. Banco Central del Ecuador, 2017)

Haciendo uso de Excel, mediante la herramienta Análisis de Datos, aplicamos la opción regresión a la información planteada, de esta manera el resultado de la regresión múltiple nos da la siguiente información:

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics							
Multiple R	0,894818209						
R Square	0,800699627						
Adjusted R Square	0,701049441						
Standard Error	441158,7336						
Observations	10						

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	3	4,6914E+12	1,5638E+12	8,035104172	0,015966365
Residual	6	1,16773E+12	1,94621E+11		
Total	9	5,85913E+12			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	-11137604,68	11149682,73	-0,998916736	0,35640139	-38419895,5	16144686	-3,8E+07	16144686
PIB TOTAL (miles 2007)	0,558639981	0,457565845	1,220895282	0,267922119	-0,560983307	1,678263	-0,56098	1,678263
PIB CONST. (miles 2007)	-2,886577915	1,897215429	-1,521481362	0,178959751	-7,528896834	1,755741	-7,5289	1,755741
POBLACION	-0,410567546	1,858621441	-0,220898961	0,832496389	-4,958450377	4,137315	-4,95845	4,137315

**Tabla 12:** Resultados del análisis mediante regresión múltiple

**Fuente:** (Excel, 2018)

De esta manera obtenemos los coeficientes para nuestra ecuación:

$$Y_{2017} = -11.137.605 + 0,5586399811 x_1 - 2,8865779155 x_2 - 0,4105675459 x_3$$

Donde X1, X2 y X3 son las variables PIB total, PIB de construcción y población respectivamente, para el año en análisis, entonces si reemplazamos cada variable nos queda:

$$Y_{2017} = -11.137.605 + 70.361.231 + 6.419.109 + 16.526.175 - 2,8865779155 x_2 - 0,4105675459 x_3$$

$$Y_{2017} = 2.854.624$$

Así, el resultado de nuestra ecuación nos indica que para el año 2017, en Guayaquil, habrá 2.854.624 m<sup>2</sup> de construcción.

De esta manera se puede concluir que el sector de las viviendas en Guayaquil es muy variable y no sigue una tendencia que pueda ser explicada sino con un conjunto de varias variables y un análisis específico, de acuerdo con la situación del país y otros aspectos que influyen en este sector.

#### **d) ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR LOS CONSTRUCTORES**

##### **i) POBLACIÓN Y MUESTRA**

Para el propósito de este trabajo investigativo, que busca medir el grado de conocimiento que poseen nuestros profesionales en la construcción y todas las personas relacionadas al medio, con respecto a los residuos de construcción y demolición, se realizó una encuesta a ingenieros civiles,

arquitectos y personas que trabajan en el campo de la construcción en nuestra ciudad, considerando para tal efecto un diseño estratificado por racimo para un modelo probabilístico, en base a, n número de personas a cargo de construcciones en Guayaquil, según la estadística obtenida para los permisos de construcción otorgados en el año 2016 en la ciudad de Guayaquil, se considerará 4500 personas.

### Tamaño de la Muestra

Para determinar el tamaño de la muestra que se empleará en este estudio, para las encuestas a profesionales y personas afines a la construcción, se tomó en cuenta tres aspectos importantes:

- Carácter de la población: finito o infinito.

En el cuál las fórmulas de estadística generales para determinar el tamaño de una muestra nos indica que:

Poblaciones finitas = menos de 100.000 elementos.

Poblaciones infinitas = más de 100.000 elementos.

- Error muestral permitido para el estudio, el cual para este caso se considerará un +/- 10%.
- Estimado nivel de confianza del muestreo, trabajaremos con un 95% de probabilidad de que nuestros resultados sean ciertos.

En base a estos aspectos definidos procedemos a calcular el tamaño de la muestra requerido, sabiendo que nuestra población es finita y para tal la fórmula es la siguiente:

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + p * q * z^2}$$

En donde:

n= Tamaño de la muestra (número de encuestas que vamos a hacer).

z= Varianza de la muestra o nivel de confianza de la misma, expresada como porcentaje, en nuestro caso elegimos 95% (probabilidad de ocurrencia).

z= Constante dependiente de la varianza de la muestra (nivel de confianza), para nuestro caso será 1,65 (obtenido de tabla de probabilidades de una normal estándar).

p= Variabilidad del fenómeno, es decir la prevalencia de esta, tomaremos un 60% de variabilidad.

q= Complemento de p, es decir el porcentaje de no prevalencia; (100% - 60%) = 40%.

N= Tamaño de la población, como se mencionó anteriormente será 4.500 personas.

e= Error permitido de la muestra, +/- 10%.

No= Valor resultante de la relación  $z^2 * p * q$

Se procede a reemplazar en la fórmula los datos ya conocidos para No.

$$No = \frac{z^2 * p * q}{e^2}$$

Del cual obtenemos como resultado:

$$No = \frac{1.65^2 * 0.6 * 0.4}{0.1^2}$$

$$No = 65,34$$

Y aplicando la fórmula para obtener la muestra estratificada por racimo con base a n, nos queda:

$$n = \frac{No}{z} + \frac{(No - 1)}{N}$$

Reemplazando valores;

$$n = \frac{65,34}{0,95} + \frac{(65,34 - 1)}{4500}$$

$$\underline{n= 68,7932}$$

Por lo que es necesario realizar 70 encuestas, para poder realizar un análisis adecuado, se obtuvo respuesta de 73 encuestados, cantidad un poco mayor a la requerida que no afecta a nuestro estudio.

## ii) ENCUESTA TIPO

Para la encuesta orientada a los profesionales de la construcción y personas afines a la misma se preparó un cuestionario acorde a los mismos, con preguntas de conocimiento sobre el sector en que se desenvuelven, capaces de responder, considerando el área de interés de este trabajo investigativo, teniendo como propósito conocer lo siguiente:

- El grado de conocimiento en el área de la construcción sobre los residuos generados en las construcciones y demoliciones.
- Si los profesionales y personas en el medio tienen conocimiento de que existen residuos que pueden ser aprovechables.
- Como proceden con respecto al manejo de los residuos, si cuentan con metodologías y procesos para la correcta disposición de estos.
- Si los constructores en nuestra ciudad cuentan con áreas delimitadas y señalizadas para el almacenamiento de los residuos y si se clasifica adecuadamente.
- Si están informados de los lugares autorizados por la Municipalidad para el desalojo y descarga de escombros y residuos no valorizables.

- Tienen consciencia de cuáles son las ordenanzas Municipales que norman la gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Si manejan metodologías y procesos para cuantificar residuos de construcción y demolición y si las personas conocen sobre estos.
- Tener una idea de cómo se maneja el mercado en nuestro medio, en cuanto a los materiales reciclables, si conocen sobre estos y hacen uso de los mismos.
- Las prácticas que se realizan en nuestras construcciones, con respecto a materiales que pueden ser reutilizados, y si se realizan acciones que sirvan para mitigar y reducir residuos.

En base a los propósitos y objetivos planteados, se procedió a formular preguntas que nos ayuden a determinar las interrogantes y a realizar un análisis en base a el tema investigativo en cuestión.

Para la recopilación de datos se hizo uso de la herramienta informática llamada Google Forms, el cual nos permite crear formularios y encuestas a través de internet, con esta herramienta se hace más fácil y efectivo llegar a varios profesionales y personas del medio, ya que a través de una base datos, se puede enviar el formulario a las personas requeridas (Anexo 1).

Las preguntas propuestas en la encuesta realizada a profesionales y afines de la construcción fueron las siguientes:

- a) ¿Conoce sobre los residuos de construcción y demolición valorizables?
- b) ¿Ha realizado usted o su empresa algún tipo de clasificación en obra de los residuos de construcción o demolición, para los residuos

valorizables y peligrosos, antes de proceder a la disposición final de los mismos?

- c) ¿Cuenta usted o su empresa, al momento de una construcción o demolición, con áreas para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos y no peligrosos?
- d) ¿Conoce los lugares autorizados en Guayaquil para disposición final de escombros y residuos no valorizables y usted o su empresa hacen usos de ellos?
- e) ¿Conoce las ordenanzas municipales que norma el manejo y disposición de los escombros generados por las construcciones y demoliciones en la ciudad de Guayaquil?
- f) ¿Maneja usted o su empresa algún plan de acción o metodología para el manejo de los residuos de construcción o demolición antes de su generación?
- g) ¿Cuenta usted o su empresa con alguna metodología para estimar el volumen de los residuos de construcción o demolición que se generarán en el proyecto antes de su ejecución?
- h) ¿Ha utilizado usted o su empresa materiales reciclados en la construcción de una obra?
- i) ¿Ha realizado usted o su empresa alguna práctica que permita la reducción y mitigación de los residuos de construcción o demolición?
- j) ¿Reutiliza usted o su empresa la tierra vegetal procedente de la excavación para recuperar el paisaje original?
- k) ¿Utiliza usted o su empresa los restos del suelo, como material de relleno en la obra?

- l) ¿Los residuos de concreto, los utiliza usted o su empresa, como grava en la fabricación de concreto o como material de relleno en la obra?

#### **e) RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA ENCUESTA REALIZADA**

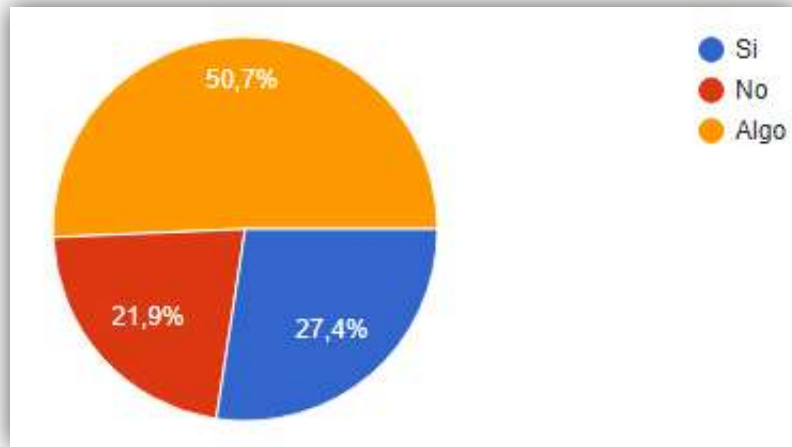
Una vez realizada la encuesta, sobre el tema de residuos de construcción y demolición en Guayaquil, se obtuvieron los siguientes resultados:

- a) Poco más de la mitad de los encuestados (37 personas) dicen conocer algo sobre los residuos valorizables, lo que nos indica que pueden haber escuchado sobre ellos, pero no necesariamente hacen uso de estos o los clasifican.

El 27,4% (20 encuestados) si conocen estos residuos, lo que nos da una pauta de la falta de información que existe en el medio sobre este tema.

El 21,9% (16 encuestados) desconocen que son los residuos valorizables, lo que quiere decir que no los separan en obra y peor aún hacen uso de estos, esto nos quiere decir que un gran porcentaje de los profesionales y afines a la construcción desaprovechan estos recursos.





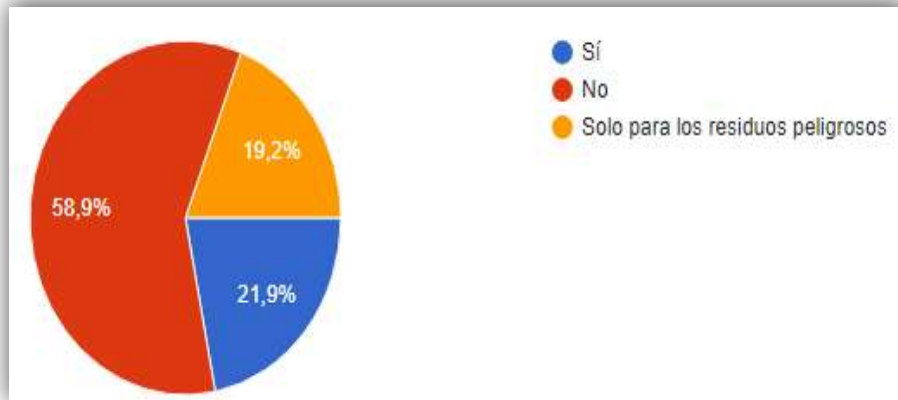
**Ilustración 21:** Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, primera pregunta (¿Conoce sobre los residuos de construcción y demolición valorizables?)

**Fuente:** (Google Forms, 2018)

b) Un gran porcentaje 58,9% (43 encuestados) no realizan ningún tipo de clasificación de los residuos en obra antes del desalojo, lo que quiere decir que todos los residuos generados pasan al relleno sin clasificar así sean peligrosos, lo que es muy grave para nuestro medio.

El 21,9% (16 encuestados) si clasifica los residuos valorizables y peligrosos, siendo una cantidad muy baja, lo que quiere decir que hace falta más controles y capacitación en este tema.

Por último, el 19,2% (14 encuestados) solo clasifica los residuos peligrosos, que es una buena señal, pero esta misma cantidad está desaprovechando recursos que pueden ser reutilizados y ayudarían a la generación de nuevos.



**Ilustración 22:** Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, segunda pregunta (¿Ha realizado usted o su empresa algún tipo de clasificación en obra de los residuos de construcción o demolición, para los residuos valorizables y peligrosos, antes de proceder a la disposición final de los mismos?)

**Fuente:** (Google Forms, 2018)

c) La mitad de los encuestados, el 50,7% (37 encuestados), dispone de un área para almacenar residuos de construcción o demolición, pero en esa área depositan tanto residuos peligrosos como no peligrosos, algo incorrecto en cuanto a la gestión de los residuos y al medio ambiente.

El 21,9 (16 encuestados), no cuenta con áreas para el almacenamiento de residuos, es decir que los residuos que generan, tanto peligrosos como no peligrosos los almacenan donde se generan, ocasionando un inadecuado control y disposición de los mismos en la obra.

El 15,1% (11 encuestados) solo disponen de áreas para residuos peligrosos, es decir que al generar residuos si los clasifican, pero solo para los peligrosos realizan un adecuado almacenamiento, mientras para los no peligrosos los almacenan donde se generan, desaprovechando posibles residuos valorizables.

Mientras el 12,3% (9 encuestados) si disponen de áreas para residuos peligrosos y no peligrosos, realizando este porcentaje, aunque muy bajo, el correcto manejo de los residuos de construcción o demolición en obra.



**Ilustración 23:** Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, tercera pregunta (¿Cuenta usted o su empresa, al momento de una construcción o demolición, con áreas para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos y no peligrosos?)

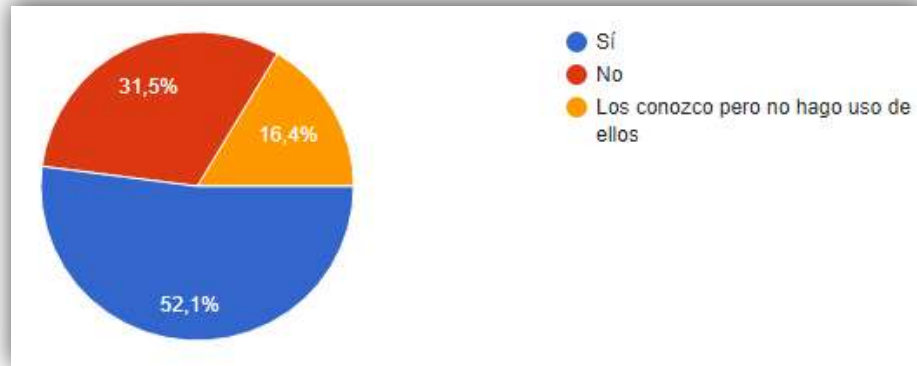
**Fuente:** (Google Forms, 2018)

d) El 52,1% (38 encuestados), poco más de la mitad, si conoce cuales son los lugares autorizados para la disposición final de los escombros y residuos no valorizables y hacen uso de estos, dándonos como estadística que casi solo la mitad de nuestros constructores realizan el adecuado proceso para deshacerse de los residuos inertes, siendo una cifra alarmante en la que habría que tomar medidas.

El 31,5% (23 encuestados) no tiene conocimiento de los sitios autorizados en Guayaquil y no hacen uso de estos, siendo preocupante este dato, ya que quiere decir que estas personas desalojan material en sitios no autorizados, pudiendo ocasionar graves daños al medio ambiente y para las personas.

El 16,4% (12 encuestados) conocen los lugares autorizados para la disposición final, pero no hace uso de estos, dejándonos a entrever el

problema de nuestra sociedad, en cuanto a que no sigue las normas establecidas, que es algo que debe ser corregido inmediatamente.



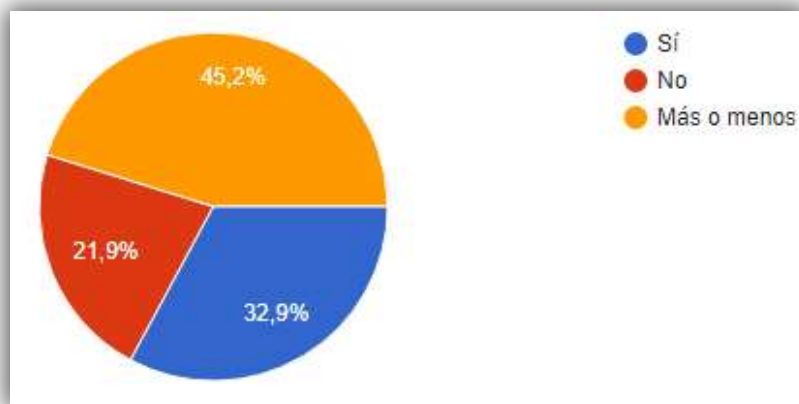
**Ilustración 24:** Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, cuarta pregunta (¿Conoce los lugares autorizados en Guayaquil para disposición final de escombros y residuos no valorizables y usted o su empresa hacen usos de ellos?)

**Fuente:** (Google Forms, 2018)

e) El 45,3% (33 encuestados) dicen conocer más o menos las ordenanzas municipales que norman nuestra ciudad para el manejo y disposición de los residuos, lo que nos da una idea de que de esas personas que dicen conocer algo de las ordenanzas no las estén aplicando como debe ser, porque no las conocen completamente.

El 32,9% (24 encuestados) si conocen las ordenanzas, por lo que es muy probable que las apliquen y realicen una adecuada gestión para la disposición y desalojo de los escombros y restos de construcción.

Finalmente, el 21,9 (16 encuestados) no tienen conocimiento de las ordenanzas, por lo que no las aplican y muy probablemente su forma de manejar los residuos es incorrecta.



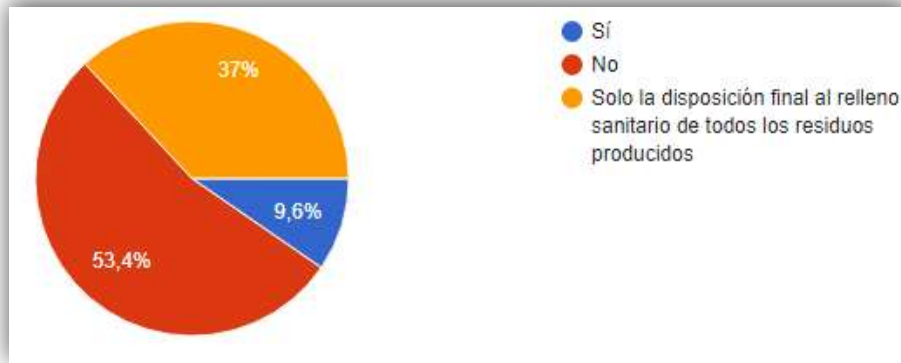
**Ilustración 25:** Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, quinta pregunta (¿Conoce las ordenanzas municipales que norma el manejo y disposición de los escombros generados por las construcciones y demoliciones en la ciudad de Guayaquil?)

**Fuente:** (Google Forms, 2018)

- f) El 53,4% (39 encuestados) respondieron no tener ningún plan de acción o metodología para el manejo de los residuos de construcción y demolición antes de su generación, siendo este uno de los principales problemas de nuestro medio, el no estar preparado para gestionar estos residuos y el no disponer de un plan para los mismos.

El 37% (27 encuestados) tiene como plan solo lo referido a la disposición de los residuos al relleno sanitario, es decir que desalojan todos los materiales sean valorizables, sin realizar una adecuada clasificación y valoración de los mismos.

El 9,6% (7 encuestados) respondió que, si dispone de plan o metodología, siendo un porcentaje muy bajo, lo que nos da como conclusión de que hace falta aún mucha preparación sobre este tema.



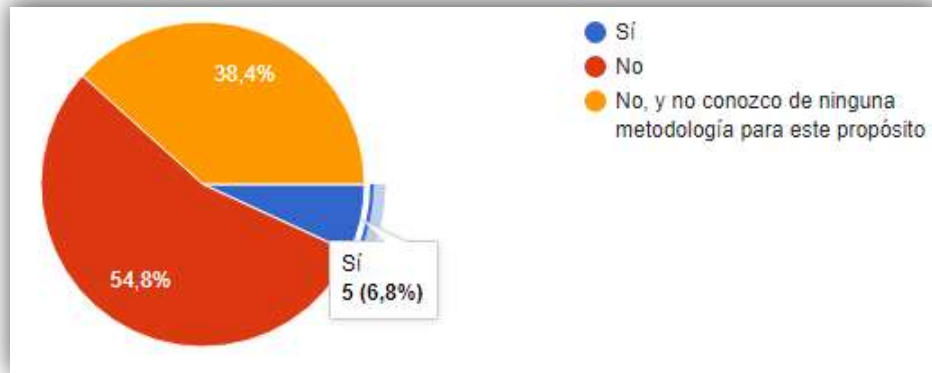
**Ilustración 26:** Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, sexta pregunta (¿Maneja usted o su empresa algún plan de acción o metodología para el manejo de los residuos de construcción o demolición antes de su generación?)

**Fuente:** (Google Forms, 2018)

g) Un 54,8% (40 encuestados) no aplican algún método que los ayude a estimar volúmenes de residuos que se generarán en el lugar de la obra, aunque tal vez conozcan algún método, esto se da a pesar de que, contar con un estimado de residuos de construcción o demolición es de vital importancia para la planificación de un proyecto, además de que es un requisito que se debe cumplir según las ordenanzas municipales.

El 38,4% (28 encuestados) no cuentan con métodos y desconocen de estos, dándonos un indicador de la falta de preparación y control que existe en nuestro medio.

El 6,8% (5 encuestados) si cuenta con una metodología de estimación de residuos, siendo muy pocos los que realicen esta práctica que debería ser llevada a cabo por todos.



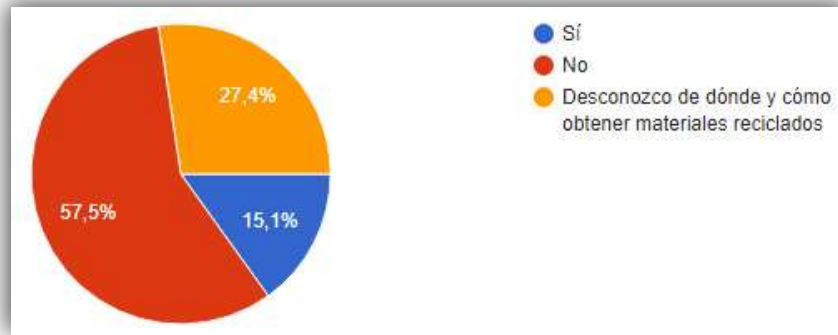
**Ilustración 27:** Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, séptima pregunta (¿Cuenta usted o su empresa con alguna metodología para estimar el volumen de los residuos de construcción o demolición que se generarán en el proyecto antes de su ejecución?)

**Fuente:** (Google Forms, 2018)

h) El 57,5% (42 encuestados) no ha reutilizado materiales reciclados en alguna construcción, un porcentaje grande que nos deja ver la falta de interés que pueden tener nuestros constructores sobre estos materiales, lo que hace que no exista un verdadero cambio en cuanto a reciclaje de materiales.

El 27,4% (20 encuestados) ni siquiera conoce como y de donde obtener los materiales reciclados, así mismo nos indica la falta de promoción de este tema.

Finalmente, el 15,1% (11 encuestados) si utiliza materiales reciclados, ayudando a reducir la generación de nuevos recursos, reduciendo así mismo la contaminación del medio ambiente.



**Ilustración 28:** Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, octava pregunta (¿Ha utilizado usted o su empresa materiales reciclados en la construcción de una obra?)

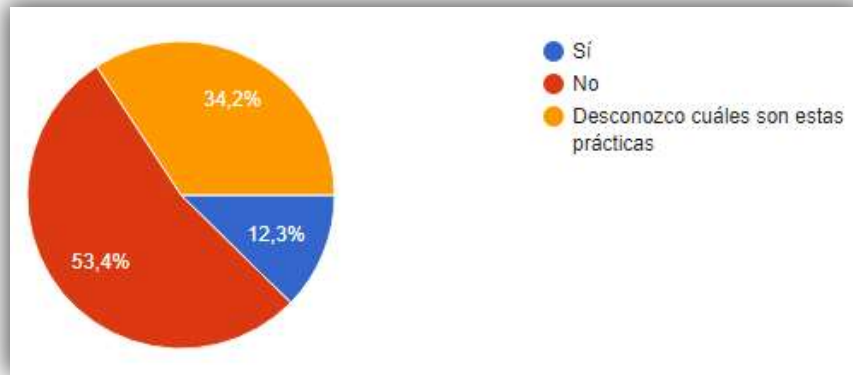
**Fuente:** (Google Forms, 2018)

- i) Un porcentaje del 53,4% (39 encuestados) no ha realizado alguna práctica que permita la reducción o mitigación de los residuos, esto se puede dar debido a la falta de interés y muchas veces al tiempo que deberán invertir en capacitar a las personas sobre este tema.

EL 34,2% (25 encuestados) desconoce que prácticas son las que ayudan a reducir y mitigar la generación de residuos, esto debido a la falta de preparación sobre este tema en nuestro medio.

EL 12,3% (9 encuestados) si realiza prácticas para mitigar y reducir residuos de construcción y demolición, mostrándonos el bajo porcentaje de reducción y mitigación de residuos que existe en nuestra ciudad.





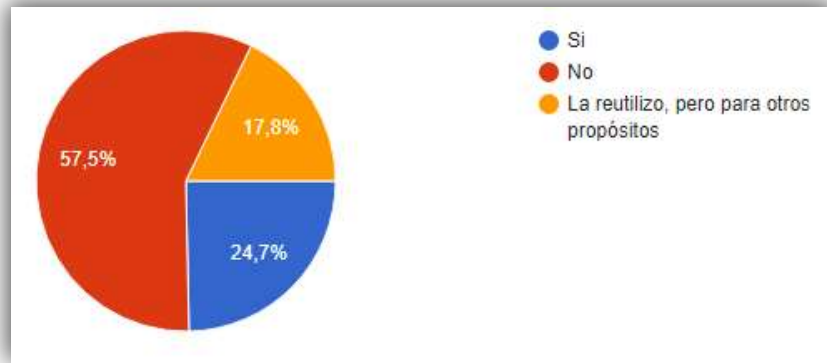
**Ilustración 29:** Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, novena pregunta (¿Ha realizado usted o su empresa alguna práctica que permita la reducción y mitigación de los residuos de construcción o demolición?)

**Fuente:** (Google Forms, 2018)

- j) De las personas consultadas el 57,5% (42 encuestados) sobre las prácticas que realiza en las construcciones acerca de la tierra vegetal procedente de excavaciones, respondieron que no reutilizan esta tierra para recuperar el paisaje natural, dándonos una muestra de la falta de interés sobre este tema, así como la falta de control por parte de las autoridades que deberían tener hacia estas prácticas.

El 24,7% (18 encuestados) si tienen estas buenas prácticas de recuperar el paisaje con la tierra vegetal excavada, ayudando a reducir la generación de residuos y contaminación al medio ambiente.

Por último, el 17,8% (13 encuestados) reutiliza esta tierra, pero para otros propósitos, no siendo el proceso adecuado a seguir, pero de alguna manera se contribuye a la reducción de producción de residuos.



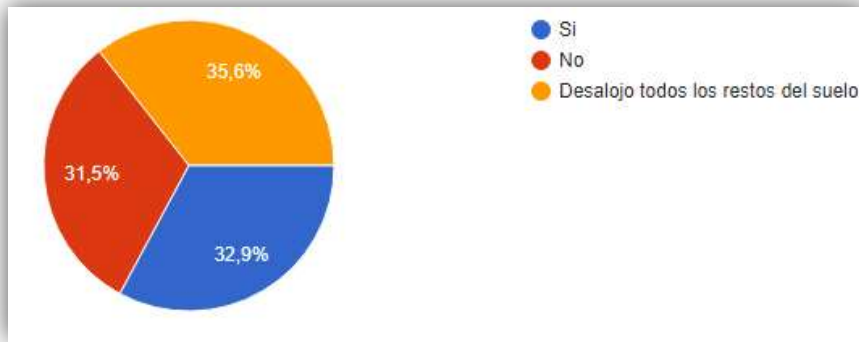
**Ilustración 30:** Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, décima pregunta (¿Reutiliza usted o su empresa la tierra vegetal procedente de la excavación para recuperar el paisaje original?)

**Fuente:** (Google Forms, 2018)

k) El 35,6% (26 encuestados) de personas consultadas acerca de si utiliza los restos de suelo generados en las construcciones como material de relleno en la obra, respondieron que estos restos los desaloja, es decir que no los reutiliza, desperdiciando gran cantidad de material posiblemente valorizable.

El 32,9% (24 encuestados) si utiliza los restos del suelo, lo que ayuda a reducir mayor generación de residuos y al mismo tiempo se aprovecha este material.

Finalmente, el 31,5% (23 encuestados) no reutiliza este material, generando desperdicios innecesarios y así mismo desaprovechando estos.



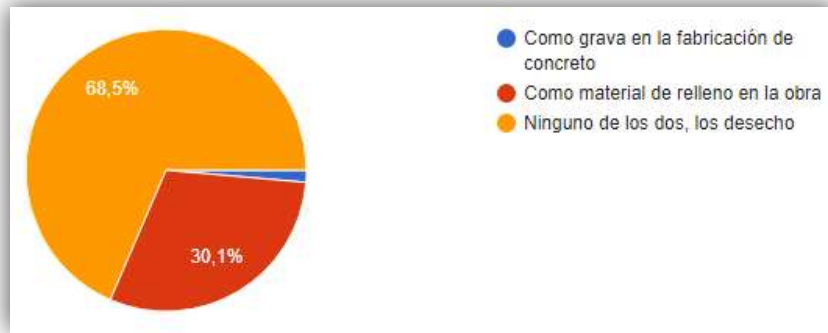
**Ilustración 31:** Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, décima primera pregunta (¿Utiliza usted o su empresa los restos del suelo, como material de relleno en la obra?)

**Fuente:** (Google Forms, 2018)

- l) EL 68,5% (50 encuestados) respondió no utilizar los residuos de concreto en la obra, en su lugar los desecha, desaprovechando el material y generando contaminación.

El 30,1% (22 encuestados) dice utilizar estos residuos de concreto como material de relleno en la obra, lo que de alguna manera sirve para disminuir un poco la contaminación y exceso de residuos en obra.

Finalmente, el 1,4% (1 encuestado) solamente respondió usar estos residuos como grava para la fabricación de concreto, dándonos muestra de la falta de conocimiento sobre este tema, y la poca investigación que existe en nuestro medio con respecto al uso de residuos de construcción en la producción de otros materiales.



**Ilustración 32:** Gráfica de pastel, encuesta de residuos de construcción y demolición, décima segunda pregunta (¿Los residuos de concreto, los utiliza usted o su empresa, como grava en la fabricación de concreto o como material de relleno en la obra?)

**Fuente:** (Google Forms, 2018)

En conclusión, se puede decir que a nuestros constructores y personas relacionadas a esta actividad, les falta aún preparación y capacitación en el tema de residuos de construcción y demolición, se siguen llevando malas prácticas y costumbres que deben ser corregidas para lograr una mejora continua en el manejo y gestión de estos en nuestro medio, es importante informarse e implementar un plan de acción para lograr un cambio significativo para el bien de nuestra actividad, así como para el del medio ambiente, que es un tema muy importante que nos concierne a todos cuidarlo.

## 6) ANÁLISIS DE UN CASO DE ESTUDIO

### a) DATOS DEL PROYECTO

Para el caso de estudio se escogió una vivienda común, de dos plantas, construida con materiales típicos en nuestro medio y con procedimientos estándares de construcción.

**Proyecto:** Residencia Familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul



**Ilustración 33:** Vista lateral construcción vivienda Puerto Azul

**Fuente:** (Elaboración propia, 2017)



**Ilustración 34:** Vista frontal construcción vivienda Puerto Azul

**Fuente:** (Elaboración propia, 2017)

**Localización del Terreno:**

Provincia: Guayas.

Cantón: Guayaquil.

Urbanización: Ciudadela Puerto Azul Km 10 Vía a la Costa.

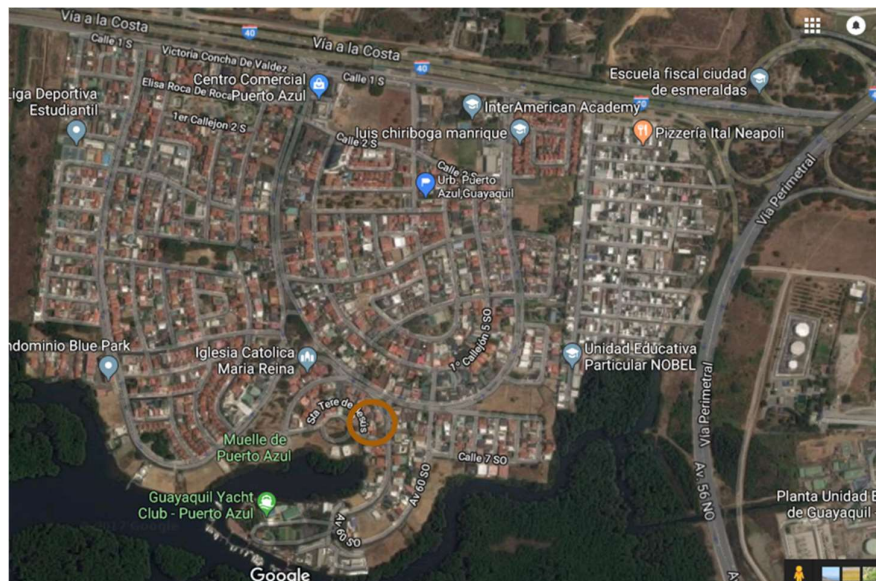
Manzana: F2A

Solar: 27 y 28



**Ilustración 35:** Ubicación Ciudadela Puerto Azul

**Fuente:** (Google Maps, 2017)



**Ilustración 36:** Ubicación de la villa en construcción, Puerto Azul

**Fuente:** (Google Maps, 2017)

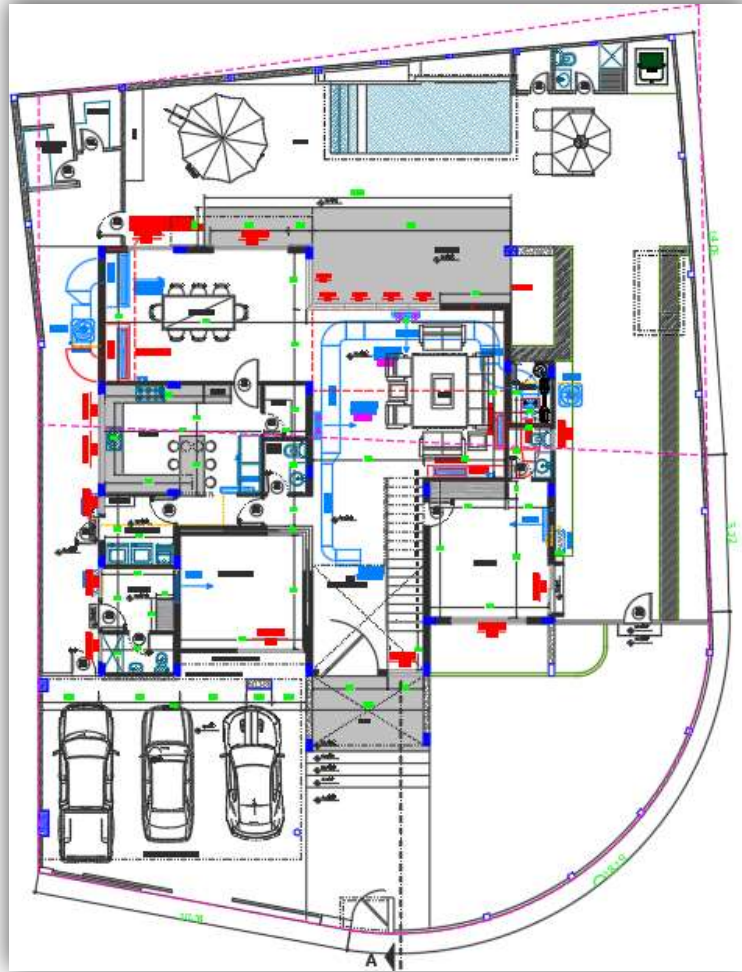
**Dimensiones del terreno:**

El terreno para la vivienda cuenta con un área de 342,31 m<sup>2</sup>.



**Ilustración 37:** Letrero con la información de la obra, Puerto Azul

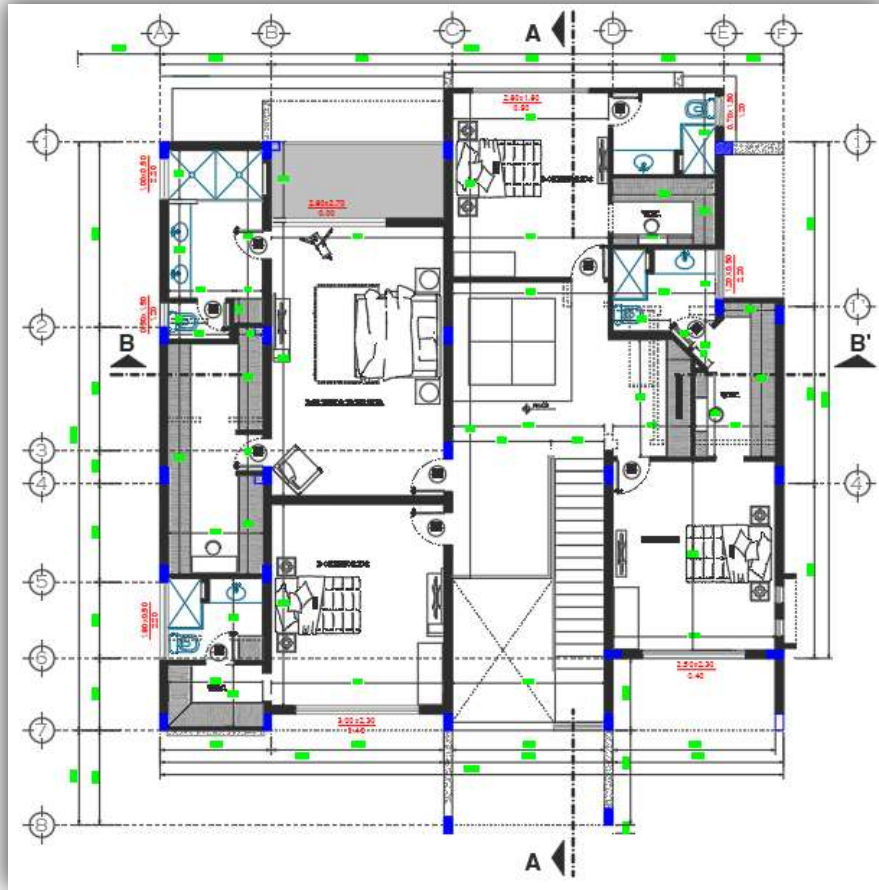
**Fuente:** (Elaboración propia, 2017)



**Ilustración 38:** Dimensiones del terreno, Vista en planta Residencia Familiar, Planta Baja  
**Fuente:** (AutoCad, 2017)

La planta baja cuenta con área de tv y video, cocina, sala, lavandería, comedor, estudio, entre otros, lo que da un área de construcción de 250,15 m<sup>2</sup>.

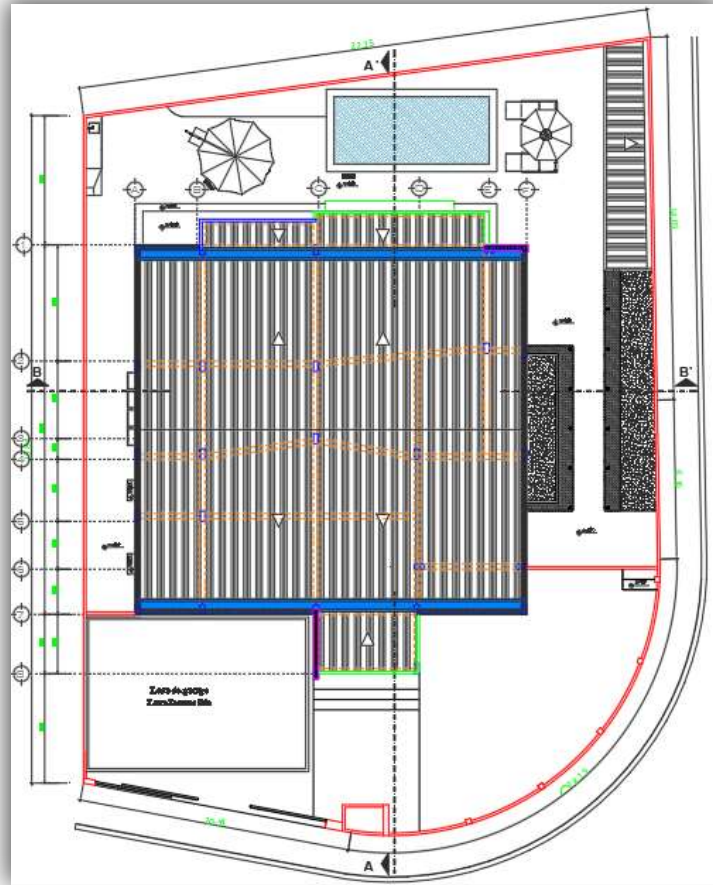




**Ilustración 39:** Dimensiones del terreno, Vista en planta Residencia Familiar, Planta Alta

**Fuente:** (AutoCad, 2017)

La planta alta por su parte tiene dormitorios y baños, el área de construcción de esta es de 210,95 m<sup>2</sup>.



**Ilustración 40:** Dimensiones del terreno, Vista en planta Residencia Familiar, Cubierta

**Fuente:** (AutoCad, 2017)

Por lo tanto, el área total de construcción de la residencia es de 461,10 m<sup>2</sup>.



**Ilustración 41:** Fachada 1 Residencia Familiar

**Fuente:** (AutoCad, 2017)



**Ilustración 42:** Fachada 2 Residencia Familiar

**Fuente:** (AutoCad, 2017)

## b) ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

### Método Experimental

Para la estimación de residuos de construcción y demolición mediante el método experimental se procedió a recoger información en obra de la siguiente manera:

Se escogieron dos materiales representativos, que generen un porcentaje importante de residuos.

- Bloques de Hormigón
- Hormigón  $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$  para vigas de cubierta

### **Bloques de hormigón**

Todos los residuos que se generaron en obra, de bloques de hormigón, se los almacenó en un área específica, para luego depositarlos en sacos, y así con la ayuda de una balanza se procedió a pesar los residuos generados en toda la construcción, en los cuales se incluye una demolición que se realizó debido a cambios en el diseño, de esta forma se obtuvo los siguientes resultados:

Bloques de Hormigón (Residuos de Construcción)		
Saco #	Peso (lbs)	Peso (Kgs)
1	83	37,64814
2	88	39,91610
3	67	30,39066
4	102	46,26638
5	47	21,31882
6	53	24,04038
7	64	29,02989

Bloques de Hormigón (Residuos de Construcción)		
Saco #	Peso (lbs)	Peso (Kgs)
8	50	22,67960
9	70	31,75144
10	120	54,43104
11	80	36,28736
12	90	40,82328
13	75	34,01940
14	119	53,97745

Bloques de Hormigón (Residuos de Construcción)		
Saco #	Peso (lbs)	Peso (Kgs)
15	83	37,64814
16	96	43,54483
17	90	40,82328
18	74	33,56581
19	95	43,09124
20	105	47,62716
21	119	53,97745
22	90	40,82328
23	92	41,73046
24	84	38,10173
25	110	49,89512
26	105	47,62716
27	88	39,91610
28	95	43,09124
29	93	42,18406
30	79	35,83377
31	110	49,89512
32	92	41,73046
33	98	44,45202
34	86	39,00891
35	93	42,18406
36	84	38,10173
37	102	46,26638
38	77	34,92658
39	95	43,09124
40	84	38,10173
41	92	41,73046
42	89	40,36969
43	85	38,55532
44	96	43,54483
45	84	38,10173
46	82	37,19454
47	110	49,89512
48	96	43,54483
49	93	42,18406
50	102	46,26638
51	86	39,00891
52	96	43,54483
53	100	45,35920
54	88	39,91610
55	74	33,56581
56	83	37,64814

Bloques de Hormigón (Residuos de Construcción)		
Saco #	Peso (lbs)	Peso (Kgs)
57	104	47,17357
58	99	44,90561
59	96	43,54483
60	105	47,62716
61	85	38,55532
62	96	43,54483
63	98	44,45202
64	95	43,09124
65	85	38,55532
66	112	50,80230
67	98	44,45202
68	102	46,26638
69	86	39,00891
70	90	40,82328
71	76	34,47299
72	96	43,54483
73	110	49,89512
74	80	36,28736
75	85	38,55532
76	96	43,54483
77	101	45,81279
78	96	43,54483
79	79	35,83377
80	82	37,19454
81	89	40,36969
82	94	42,63765
83	85	38,55532
84	96	43,54483
85	105	47,62716
86	100	45,35920
87	86	39,00891
88	96	43,54483
89	85	38,55532
90	83	37,64814
91	78	35,38018
92	89	40,36969
93	108	48,98794
94	72	32,65862
95	89	40,36969
96	96	43,54483
97	95	43,09124
98	78	35,38018

Bloques de Hormigón (Residuos de Construcción)		
Saco #	Peso (lbs)	Peso (Kgs)
99	99	44,90561
100	105	47,62716
101	102	46,26638
102	98	44,45202
103	96	43,54483
104	97	43,99842
105	96	43,54483
106	98	44,45202
107	105	47,62716
108	110	49,89512
109	98	44,45202
110	96	43,54483
111	88	39,91610
112	110	49,89512
113	96	43,54483
114	88	39,91610
115	89	40,36969
116	90	40,82328
117	89	40,36969
118	89	40,36969
119	96	43,54483
120	78	35,38018
121	85	38,55532
122	109	49,44153
123	96	43,54483
124	95	43,09124
125	82	37,19454
126	90	40,82328
127	96	43,54483
128	84	38,10173
129	107	48,53434
130	96	43,54483
131	84	38,10173
132	91	41,27687
133	80	36,28736
134	96	43,54483
135	85	38,55532
136	80	36,28736

Bloques de Hormigón (Residuos de Construcción)		
Saco #	Peso (lbs)	Peso (Kgs)
137	93	42,18406
138	89	40,36969
139	110	49,89512
140	96	43,54483
141	88	39,91610
142	94	42,63765
143	78	35,38018
144	85	38,55532
145	87	39,46250
146	96	43,54483
147	100	45,35920
148	96	43,54483
149	89	40,36969
150	90	40,82328
151	85	38,55532
152	96	43,54483
153	78	35,38018
154	84	38,10173
155	86	39,00891
156	99	44,90561
157	105	47,62716
158	95	43,09124
159	89	40,36969
160	105	47,62716
161	103	46,71998
162	99	44,90561
163	113	51,25590
164	110	49,89512
	15066	<b>6833,81707</b>

**Tabla 13:** Residuos de construcción generados de bloques de hormigón

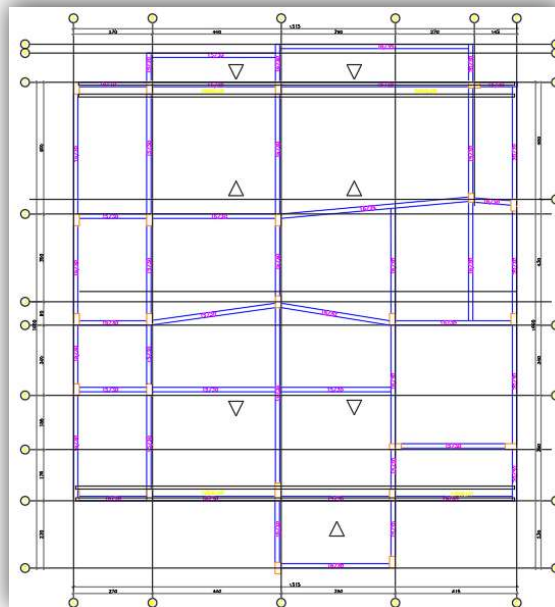
**Fuente:** (Elaboración propia, 2018)

Se generaron en total 6.833,817 kg de residuos de construcción de bloques de hormigón en toda la obra.

### **Hormigón $f'c= 240 \text{ kg/cm}^2$ para vigas de cubierta**

Para cuantificar los residuos de hormigón generados en la fundición de vigas de cubierta, se aplicó un procedimiento diferente al de los bloques, ya que los residuos que se producen son muy pequeños y es una tarea muy complicada y a veces inclusive imposible, la de estar recogiendo todos estos residuos para luego pesarlos.

Por esta razón se procedió de la siguiente manera, para la totalidad de  $\text{m}^3$  de hormigón de vigas de cubierta, durante el proceso de fundición en obra, se fueron registrando cuantos sacos de cemento, arena, piedra y agua se iban utilizando, hasta la terminación del proceso.



**Ilustración 43:** Plano Estructural de vigas de cubierta

**Fuente:** (AutoCad, 2018)



**Ilustración 44:** Vertido del hormigón para vigas de cubierta

**Fuente:** (Elaboración propia, 2018)

Mediante el registro y observación en obra, y con la ayuda de facturas de compra de materiales, la cantidad total de materiales usados para todas las vigas de cubierta fue la siguiente:

TOTAL VIGAS DE CUBIERTA = 11 m <sup>3</sup>								
Resistencia f'c	Cemento		Arena		Piedra		Agua	
Kg/cm <sup>2</sup>	Sacos (50 Kg)	Kg	Parihuelas (40x40x15cm)	m <sup>3</sup>	Parihuelas (40x40x15cm)	m <sup>3</sup>	Litros	m <sup>3</sup>
240	97	4850	194	4,656	388	9,312	2765	2,76

**Tabla 14:** Dosificación usada para el total de m<sup>3</sup> de vigas de cubierta en obra

**Fuente:** (Elaboración propia, 2018)

Es decir que por m<sup>3</sup> de hormigón usado en obra, para las vigas de cubierta, la dosificación fue la siguiente:

Resistencia f'c	Cemento		Arena		Piedra		Agua	
Kg/cm <sup>2</sup>	Sacos (50 Kg)	Kg	Parihuelas (40x40x15cm)	m <sup>3</sup>	Parihuelas (40x40x15cm)	m <sup>3</sup>	Litros	m <sup>3</sup>
240	8,82	441	17,64	0,423	35,27	0,846	251,32	0,251

**Tabla 15:** Dosificación usada en obra para vigas de cubierta por m<sup>3</sup> de hormigón

**Fuente:** (Elaboración propia, 2018)



Obtenido estos resultados, podemos hacer una comparación, de acuerdo con tablas estándar de dosificaciones para hormigón (Anexo 2), y calculamos la cantidad total de material que en teoría debía ser usada para todas las vigas de cubierta, comparándolas con las que realmente se utilizó, obteniendo de esta manera el desperdicio teórico en la obra para cada material.

DOSIFICACIÓN ESTÁNDAR POR VOLUMEN APARENTE								
Resistencia f'c	Cemento		Arena		Piedra		Agua	
Kg/cm <sup>2</sup>	Sacos (50 Kg)	Kg	Parihuellas (40x40x15cm)	m <sup>3</sup>	Parihuellas (40x40x15cm)	m <sup>3</sup>	Litros	m <sup>3</sup>
<b>240</b>	<b>1</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	<b>0,048</b>	<b>4</b>	<b>0,096</b>	<b>28,5</b>	<b>0,029</b>

**Tabla 16:** Dosificación estándar para hormigón f'c=240kg/cm<sup>2</sup>, por volumen aparente

**Fuente:** (Disensa, 2015)

Tomando como referencia el manual para la elaboración de hormigón de la empresa Holcim Ecuador (2015), nos dice que para hacer 1 m<sup>3</sup> de hormigón para vigas se necesitan 8 sacos de cemento, entonces tenemos:

Resistencia f'c	Cemento		Arena		Piedra		Agua	
Kg/cm <sup>2</sup>	Sacos (50 Kg)	Kg	Parihuellas (40x40x15cm)	m <sup>3</sup>	Parihuellas (40x40x15cm)	m <sup>3</sup>	Litros	m <sup>3</sup>
<b>240</b>	<b>8</b>	<b>400</b>	<b>16</b>	<b>0,384</b>	<b>32</b>	<b>0,768</b>	<b>228</b>	<b>0,23</b>

**Tabla 17:** Dosificación estándar por m<sup>3</sup> de hormigón

**Fuente:** (Elaboración propia, 2018)

Entonces, basándonos en esta hipótesis, tenemos:

TOTAL VIGAS DE CUBIERTA = 11 m <sup>3</sup> (Dosificación estándar)								
Resistencia f'c	Cemento		Arena		Piedra		Agua	
Kg/cm <sup>2</sup>	Sacos (50 Kg)	Kg	Parihuelas (40x40x15cm)	m <sup>3</sup>	Parihuelas (40x40x15cm)	m <sup>3</sup>	Litros	m <sup>3</sup>
240	88	4400	176	4,224	352	8,448	2508	2,51

**Tabla 18:** Cantidad de materiales para el total de m<sup>3</sup> de hormigón de vigas de cubierta de acuerdo con la dosificación estándar

**Fuente:** (Elaboración propia, 2018)

Multiplicando los materiales (arena, piedra y agua) por sus respectivos pesos específicos, para llevar todos los residuos a kilogramos nos queda:

MATERIAL	Kg/m <sup>3</sup>
Arena	1600
Piedra	1700
Agua	999,97

**Tabla 19:** Pesos específicos de materiales usados en la fabricación de hormigón

**Fuente:** (Ingemecánica, 2018)

TOTAL VIGAS DE CUBIERTA = 11 m <sup>3</sup> (Dosificación usada en obra)								
Resistencia f'c	Cemento		Arena		Piedra		Agua	
Kg/cm <sup>2</sup>	Sacos (50 Kg)	Kg	Parihuelas (40x40x15cm)	m <sup>3</sup>	Parihuelas (40x40x15cm)	m <sup>3</sup>	Litros	m <sup>3</sup>
240	97	4850	194	4,656	388	9,312	2764,5	2,76
		4850,00 Kg		7449,60 Kg		15830,40 Kg		2764,42 Kg

**Tabla 20:** Cantidades totales de materiales en Kg, para el total de m<sup>3</sup> de vigas de cubierta de hormigón usados en obra

**Fuente:** (Elaboración propia, 2018)

TOTAL VIGAS DE CUBIERTA = 11 m3 (Dosificación estándar)								
Resistencia f'c	Cemento		Arena		Piedra		Agua	
Kg/cm2	Sacos (50 Kg)	Kg	Parihuelas (40x40x15cm)	m3	Parihuelas (40x40x15cm)	m3	Litros	m3
240	88	4400	176	4,224	352	8,448	2508	2,51
		4400,00 Kg		6758,40 Kg		14361,60 Kg		2507,92 Kg

**Tabla 21:** Cantidades totales de materiales en Kg, para el total de m3 de vigas de cubierta de hormigón de acuerdo con la dosificación estándar

**Fuente:** (Elaboración propia, 2018)

En conclusión, nos queda entonces que el desperdicio teórico de hormigón en Kg es el siguiente:

TOTAL VIGAS DE CUBIERTA = 11 m3								
Resistencia f'c	Cemento		Arena		Piedra		Agua	
240 Kg/cm2	Sacos (50 Kg)	Kg	Parihuelas (40x40x15cm)	Kg	Parihuelas (40x40x15cm)	Kg	Litros	Kg
Dosificación en obra		4850		7449,6		15830,4		2764,42
Dosificación estándar		4400		6758,4		14361,6		2507,92476
Desperdicio Teórico		450		691,2		1468,8		256,49
<b>TOTAL DESPERDICIO:</b>	<b>2866,49 Kg</b>							

**Tabla 22:** Desperdicio Total en Kg, de materiales para la elaboración de hormigón f'c=240 kg/cm2, para el total de m3 de vigas de cubierta

**Fuente:** (Elaboración propia, 2018)

### Método Teórico

Para la aplicación del método teórico, para el cálculo de los residuos de construcción y demolición, se procedió con la metodología anteriormente citada.

**Aplicación de la metodología para la estimación de la cantidad de residuos de construcción y demolición generados, propuesta por la Universidad de Sevilla**

## 1. Identificar los residuos de construcción y demolición

Con ayuda del presupuesto, se procedió a identificar y codificar, de acuerdo con la lista europea de residuos, cuáles serán los rubros que producirán residuos de construcción y demolición, en la obra, estos se muestran más adelante con los resultados finales.

## 2. Estimación de cantidades generadas por cada clase de residuo

Para poder estimar las cantidades generadas en obra, se aplicó el proceso ya descrito en el literal, metodología a utilizar, en base a esto se hizo uso de listados de materiales con porcentajes de residuos de construcción y demolición para edificaciones e infraestructuras (Coeficientes de Residuos – CR), los listados consultados fueron realizados para países tales como Brasil, España, Inglaterra, Chile y Ecuador (Anexo 3).

Haciendo una comparación entre los porcentajes de residuos de materiales de construcción y demolición para estos países, la mayoría son muy parecidos, por tal motivo se priorizó el uso de los porcentajes que se generan en nuestro medio (Ecuador).

Para el cálculo del Coeficiente de Conversión (CC), se usó la teoría ya explicada anteriormente:

Unidad de medida en proyecto	Unidad de medida del residuo	CC
m <sup>3</sup>	t	Densidad t/m <sup>3</sup>
m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	Espesor en m
u	m <sup>3</sup>	Volumen en m <sup>3</sup>
kg	t	0,0010

**Tabla 23:** Transformación de unidades del proyecto a unidades de residuos

**Fuente:** (Llatas, 2003)

Es decir, se transformó todos los rubros a valores de m<sup>3</sup> y kg, de ser necesario.

Así también, se consideró el cálculo del coeficiente de transformación, para el caso de la tierra excavada, para nuestro análisis hemos considerado un 25% de esponjamiento.

De esta manera se procedió a calcular todas las cantidades de residuos generados en la obra, mediante el proceso de cálculo detallado (Anexo 4).

A continuación, se muestra un resumen de los resultados obtenidos que fueron los siguientes:

Código Residuo	Descripción	Presupuesto de obra			Residuos Estimados	
		Cantidades			Cantidades	
		m3	kg	CR	m3	kg
	<b>Movimiento de Tierra</b>					
17 05	Excavación con máquina	93,85000	124.820,50	100,00%	117,312500	156.025,63
	<b>Cimentación</b>					
17 01 01	Replanto	7,57000	17.411,00	10,49%	0,794093	1.826,41
17 01 01	Zapatas y vigas de Cimentación	24,74000	56.902,00	10,49%	2,595226	5.969,02
17 01 01	Riostras	5,65000	12.995,00	10,49%	0,592685	1.363,18
17 05	Muros de piedra base	18,12000	48.924,00	5,00%	0,906000	2.446,20
17 05	Muros de mampostería	15,60400	43.691,20	5,00%	0,780200	2.184,56
	<b>ESTRUCTURAS</b>					
17 01 01	Pilares de planta baja (incl. Garaje)	7,65000	17.595,00	10,49%	0,802485	1.845,72
17 01 01	Pilares de Planta alta	4,93000	11.339,00	10,49%	0,517157	1.189,46
17 01 01	Losa de Planta baja (H.S.)	22,40000	51.520,00	10,49%	2,349760	5.404,45
17 02 01	Encofrado P.B.	5,60100	4.480,80	15,00%	0,840150	672,12
17 04 05	Acero para estructuras	1,60216	12.592,96	2,60%	0,041656	327,42
17 01 01	Losa de Planta alta (H.S.)	19,29000	44.367,00	10,49%	2,023521	4.654,10
17 01 01	Losa de Cubierta e=10 cm (H.S.)	23,94200	55.066,60	10,49%	2,511516	5.776,49
17 01 01	Losa de Garaje e=10 cm (H.S.)	5,50100	12.652,30	10,49%	0,577055	1.327,23
17 01 01	Losa de Area de servicio exterior y BBQ (H.A)	2,50000	5.750,00	10,49%	0,262250	603,18
17 02 01	Encofrado P. Alta, Cubierta y Garaje	7,36075	5.888,60	15,00%	1,104113	883,29
17 01 01	Escalera	1,49000	3.427,00	10,49%	0,156301	359,49
17 01 01	Viga de escalera	0,60000	1.380,00	10,49%	0,062940	144,76
17 01 01	Vigas de Planta Alta	20,80000	47.840,00	10,49%	2,181920	5.018,42
17 01 01	Vigas de Garaje	6,00000	13.800,00	10,49%	0,629400	1.447,62
17 01 01	Vigas de Cubierta	11,00000	25.300,00	10,49%	1,153900	2.653,97
17 02 01	Encofrado elementos estructurales	12,30400	9.843,20	15,00%	1,845600	1.476,48
17 01 01	Piscina	9,00000	20.700,00	10,49%	0,944100	2.171,43
17 01 01	Viga de Borde de piscina	0,80000	1.840,00	10,49%	0,083920	193,02
17 01 01	Cisterna	5,00000	11.500,00	10,49%	0,524500	1.206,35
17 01 01	Pilares	17,52000	40.296,00	10,49%	1,837848	4.227,05
17 01 01	Viguetas	18,18720	41.830,56	10,49%	1,907837	4.388,03
17 01 01	Losetas para despensa y bodega	1,08000	2.484,00	10,49%	0,113292	260,57
	<b>Contrapisos</b>					
17 01 01	Contrapisos exteriores	28,50000	65.550,00	10,49%	2,989650	6.876,20
17 01 01	Escalones	10,49400	24.136,20	10,49%	1,100821	2.531,89
	<b>Mampostería</b>					
17 01 02	Paredes Exteriores planta baja	23,04400	36.870,40	5,00%	1,152200	1.843,52
17 01 02	Paredes Exteriores planta alta (bloque e = 20cm)	43,18600	69.097,60	5,00%	2,159300	3.454,88
17 01 02	Paredes Interiores planta baja (bloque e = 9 cm)	13,54230	21.667,68	5,00%	0,677115	1.083,38
17 01 02	Paredes Interiores planta alta (bloque e = 9 cm)	9,54990	15.279,84	5,00%	0,477495	763,99
17 01 02	Jardinería de hormigón	0,14535	232,56	5,00%	0,007268	11,63
17 01 02	Nichos en baños	0,04860	77,76	5,00%	0,002430	3,89
	<b>Enlucidos</b>					
17 01 07	Enlucido Interior	15,00000	31.500,00	10,00%	1,500000	3.150,00
17 01 07	Enlucido Exterior	11,25000	23.625,00	10,00%	1,125000	2.362,50
17 01 07	Enlucido en pisos interiores y	10,95000	22.995,00	10,00%	1,095000	2.299,50
17 01 07	Enlucido de jardinería	0,06750	141,75	10,00%	0,006750	14,18
17 01 07	Enlucido alero con malla	0,30000	630,00	10,00%	0,030000	63,00
17 01 07	Enlucido de tumbados	0,33000	693,00	10,00%	0,033000	69,30
17 01 07	Enlucido de cubiertas casa, cubierta de garaje, de área de servicio exterior y de BBQ.	2,47500	5.197,50	10,00%	0,247500	519,75
17 01 07	Enlucido de escalones	1,16600	2.448,60	10,00%	0,116600	244,86
17 01 07	Enlucido de escalones escalera	0,20700	434,70	10,00%	0,020700	43,47
17 01 07	Enlucido de losetas para mesones	0,27000	567,00	10,00%	0,027000	56,70
17 01 07	Enlucido de nichos de baños	0,09360	196,56	10,00%	0,009360	19,66
17 01 07	Enlucido de piscina	1,29000	2.709,00	10,00%	0,129000	270,90
17 01 07	Enlucido de bajantes	2,03000	4.263,00	10,00%	0,203000	426,30
17 01 07	Cuadrada de boquetes de puertas y ventanas	0,76000	1.596,00	10,00%	0,076000	159,60

Código Residuo	Descripción	Presupuesto de obra			Residuos Estimados	
		Cantidades			Cantidades	
		m3	kg	CR	m3	kg
17 01 07	Filos interiores	0,72000	1.512,00	10,00%	0,072000	151,20
17 01 07	Filos Exteriores	1,20000	2.520,00	10,00%	0,120000	252,00
17 01 07	Gotero	0,20000	420,00	10,00%	0,020000	42,00
17 01 07	Caja de registro y camara de inspección	0,45000	945,00	10,00%	0,045000	94,50
	<b>Recubrimiento de pisos</b>					
17 01 03	Instalación de porcelanato en ingreso exterior, hall de entrada, area de escalera	1,70000	3.060,00	5,20%	0,088400	159,12
17 01 03	Rastreras de área social (e=15cm)	7,50000	13.500,00	5,20%	0,390000	702,00
17 01 03	Recubrimiento de escalones de terraza posterior y hall exterior de ingreso.	0,31369	564,65	5,20%	0,016312	29,36
17 01 03	Instalación de Porcelanato Planta Alta	1,48750	2.677,50	5,20%	0,077350	139,23
17 01 03	Rastreras de area de servicio	1,80000	3.240,00	5,20%	0,093600	168,48
17 01 03	Instalación de pisos exteriores	2,25250	4.054,50	5,20%	0,117130	210,83
17 01 03	Rastreras de pisos exteriores	8,55000	15.390,00	5,20%	0,444600	800,28
17 01 03	Instalación de escalones exteriores	0,42075	757,35	5,20%	0,021879	39,38
17 01 03	Escalera Principal	0,32725	589,05	5,20%	0,017017	30,63
17 01 03	Recubrimiento de tinas de baño	2,92000	5.256,00	5,20%	0,151840	273,31
	<b>Recubrimiento de Paredes</b>					
17 01 03	Instalación de ceramica de baño	0,22200	399,60	5,20%	0,011544	20,78
17 01 03	Instalación de mosaico en bañó	0,07500	135,00	5,20%	0,003900	7,02
17 01 03	Instalación de paredes de baños niños	0,39000	702,00	5,20%	0,020280	36,50
17 01 03	Instalación de mosaico baño niña	0,04800	91,20	5,20%	0,002496	4,74
17 01 03	Instalación de mosaico baño niño	0,04800	91,20	5,20%	0,002496	4,74
17 01 03	Instalación de mosaico baño bebe	0,04200	79,80	5,20%	0,002184	4,15
17 01 03	Retorno de ventanas	0,03618	65,12	5,20%	0,001881	3,39
17 01 03	Recubrimiento de nichos	0,27100	487,80	5,20%	0,014092	25,37
17 01 03	Filos	0,18408	331,34	5,20%	0,009572	17,23
17 01 03	Instalación de pared de baño de	0,14450	260,10	5,20%	0,007514	13,53
17 01 03	Instalación de paredes de cocina, lavandería y despensa)	0,34800	626,40	5,20%	0,018096	32,57
17 01 03	Repisas de alacena	0,11040	198,72	5,20%	0,005741	10,33
17 01 03	Instalación de paredes de dormitorio y baño de empleada, dormitorio y baño	0,67200	1.209,60	5,20%	0,034944	62,90
17 01 03	Repisas de bodega	0,06900	124,20	5,20%	0,003588	6,46
17 01 03	Recubrimiento de pared de escalera principal	0,24600	442,80	5,20%	0,012792	23,03
17 01 03	Recubrimiento de piscina	0,30600	550,80	5,20%	0,015912	28,64
17 01 03	Instalación de porcelanato en paredes exteriores	0,69000	1.242,00	5,20%	0,035880	64,58
	<b>Tumbados de Gypsum</b>					
17 08 02	Tumbados de P.A. P.B. y Garaje	4,56000	5.700,00	8,57%	0,390792	488,49
17 08 02	Bandejas decorativas	6,37500	7.968,75	8,57%	0,546338	682,92
	<b>Pintura</b>					
17 09 04	Pintura Interior	1,50000	1.620,00	0,19%	0,002850	3,08
17 09 04	Pintura Elastomerica exterior, incluido cerramiento	1,50000	1.620,00	0,19%	0,002850	3,08
	<b>Recubrimiento de mesones</b>					
17 01 03	Baño master	0,02760	49,68	5,20%	0,001435	2,58
17 01 03	Peinadora baño master	0,02052	36,94	5,20%	0,001067	1,92
17 01 03	Baño dormitorio 2	0,01440	25,92	5,20%	0,000749	1,35
17 01 03	Baño dormitorio 3	0,01296	23,33	5,20%	0,000674	1,21
17 01 03	Baño estudio	0,01600	28,80	5,20%	0,000832	1,50
17 01 03	Baño de visita	0,01600	28,80	5,20%	0,000832	1,50
17 01 03	Baño de Piscina	0,01716	30,89	5,20%	0,000892	1,61
17 01 03	Cocina	0,11858	213,44	5,20%	0,006166	11,10
	<b>Instalaciones Sanitarias</b>					
	<b>SISTEMA DE AA.PP. FRIA</b>					
17 02 03	Puntos de agua potable fría de 1/2"	0,03268	45,75	2,21%	0,000722	1,01
17 02 03	Tubería de agua potable fría de 1/2"	0,00064	0,89	2,21%	0,000014	0,02
17 02 03	Tubería de agua potable fría de 3/4"	0,01197	16,76	2,21%	0,000265	0,37
17 02 03	Tubería de agua potable fría de 1"	0,04056	56,78	2,21%	0,000896	1,25
17 02 03	Tubería de agua potable de 1 1/4"	0,00713	9,98	2,21%	0,000157	0,22

Código Residuo	Descripción	Presupuesto de obra			Residuos Estimados	
		Cantidades			Cantidades	
		m3	kg	CR	m3	kg
	<b>SISTEMA AGUA CALIENTE</b>					
17 02 03	Punto de agua potable caliente de 1/2"	0,01216	17,02	2,21%	0,000269	0,38
17 02 03	Tubería de agua potable caliente de 3/4"	0,00627	8,78	2,21%	0,000139	0,19
	<b>SISTEMA DE AGUA SERVIDAS</b>					
17 02 03	Puntos de agua servidas de 2"	0,05278	73,89	2,21%	0,001166	1,63
17 02 03	Puntos de agua servidas de 4"	0,08110	113,54	2,21%	0,001792	2,51
17 02 03	Bajantes de aguas servidas de 110 mm	0,01750	24,50	2,21%	0,000387	0,54
17 02 03	Ventilación 2"	0,01015	14,21	2,21%	0,000224	0,31
17 09 04	Cajas de registro de AASS	0,09000	126,00	2,21%	0,001989	2,78
	<b>SISTEMA AGUAS LLUVIAS</b>					
17 02 03	Bajante de aguas lluvias de 110 mm	0,04700	65,80	2,21%	0,001039	1,45
17 02 03	Tubería de drenaje de AAAA	0,21888	306,43	2,21%	0,004837	6,77
17 09 04	Cajas de registro de AALL	0,09000	126,00	2,21%	0,001989	2,78
17 09 04	Caja matriz de AASS	0,07875	110,25	2,21%	0,001740	2,44
17 09 04	Caja matriz de AALL	0,07875	110,25	2,21%	0,001740	2,44
	<b>Piezas Sanitarias</b>					
17 09 04	Instalación de inodoros	0,79056	1.897,34	2,21%	0,017471	41,93
17 09 04	Instalación de bidets	0,10500	252,00	2,21%	0,002321	5,57
17 09 04	Instalación de lavamanos	0,24500	588,00	2,21%	0,005415	12,99
17 09 04	Instalación de lavamanos de pedestal	0,11025	264,60	2,21%	0,002437	5,85
17 09 04	Instalación de grifería de duchas y rejillas	0,00053	4,47	2,21%	0,000012	0,10
17 09 04	Instalación de duchas de teléfono	0,00038	3,22	2,21%	0,000008	0,07
17 09 04	Instalación de grifería de duchas y rejillas de servicio	0,00019	1,61	2,21%	0,000004	0,04
17 09 04	Instalación de lavaplatos	0,02485	211,72	2,21%	0,000549	4,68
17 09 04	Suministro e instalación de Grifería Lavaplatos	0,00613	52,19	2,21%	0,000135	1,15
17 09 04	Suministro e instalación de lavarropas con grifería	0,01920	163,58	2,21%	0,000424	3,62
17 09 04	Instalación de grifería de ducha ext y rejilla	0,00019	1,61	2,21%	0,000004	0,04
17 09 04	Suministro e instalación de lavacopas con grifería	0,02100	178,92	2,21%	0,000464	3,95
	<b>Impermeabilizaciones</b>					
17 09 04	Losa de cubierta y muros perimetrales	43,20000	56.160,00	0,19%	0,082080	106,70
17 09 04	Losa de Area de servicio exterior	1,20000	1.560,00	0,19%	0,002280	2,96
17 09 04	Losa de BBQ	0,06075	78,98	0,19%	0,000115	0,15
17 09 04	Losa de garaje y muros perimetrales	21,89485	28.463,31	0,19%	0,041600	54,08
17 09 04	Piscina	7,80300	10.143,90	0,19%	0,014826	19,27
	<b>Puertas</b>					
17 02 01	Puerta principal de madera	0,03996	31,97	15,00%	0,005994	4,80
17 02 01	Puertas de madera b=0,8 h=2,4	0,09984	79,87	15,00%	0,014976	11,98
17 02 01	Puertas de madera b=0,7 h=2,4	0,13104	104,83	15,00%	0,019656	15,72
17 04 05	Puertas metálicas	0,07700	115,50	7,05%	0,005429	8,14
	<b>Aluminio y Vidrio</b>					
17 04 02	Puertas y ventanas de aluminio anodizado blanco y vidrio claro	0,34560	895,10	0,19%	0,000657	1,70
17 04 02	Puertas exteriores de aluminio anodizado blanco y cabinas de cuartos de bomba	0,16500	425,70	0,19%	0,000314	0,81
17 02 02	Pasamanos de vidrio templado y fijadores de acero	0,00589	15,26	0,19%	0,000011	0,03
17 04 02	Pasamanos de balcon dormitorio master	0,01155	29,79	0,19%	0,000022	0,06
17 02 02	Puerta de vidrio templado del tv room	0,17600	455,84	0,19%	0,000334	0,87



Código Residuo	Descripción	Presupuesto de obra			Residuos Estimados	
		Cantidades			Cantidades	
		m3	kg	CR	m3	kg
	<b>Instalaciones Electricas</b>					
17 09 04	Instalaciones Electricas en general	0,05000	446,00	2,21%	0,001105	9,86
17 09 04	Intalaciones eléctricas de iluminación	0,02250	200,70	2,21%	0,000497	4,44
17 09 04	Intalaciones eléctricas de tomacorrientes 110V	0,01500	133,80	2,21%	0,000332	2,96
17 09 04	Intalaciones eléctricas de tomacorrientes 220V.	0,00240	21,41	2,21%	0,000053	0,47
17 09 04	Tablero de control	0,01500	117,75	2,21%	0,000332	2,60
17 09 04	Instalación de Acometida eléctrica	0,00048	4,28	2,21%	0,000011	0,09
	<b>Varios</b>					
17 09 04	Limpieza de obra 0.50m³/m²	1,72500	1.725,00	100%	1,725000	1.725,00
<b>TOTAL DE RESIDUOS ESTIMADOS</b>						
<b>CON EXCAVACIÓN Y LIMPIEZA</b>		<b>671,95</b>	<b>1.261.071,23</b>	<b>7,27%</b>	<b>163,43</b>	<b>249.053,12</b>
<b>SIN EXCAVACIÓN Y LIMPIEZA</b>		<b>576,38</b>	<b>1.134.525,73</b>	<b>5,96%</b>	<b>44,40</b>	<b>91.302,49</b>

**Tabla 24:** Residuos estimados para el proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul

**Fuente:** (Elaboración propia, 2018)

Haciendo un análisis comparativo de los resultados obtenidos para los bloques de hormigón mediante el método teórico, con los obtenidos por el método experimental, el porcentaje de variación es de 4,565 %, quedando demostrado que estos porcentajes de residuos de construcción y demolición (CR), son muy aproximados a los que se generaron en la realidad, por lo que la aplicación de estos nos da una muy buena referencia de lo que se producirá al momento de la ejecución de la obra.

Descripción	Un	CANT.	M. TEÓRICO	M. EXPERIMENTAL
			Residuos Estimados	Residuos recogidos
			Cantidades	kg
			kg	kg
<b>Mampostería</b>				
Paredes Exteriores planta baja (bloque e = 20cm)	m2	115,22	1.843,52	Residuos bloques de hormigón pesados en obra
Paredes Exteriores planta alta (bloque e = 20cm)	m2	215,93	3.454,88	
Paredes Interiores planta baja (bloque e = 9 cm)	m2	150,47	1.083,38	
Paredes Interiores planta alta (bloque e = 9 cm)	m2	106,11	763,99	
			<b>7.145,78</b>	<b>6.833,82</b>

**Tabla 25:** Residuos estimados y residuos recogidos para el proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul

**Fuente:** (Elaboración propia, 2018)

La pequeña diferencia que se presenta entre los dos puede deberse a factores externos difíciles de controlar, tales como, el proceder del personal de obra, al desechar los residuos de bloques en lugares diferentes a los establecidos, o el reuso de este material para otros propósitos, así como, cambios en cantidades en relación con el presupuesto de obra, con las realmente ejecutadas, entre otros.

### **c) OBTENCIÓN DE INDICADORES**

Para la obtención de indicadores de residuos de construcción y demolición, se hizo uso de la información planteada y de los resultados ya obtenidos, siguiendo el proceso mencionado anteriormente en este trabajo investigativo.

#### **Obtención de indicadores para la cantidad de residuos de construcción y demolición generada en el proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul**

Una vez obtenido los resultados totales de residuos generados en la actividad de la construcción, tanto en Kg como en m<sup>3</sup>, se procede a la obtención de una tasa de generación específica (indicadores), descrita a continuación:

$$\text{Tasa de generación específica} = \frac{\text{Kilogramos o m}^3}{\text{Superficie en m}^2}$$

Indicador Residuos de construcción y demolición	Residuos de construcción y demolición	Área	Total m3/m2
	m3	m2	
	163,43	461,10	<b>0,35</b>
	kg	m2	Total kg/m2
	249.053,12	461,10	<b>540,13</b>

**Tabla 26:** Tasa de generación específica de residuos sólidos, para el proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul

**Fuente:** (Elaboración propia, 2018)

Indicador Residuos de construcción y demolición	Residuos de construcción y demolición	Área	Total m3/m2
	m3	m2	
	44,40	461,10	<b>0,096</b>
	kg	m2	Total kg/m2
	91.302,49	461,10	<b>198,01</b>

**Tabla 27:** Tasa de generación específica de residuos sólidos, sin considerar desperdicios de excavación y limpieza, para el proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul

**Fuente:** (Elaboración propia, 2018)

#### **d) ANÁLISIS Y DATOS DEL MERCADO DE ESCOMBROS Y RESTOS DE CONSTRUCCIÓN EN GUAYAQUIL**

Obtenidos los resultados del caso de estudio, podemos hacer un análisis del mercado de escombros y restos de construcción en Guayaquil, basándonos en los indicadores calculados, podemos estimar la cantidad de residuos generados para los m2 de construcción, de los años registrados en la ciudad.

Año	Superficie de construcción (m2)	IRCD (Kg/m2)	Residuos generados (Kg/año)	IRCD (m3/m2)	Residuos generados (m3/año)
2012	690.159,00	540,13	372.774.346,66	0,35	244.616,54
2013	1.582.842,00	540,13	854.937.619,33	0,35	561.014,68
2014	1.339.622,00	540,13	723.567.635,61	0,35	474.808,99
2015	1.315.105,00	540,13	710.325.312,23	0,35	466.119,30
2016	2.979.802,00	540,13	1.609.475.126,35	0,35	1.056.146,26
<b>TOTAL</b>	<b>7.907.530,00</b>		<b>4.271.080.040,19</b>		<b>2.802.705,76</b>

IRCD(Indicador de residuos de construcción y demolición): tomado del caso de estudio, Residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul

**Tabla 28:** Residuos generados en la ciudad de Guayaquil desde el año 2012 al año 2016, aplicando los indicadores

**Fuente:** (Elaboración propia, 2018)

De igual forma, podemos hacerlo para cuantificar los residuos para el año 2017, basándonos en la superficie de construcción obtenida anteriormente mediante predicción, y haciendo uso de los índices de residuos obtenidos, entonces tenemos:

Año	Superficie de construcción estimada (m2)	IRCD (Kg/m2)	Residuos generados (Kg/año)	IRCD (m3/m2)	Residuos generados (m3/año)
2017	2.854.624	540,13	1.541.862.797,68	0,35	1.011.778,69

IRCD(Indicador de residuos de construcción y demolición): tomado del caso de estudio, Residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul

**Tabla 29:** Proyección de residuos generados en la ciudad de Guayaquil, aplicando los indicadores

**Fuente:** (Elaboración propia, 2018)

## **e) PROPUESTA PARA REDUCCIÓN, USO Y MITIGACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

### Reducción:

Consiste básicamente en realizar un control y seguimiento de todos los materiales que se utilizarán a lo largo del proyecto, en todas sus fases constructivas, cabe recalcar que el responsable de llevar a cabo este proceso deberá tener pleno conocimiento de los materiales que pueden ser reusados, reciclados y/o aprovechados, así también debe existir cooperación por parte de todas las personas involucradas en el proyecto.

El uso de métodos para estimar residuos, como los propuestos en este trabajo investigativo, pueden servir para el propósito de reducción, conociendo los materiales que más generarán residuos en la obra, se les pueden dar a estos mayor control y seguimiento.

### Uso:

Incentivar a los constructores y promotores mediante reducción de tasas en pagos de impuestos o permisos, si es que estos utilizan un porcentaje de materiales reciclados en la ejecución de sus proyectos, claro está, que estos materiales, productos de residuos de construcción o demolición, deberán cumplir con las normas y exigencias constructivas vigentes en el país, también se deberá llevar controles de que esto se cumpla mediante una especie de fiscalización dedicada a este propósito, de esta manera se activará el mercado para materiales reciclados de construcción, al mismo tiempo que se estaría reduciendo el impacto ambiental ocasionado en el caso de desecharlos.

### Mitigación:

Existen muchos factores que afectan a la generación de grandes cantidades de residuos, uno de ellos es la manera en que se diseña nuestras

estructuras, con mayor impacto en cuanto al tema de acabados y mampostería se refiere, es por eso que se plantea en este trabajo investigativo, el estandarizar medidas para los diseños de acabados y mamposterías, es decir, realizar los diseños de acuerdo a medidas de materiales disponibles en el mercado, por ejemplo, las áreas destinadas para la colocación de cerámica, como en baños, deben tener medidas tales que no deba ser necesarios estar cortando pedazos que luego deban ser desechados, generando así las grandes cantidades de residuos en la obra.

Lo mismo puede aplicarse para el caso de mampostería, como las paredes de bloques, en los que se generan grandes cantidades de desperdicios, es claro que, para poder plasmar en la práctica, lo teóricamente propuesto, es necesario capacitar a nuestros constructores e involucrados en el proceso de la construcción.

## 7) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los residuos de construcción y demolición son actualmente un tema de gran preocupación y cuidado, es importante tener conocimientos sobre el adecuado manejo y tratamiento que deben dárseles, el capacitarse sobre las nuevas tendencias, procesos y metodologías que se van generando día a día y el llevarlo a la práctica adecuadamente.

Basándonos en las respuestas obtenidas, para la encuesta realizada sobre los residuos de construcción y demolición, de los profesionales y personas afines al sector de la construcción en Guayaquil, podemos concluir que hace falta más información y capacitación en nuestro medio, se hizo notoria la falta de conocimiento existente sobre temas como los residuos valorizables, o la clasificación y tratamiento de los desechos sólidos, de acuerdo al análisis realizado no existe una adecuada gestión para aprovechar los residuos generados en obras o demoliciones, existe mucho desconocimiento en cuanto a las ordenanzas municipales vigentes, así como en temas de reciclaje, mitigación y reducción de residuos de construcción y demolición. Sabiendo esto, es necesario promover una sociedad que tienda al reciclaje y a la reducción y mitigación de los impactos ambientales, que las malas prácticas y el desconocimiento en cuanto a este tema pueden generar.

Una vez realizado los análisis de residuos de construcción y demolición por los dos métodos (teórico y experimental), podemos llegar a la conclusión de que la aplicación de estos métodos teóricos, que son los que se están manejando actualmente, para la estimación de residuos de construcción y demolición, son de gran aproximación y muy prácticos de usar, ya que nos dieron resultados muy cercanos a los que se obtuvo en campo, lo que demuestra que estas metodologías pueden ser usadas, sin ningún inconveniente, para obtener un estimado muy apegado a la realidad de manera muy eficiente, así podremos realizar una correcta planificación para el manejo de los residuos de construcción y demolición, antes de su generación en obra.

Observando el ritmo de crecimiento actual para las superficies de construcción en la ciudad de Guayaquil, y con el alto porcentaje de residuos de construcción y demolición que se generan en la obras, las cantidades futuras de residuos que se producirán en la ciudad son extremadamente altas, por lo que debe de tomarse acciones de carácter urgente para prevenir la generación de estas cantidades de desperdicios en Guayaquil, así como el poner en práctica medidas de aprovechamiento para estos residuos.

Existen varias propuestas para reducir, mitigar y utilizar los residuos de construcción y demolición, lo importante es actuar poniéndolas en práctica, empezando desde la planificación de un proyecto, hasta la culminación del mismo, creando conciencia ambiental en nuestro medio, de esta manera se generará un cambio en nuestra sociedad.



## 8) REFERENCIAS

Barroso Domínguez, V. (2013). Análisis de la gestión de residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Andalucía (Tesis de pregrado). Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

Borbor Bajaña, M. A., & Medina Mite, D. C. (2015). Análisis de los desechos sólidos de construcción generados en 2 obras civiles ubicadas en la ciudad de Guayaquil, Provincia del Guayas. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.

Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC). (2013). Plan de manejo de residuos de la construcción y demolición.

Censos, I. N. de E. y. (s/f). Encuesta Anual de Edificaciones (Permisos de Construcción). Recuperado el 15 de diciembre de 2017, a partir de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-anual-de-edificaciones-permisos-de-construccion/>

Comisión Europea. (2014). Lista de Residuos Europeos (p. 43). España.

Comunidad de Madrid. (2009). Documento BásicoSE-AE (Seguridad Estructural Acciones en la edificación).

Encuesta sobre Residuos de Construcción y Demolición. (s/f). Recuperado el 14 de enero de 2018, a partir de [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfv8Mu57n78j9xF3igO7WUIGr764dQwU4D\\_JYW4VrMrWJr\\_wA/viewform?usp=drive\\_web&usp=embed\\_facebook](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfv8Mu57n78j9xF3igO7WUIGr764dQwU4D_JYW4VrMrWJr_wA/viewform?usp=drive_web&usp=embed_facebook)

Hora, D. L. (s/f). Imágenes de la tragedia - La Hora. Recuperado el 14 de noviembre de 2017, a partir de <https://lahora.com.ec/noticia/1101937468/imc3a1genes-de-la-tragedia>

Información Económica. (s/f). Recuperado el 20 de enero de 2018, a partir de <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/788>

Jofra Sora, M. (2016). Metodología para la gestión ambiental de RCD en ciudades de América Latina.

LLatas Oliver, C. (2000). Residuos generados en la construcción de viviendas. Propuestas y evaluación de procedimientos y prescripciones para su minimización (Tesis Doctoral). Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

LLatas Oliver, C. (2003). Impacto ambiental de los residuos de construcción. Cuantificación y minimización. Presentado en Ponencia en Congreso. Jornadas Sobre Naturaleza, Cultura y Tecnología para un Desarrollo Urbano y Territorial Sostenible, Sevilla, España.

LLatas Oliver, C., Bizcocho Tocón, N., & Huete Fuertes, R. (2010). Propuesta metodológica para la obtención de un Índice de Aprovechamiento de Residuos en Obras de Rehabilitación en Andalucía (p. 12). Presentado en Congreso Sb10mad. Edificios Sustentables, Sevilla, España.

LLatas Oliver, C., Ramírez, L., & Huete Fuertes, R. (2010). Una aproximación metodológica a la verificación en obra de la cuantificación de residuos de construcción en Andalucía (p. 12).

Presentado en Congreso Sb10mad. Edificios Sustentables, Sevilla, España.

M.I. Consejo Cantonal de Guayaquil. Ordenanza que norma el manejo y disposición final de escombros para la ciudad de Guayaquil, Ley Orgánica de Régimen Municipal § (2006).

Pérez Arévalo, J. J. (2015). Manejo sostenible de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición de edificaciones (Maestría). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Pesos Específicos y Densidades de los Materiales. (s/f). Recuperado el 22 de enero de 2018, a partir de <http://ingemecanica.com/tutoriales/pesos.html>

Planeta - Ideas - EL COMERCIO. (s/f). Recuperado el 14 de noviembre de 2017, a partir de <http://192.168.3.64/elcomercio/cmsEspeciales/>

Sollutia.com. (s/f). Residuos de construcción y demolición | CEDEX. Recuperado el 18 de noviembre de 2017, a partir de <http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/35/residuos-de-construccion-y-demolicion/>

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales. (2011). Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción. UICN, Oficina Regional para Mesoamérica y la Iniciativa Caribe. San José, Costa Rica.

U.S. Green Building Council (USGBC). (2007). New Construction & Major Renovation Version 2.2. Reference Guide (LEED for New

Construction Core Committee, Vol. Tercera edición). Washington D.C., Estados Unidos: U.S. Green Building Council.

Vargas Meneses, R., & Luján Pérez, M. (2016). Estudio de Caracterización y Propuestas de Revalorización de Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad de Cochabamba. Universidad Católica Boliviana, Cochabamba, Bolivia.

Villoria Sáez, P., Merino del Río, M., & Romaniega Piñeiro, S. (2014). Análisis de los residuos de construcción y demolición en albañilería para evitar su generación. En Actas del I Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-eficientes (p. 11). Madrid, España: EUATM UPM.

Romero Macías, E. (2006). Residuos de construcción y demolición, Máster Ingeniería Ambiental 2006-07.

## 9) ANEXOS

### Anexo 1: Formato de encuesta realizada en Google Forms

Encuesta sobre Residuos de Construcción y Demolición

PREGUNTAS RESPUESTAS 77

Encuesta sobre Residuos de Construcción y Demolición

Pequeño cuestionario que servirá como ayuda para un tema investigativo, en el que se busca la mejora con respecto al manejo de los residuos de construcción y demolición.

¿Conoce sobre los residuos de construcción y demolición valorizables?

Sí

No

Algo

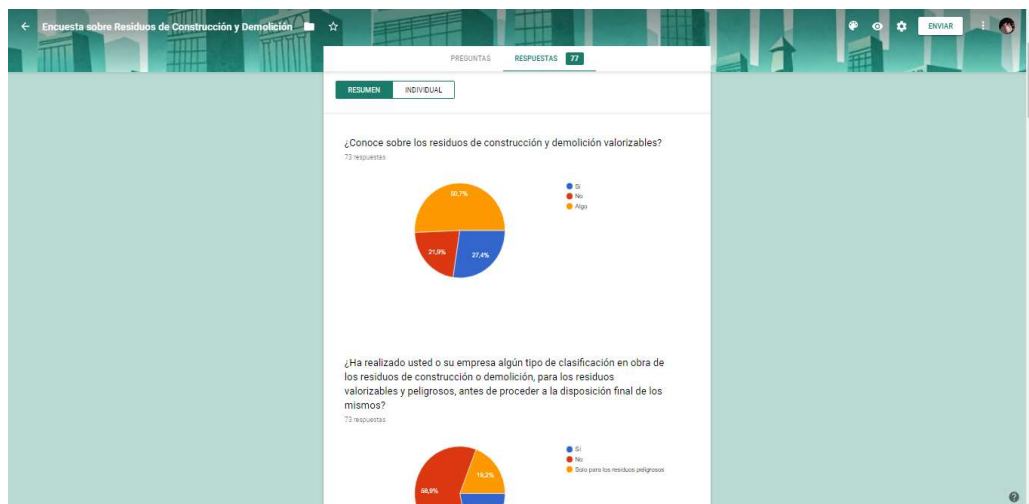
¿Ha realizado usted o su empresa algún tipo de clasificación en obra de los residuos de construcción o demolición, para los residuos valorizables y peligrosos, antes de proceder a la disposición final de los mismos?

Sí

No

**Ilustración 45:** Formato de encuesta realizada a profesionales y personas afines a la construcción

**Fuente:** (Google Forms, 2018)



**Ilustración 46:** Respuestas recibidas para la encuesta de residuos de construcción y demolición

**Fuente:** (Google Forms, 2018)

## Anexo 2: Tabla de dosificaciones de hormigón



### DOSIFICACIONES APLICABLES EN LA PREPARACIÓN DE HORMIGONES

Resistencia Especificada f <sub>c</sub> 28 días		Dosificación kg./m <sup>2</sup> de hormigón				Densidad del hormigón
(MPa)	(kg/cm <sup>3</sup> )	Agua total*	Cemento Rocafuerte IP	Piedra Homog.	Arena Homog.	(kg/m <sup>2</sup> )
17.6	180	220	318	1012	675	2225
20.5	210	222	360	1045	640	2265
23.5	240	225	395	1060	585	2265
27.5	280	227	436	1065	550	2280
34.3	350	230	506	1080	500	2315

\* Asentamiento: 100 ± 25 mm      Tipo: Vertido directo

### DOSIFICACION POR VOLUMEN APARENTE

Resistencia Especificada		Agua total*	Cemento IP	Piedra Homogeneizada		Arena Homogeneizada	
(MPa)	(kg/cm <sup>3</sup> )	(litros)	(Kg)	# patruellas	(cm)	# patruellas	(cm)
17.6	180	34.5	50	4	40x40x20	2	40x40x20
20.5	210	30.8	50	4	40x40x18	2	40x40x18
23.5	240	28.5	50	4	40x40x15	2	40x40x15
27.5	280	26.0	50	3	40x40x20	2	40x40x15
34.5	350	22.7	50	3	40x40x18	1	40x40x20

\* Agua Total = Aridos Secos: descontar humedad en los mismos

#### NOTAS:

- (\*) El agua usada debe ser limpia. Se debe descontar la humedad de los áridos.
- Es muy importante mezclar bien los componentes para obtener un hormigón homogéneo.
- Las dosificaciones que aquí se consignan son una buena guía para lograr hormigones de buena calidad, siempre que la mezcla, el vaciado y curado cumplan con las exigencias técnicas posteriormente explicadas.

**Ilustración 47:** Dosificaciones estándar para la elaboración de hormigón

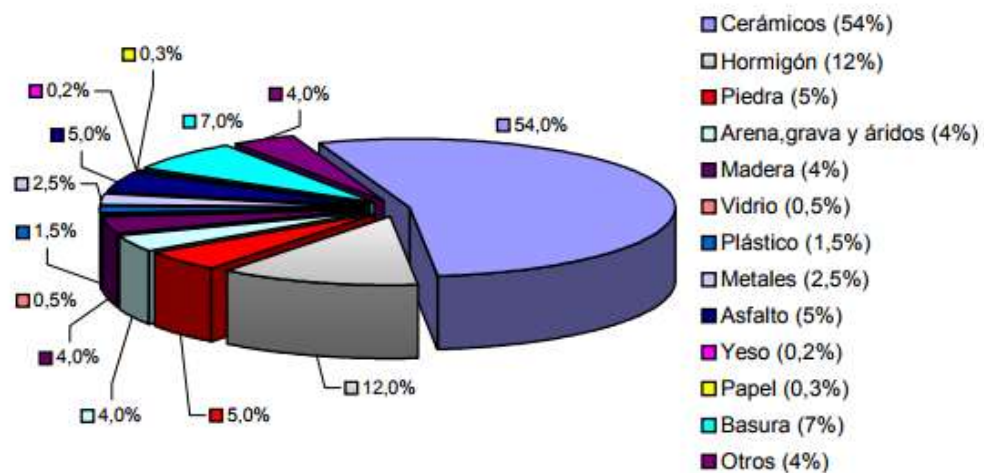
**Fuente:** (Disensa, 2015)

**Anexo 3: Porcentajes de residuos de materiales de construcción para 5 países (Brasil, España, Inglaterra, Chile y Ecuador)**

PRODUCTOS DE ORIGEN PÉTREO	75%	
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	54%	CER 17 01 00
Hormigón	12%	CER 17 01 00
Piedra	5%	
Arena, grava y otros áridos	4%	
PRODUCTOS MIXTOS DE CONSTRUCCIÓN	25%	
Madera	4%	CER 17 02 01
Vidrio	0,5%	CER 17 02 02
Plástico	1,5%	CER 17 02 02
Metales	2,5%	CER 17 04 00
Asfalto	5%	CER 17 03 00
Yeso	0,2%	CER 17 01 00
Papel	0,3%	CER 17 07 00
Basura	7%	CER 17 07 00
Otros	4%	CER 17 07 00

**Tabla 30:** Porcentajes de residuos de materiales de construcción, Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición de la Comunidad de Madrid, España

**Fuente:** (PNRCD, 2015)



**Figura 1:** Composición de los residuos de construcción y demolición

**Ilustración 48:** Gráfica de porcentajes de residuos de materiales de construcción, PNRCD de la Comunidad de Madrid, España

**Fuente:** (PNRCD, 2015)

Material	N° De obras	Rango de resultados	Indice de pérdidas directas (%)	
			Promedio	Usual
Concreto en infra-estructura	12	3 – 18	8	2.5
Concreto en superestructura	3	-	2	2.5
Acero	1	-	5	2.5
Ladrillos corrientes	68	1 – 20	8	4.0
Ladrillos caravista	62	1 – 22	12	5.0
Ladrillos estructurales huecos	2	-	5	2.5
Ladrillos estructurales macizos	3	9 – 11	10	2.5
Bloques ligeros	22	1 – 22	9	5.0
Bloques de concreto	1	-	7	5.0
Tejas	1	-	10	2.5
Madera (Tablas)	3	12 – 22	15	5.0
Madera (Planchas)	2	-	15	5.0
Mortero (Paredes)	4	2 – 7	5	5.0
Mortero (Techos)	4	1 – 4	3	5.0
Cerámica (Paredes)	1	-	3	2.5
Cerámica (Pisos)	1	-	3	2.5
Tubería de cobre	9	-	7	2.5
Tubería de PVC	1	-	3	2.5
Conexiones de cobre	7	-	3	-
Placas de vidrio	3	-	9	5
Ventanas prefabricadas	2	-	16	-

**Tabla 31:** Porcentajes de residuos de materiales de construcción, Inglaterra

**Fuente:** (Skoyles, 1976)

Material	Desperdicio calculado (%)	Expectativa usual de pérdidas (%)
Madera (en general)	47.5	15
Concreto premezclado	1.5	5.0
Acero CA 50/60	26.0	20.0
Sellos	13.0	5.0
Cemento CP 32	33.0	15.0
Cal Hidratada	102.0	15.0
Arena lavada	39.0	15.0
Mortero	86.5	10.0
Cerámica (pared)	9.5	10.0
Cerámica (piso)	7.5	10.0

**Tabla 32:** Porcentajes de residuos de materiales de construcción, Sao

Pablo, Brasil

**Fuente:** (Pinto, 1989)



Material	Obras					Media
	A	B	C	D	E	
Acero	18.8	27.3	23.0	7.9	18.3	19.0
Cemento	86.1	45.2	36.5	109.8	135.4	82.6
Concreto	5.7	17.2	-	15.9	-	12.9
Arena	24.6	29.7	-	133.3	43.8	44.4
Mortero	103.0	87.5	40.4	152.1	85.0	93.6
Ladrillo hueco	-	8.2	93.3	33.6	107.3	50.0
Ladrillo macizo	43.5	15.2	-	47.2	109.9	54.0

**Tabla 33:** Porcentajes de residuos de materiales de construcción, Porto Alegre, Brasil

**Fuente:** (Soibelman, 1993)

MATERIAL	% COMPOSICIÓN	MATERIAL	% COMPOSICIÓN
ARIDOS	79%	CERAMICA MURO	0,06%
CEMENTOS	11,20%	PIZARREÑO	0,05%
LADRILLOS	5,36%	BALDOSA	0,05%
REVEST. PLÁSTICOS	2,38%	TUBO FIERRO	0,04%
MADERAS	0,45%	FLEXIT	0,04%
YESO	0,39%	FIERRO PE	0,03%
FIERRO REDONDO	0,32%	PLANCHA ZINC	0,02%
CAÑERIAS COBRE	0,21%	AZUEJOS	0,02%
MASISA	0,18%	TUBOS PVC	0,01%
PARQUET	0,13%	FIERRO PL	0,01%
TEJA ARCILLA	0,13%	BLOQUES	0,01%
CERAMINA PI.	0,10%	TEJA PIZ	0,01%
CLAVOS Y TORNILLOS	0,08%	ALFOMBRA	0,01%
ALAMBRE	0,06%		

**Tabla 1:** Composición residuos de construcción

**Fuente:** Página web CONAMA, 2010.

**Tabla 34:** Porcentajes de residuos de materiales de construcción, Chile

**Fuente:** (Conama, 2010)

DESCRIPCIÓN	Porcentaje de desperdicios %
<b>EXCAVACIÓN Y RELLENO</b>	
Excavación de cimientos y cisternas	100%
<b>HORMIGÓN</b>	
Cimentaciones, pilares, vigas, losas, pilaretes y dinteles	10,49%
Cubiertas	10,49%
Acero	2,6%
<b>INSTALACIONES</b>	
Eléctrica	2,21%
Sanitaria	2,21%
<b>CONTRAPISO</b>	
Hormigón simple	10,49%
<b>MAMPOSTERIA</b>	
Paredes-bloques	5%
<b>ENLUCIDOS</b>	
Interior-externo-filos	100%
<b>TEJAS Y MATERIALES CERÁMICOS</b>	
Cubiertas	6,5%
Revestimiento-pisos	5,2%
Revestimiento-paredes	5,2%
Teja metálica	7%
<b>PINTURA</b>	
Paredes tumbados y elementos estructurales	0,19%
<b>MADERA</b>	
Encofrados, puertas y anaqueles	15%
<b>ESTRUCTURA METÁLICA</b>	
Pantalla y losas de cubiertas	7,05%
<b>ALUMINIO Y VIDRIO</b>	
Puertas y ventanas	0,19%
<b>TUMBADO</b>	
Yeso tipo gypsum	8,57%
<b>VARIOS</b>	
Limpieza general 0.50m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	100%

**Tabla 35:** Porcentajes de residuos de materiales de construcción, Ecuador

**Fuente:** (Pérez, 2015)

Anexo 4: Cálculo de residuos de construcción y demolición para el proyecto “Residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul”

Código Residuo	Descripción	Un	CANT.	Presupuesto de obra						Residuos Estimados					
				Cantidades						Cantidades					
				CC	m3	CC	kg	CT	CR	m3	m3	kg			
<b>17 05</b>	<b>Movimiento de Tierra</b>														
	Excavación con máquina	m3	93,85	93,85000	1330,00	124.820,50	1,25	100,00%	117,312500	156,025,63					
<b>17 01 01</b>	<b>Cimentación</b>														
	Replanteo	m3	7,57	7,57000	2300,00	17.411,00		10,49%	0,794093	1.826,41					
	Zapatillas y vigas de Cimentación	m3	24,74	24,74000	2300,00	56.902,00		10,49%	2,595226	5.969,02					
	Riostras	m3	5,65	5,65000	2300,00	12.995,00		10,49%	0,592685	1.363,18					
<b>17 05</b>	Muros de piedra base	m3	18,12	18,12000	2700,00	48.924,00		5,00%	0,906000	2.446,20					
<b>17 05</b>	Muros de mampostería	m2	156,04	0,10000	2800,00	43.691,20		5,00%	0,780200	2.184,56					
	<b>ESTRUCTURAS</b>														
<b>17 01 01</b>	Pilares de planta baja (incl. Garaje)	m3	7,65	7,65000	2300,00	17.595,00		10,49%	0,802485	1.845,72					
<b>17 01 01</b>	Pilares de Planta alta	m3	4,93	4,93000	2300,00	11.339,00		10,49%	0,517157	1.189,46					
<b>17 01 01</b>	Losa de Planta baja (H.S)	m3	22,40	22,40000	2300,00	51.520,00		10,49%	2,349760	5.404,45					
<b>17 02 01</b>	Encofrado P.B.	m2	224,04	0,02500	800,00	4.480,80		15,00%	0,840150	672,12					
<b>17 04 05</b>	Acero para estructuras	kg	12592,96	0,00013	1.602,16	12.592,96		2,60%	0,041656	327,42					
<b>17 01 01</b>	Losa de Planta alta (H.S.)	m3	19,29	19,29000	2300,00	44.367,00		10,49%	2,023521	4.654,10					
<b>17 01 01</b>	Losa de Cubierta e=10 cm (H.S.)	m2	239,42	0,10000	2300,00	55.066,60		10,49%	2,511516	5.776,49					
<b>17 01 01</b>	Losa de Garaje e=10 cm (H.S.)	m2	55,01	0,10000	2300,00	12.652,30		10,49%	0,577055	1.327,23					
<b>17 01 01</b>	Losa de Area de servicio exterior y BBQ (HA)	m3	2,50	2,50000	2300,00	5.750,00		10,49%	0,262250	603,18					
<b>17 02 01</b>	Encofrado P. Alta, Cubierta y Garaje	m2	294,43	0,02500	800,00	5.888,60		15,00%	1,104113	883,29					
<b>17 01 01</b>	Escalera	u	1,00	1,49000	2300,00	3.427,00		10,49%	0,156301	359,49					
<b>17 01 01</b>	Viga de escalera	m3	0,60	0,60000	2300,00	1.380,00		10,49%	0,062940	144,76					
<b>17 01 01</b>	Vigas de Planta Alta	m3	20,80	20,80000	2300,00	47.840,00		10,49%	2,181920	5.018,42					
<b>17 01 01</b>	Vigas de Garaje	m3	6,00	6,00000	2300,00	13.800,00		10,49%	0,629400	1.447,62					
<b>17 01 01</b>	Vigas de Cubierta	m3	11,00	11,00000	2300,00	25.300,00		10,49%	1,153900	2.653,97					
<b>17 02 01</b>	Encofrado elementos estructurales	m2	615,20	0,02000	800,00	9.843,20		15,00%	1,845600	1.476,48					
<b>17 01 01</b>	Piscina	m3	9,00	9,00000	2300,00	20.700,00		10,49%	0,944100	2.171,43					
<b>17 01 01</b>	Viga de Borde de piscina	m3	0,80	0,80000	2300,00	1.840,00		10,49%	0,083920	193,02					
<b>17 01 01</b>	Cisterna	m3	5,00	5,00000	2300,00	11.500,00		10,49%	0,524500	1.206,35					
<b>17 01 01</b>	Piñetes	ml	219,00	0,08000	2300,00	40.296,00		10,49%	1,837848	4.227,05					
<b>17 01 01</b>	Viguetas	ml	151,56	0,12000	2300,00	41.830,56		10,49%	1,907837	4.388,03					
<b>17 01 01</b>	Losetas para despensa y bodega	ml	27,00	0,04000	2300,00	2.484,00		10,49%	0,113292	260,57					

Tabla 36: Cálculos de residuos Proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul

Fuente: (Elaboración Propia, 2018)

Código Residuo	Descripción	Un	CANT.	Presupuesto de obra						Residuos Estimados			
				CC	m3	CC	kg	CT	CR	m3	kg	kg	
<b>Contrapisos</b>													
17 01 01	Contrapisos exteriores	m2	285,00	0,10000	28,50000	2300,00	65.550,00				10,49%	2,989650	6.876,20
17 01 01	Escalones	ml	53,00	0,19800	10,49400	2300,00	24.136,20				10,49%	1,100821	2.531,89
<b>Mampostería</b>													
17 01 02	Paredes Exteriores planta baja	m2	115,22	0,20000	23,04400	1600,00	36.870,40				5,00%	1,152200	1.843,52
17 01 02	Paredes Exteriores planta alta (bloque e = 20cm)	m2	215,93	0,20000	43,18600	1600,00	69.097,60				5,00%	2,159300	3.454,88
17 01 02	Paredes Interiores planta baja (bloque e = 9 cm)	m2	150,47	0,09000	13,54230	1600,00	21.667,68				5,00%	0,677115	1.083,38
17 01 02	Paredes Interiores planta alta (bloque e = 9 cm)	m2	106,11	0,09000	9,54990	1600,00	15.279,84				5,00%	0,477495	763,99
17 01 02	Jardinería de hormigón	ml	4,50	0,03230	0,14535	1600,00	232,56				5,00%	0,007268	11,63
17 01 02	Nichos en baños	u	4,00	0,01215	0,04860	1600,00	77,76				5,00%	0,002430	3,89
<b>Enlucidos</b>													
17 01 07	Enlucido Interior	m2	1000,00	0,01500	15,00000	2100,00	31,500,00				10,00%	1,500000	3.150,00
17 01 07	Enlucido Exterior	m2	750,00	0,01500	11,25000	2100,00	23.625,00				10,00%	1,125000	2.362,50
17 01 07	Enlucido en pisos interiores y	m2	730,00	0,01500	10,95000	2100,00	22.995,00				10,00%	1,095000	2.299,50
17 01 07	Enlucido de jardinería	m2	4,50	0,01500	0,06750	2100,00	141,75				10,00%	0,006750	14,18
17 01 07	Enlucido alero con malla	m2	20,00	0,01500	0,30000	2100,00	630,00				10,00%	0,030000	63,00
17 01 07	Enlucido de tumbados	m2	22,00	0,01500	0,33000	2100,00	693,00				10,00%	0,033000	69,30
17 01 07	Enlucido de cubiertas casa, cubierta de garaje, de área de servicio exterior y de BBQ.	m2	165,00	0,01500	2,47500	2100,00	5.197,50				10,00%	0,247500	519,75
17 01 07	Enlucido de escalones	ml	53,00	0,02200	1,16600	2100,00	2.448,60				10,00%	0,116600	244,86
17 01 07	Enlucido de escalones escalera	u	18,00	0,01150	0,20700	2100,00	434,70				10,00%	0,020700	43,47
17 01 07	Enlucido de losetas para mesones	ml	27,00	0,01000	0,27000	2100,00	567,00				10,00%	0,027000	56,70
17 01 07	Enlucido de nichos de baños	u	4,00	0,02340	0,09360	2100,00	196,56				10,00%	0,009360	19,66
17 01 07	Enlucido de piscina	m2	86,00	0,01500	1,29000	2100,00	2.709,00				10,00%	0,129000	270,90
17 01 07	Enlucido de bajantes	ml	70,00	0,02900	2,03000	2100,00	4.263,00				10,00%	0,203000	426,30
17 01 07	Cuadrada de boquetes de puertas y ventanas	ml	380,00	0,00200	0,76000	2100,00	1.596,00				10,00%	0,076000	159,60
17 01 07	Filos interiores	ml	180,00	0,00400	0,72000	2100,00	1.512,00				10,00%	0,072000	151,20
17 01 07	Filos Exteriores	ml	300,00	0,00400	1,20000	2100,00	2.520,00				10,00%	0,120000	252,00
17 01 07	Gotero	ml	100,00	0,00200	0,20000	2100,00	420,00				10,00%	0,020000	42,00
17 01 07	Caja de registro y camara de inspección	m2	30,00	0,01500	0,45000	2100,00	945,00				10,00%	0,045000	94,50

**Tabla 37: Cálculos de residuos Proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul**

**Fuente:** (Elaboración Propia, 2018)

Código Residuo	Descripción	Un	CANT.	Presupuesto de obra					Residuos Estimados			
				CC	m3	CC	kg	CT	CR	m3	kg	
	<b>Recubrimiento de pisos</b>	0	0,00									
17 01 03	Instalación de porcelanato en ingreso exterior, hall de entrada, area de escalera	m2	200,00	0,00850	1,70000	1800,00	3.060,00		5,20%		0,088400	159,12
17 01 03	Rastreras de área social (e=15cm)	ml	100,00	0,07500	7,50000	1800,00	13.500,00		5,20%		0,390000	702,00
17 01 03	Recubrimiento de escalones de terraza posterior y hall exterior de ingreso.	ml	33,55	0,00935	0,31369	1800,00	564,65		5,20%		0,016312	29,36
17 01 03	Instalación de Porcelanato Planta Alta	m2	175,00	0,00850	1,48750	1800,00	2.677,50		5,20%		0,077350	139,23
17 01 03	Rastreras de area de servicio	ml	20,00	0,09000	1,80000	1800,00	3.240,00		5,20%		0,093600	168,48
17 01 03	Instalación de pisos exteriores	m2	265,00	0,00850	2,25250	1800,00	4.054,50		5,20%		0,117130	210,83
17 01 03	Rastreras de pisos exteriores	ml	95,00	0,09000	8,55000	1800,00	15.390,00		5,20%		0,444600	800,28
17 01 03	Instalación de escalones exteriores	ml	45,00	0,00935	0,42075	1800,00	757,35		5,20%		0,021879	39,38
17 01 03	Escalera Principal	ml	35,00	0,00935	0,32725	1800,00	589,05		5,20%		0,017017	30,63
17 01 03	Recubrimiento de timas de baño	u	4,00	0,73000	2,92000	1800,00	5.256,00		5,20%		0,151840	273,31
	<b>Recubrimiento de Paredes</b>	0	0,00									
17 01 03	Instalación de ceramica de baño	m2	37,00	0,00600	0,22200	1800,00	399,60		5,20%		0,011544	20,78
17 01 03	Instalación de mosaico en baño	m2	12,50	0,00600	0,07500	1800,00	135,00		5,20%		0,003900	7,02
17 01 03	Instalación de paredes de baños niños	m2	65,00	0,00600	0,39000	1800,00	702,00		5,20%		0,020280	36,50
17 01 03	Instalación de mosaico baño niña	m2	8,00	0,00600	0,04800	1900,00	91,20		5,20%		0,002496	4,74
17 01 03	Instalación de mosaico baño niño	m2	8,00	0,00600	0,04800	1900,00	91,20		5,20%		0,002496	4,74
17 01 03	Instalación de mosaico baño bebe	m2	7,00	0,00600	0,04200	1900,00	79,80		5,20%		0,002184	4,15
17 01 03	Retorno de ventanas	ml	40,20	0,00090	0,03618	1800,00	65,12		5,20%		0,001881	3,39
17 01 03	Recubrimiento de nichos	u	5,00	0,05420	0,27100	1800,00	487,80		5,20%		0,014092	25,37
17 01 03	Filos	ml	153,40	0,00120	0,18408	1800,00	331,34		5,20%		0,009572	17,23

**Tabla 38:** Cálculos de residuos Proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul

**Fuente:** (Elaboración Propia, 2018)

Código Residuo	Descripción	Un	CANT.	Presupuesto de obra							Residuos Estimados		
				Cantidades							Cantidades		
				CC	m3	CC	kg	CT	CR	m3	kg		
17 01 03	Instalación de pared de baño de	m2	17,00	0,00850	0,14450	1800,00	260,10		5,20%	0,007514	13,53		
17 01 03	Instalación de paredes de cocina, lavandería y despensa)	m2	58,00	0,00600	0,34800	1800,00	626,40		5,20%	0,018096	32,57		
17 01 03	Repisas de alacena	ml	16,00	0,00690	0,11040	1800,00	198,72		5,20%	0,005741	10,33		
17 01 03	Instalación de paredes de dormitorio y baño de empleada, dormitorio y baño	m2	112,00	0,00600	0,67200	1800,00	1.209,60		5,20%	0,034944	62,90		
17 01 03	Repisas de bodega	ml	10,00	0,00690	0,06900	1800,00	124,20		5,20%	0,003588	6,46		
17 01 03	Recubrimiento de pared de escalera principal	m2	41,00	0,00600	0,24600	1800,00	442,80		5,20%	0,012792	23,03		
17 01 03	Recubrimiento de piscina	m2	51,00	0,00600	0,30600	1800,00	550,80		5,20%	0,015912	28,64		
17 01 03	Instalación de porcelanato en paredes exteriores	m2	115,00	0,00600	0,69000	1800,00	1.242,00		5,20%	0,035880	64,58		
	<b>Tumbados de Gypsum</b>												
17 08 02	Tumbados de P.A. P.B. y Garaje	m2	480,00	0,00950	4,56000	1250,00	5.700,00		8,57%	0,390792	488,49		
17 08 02	Bandejas decorativas	ml	85,00	0,07500	6,37500	1250,00	7.968,75		8,57%	0,546338	682,92		
	<b>Pintura</b>												
17 09 04	Pintura Interior	m2	750,00	0,00200	1,50000	1080,00	1.620,00		0,19%	0,002850	3,08		
17 09 04	Pintura Elastomerica exterior, incluido cerramiento	m2	750,00	0,00200	1,50000	1080,00	1.620,00		0,19%	0,002850	3,08		

**Tabla 39:** Cálculos de residuos Proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul  
**Fuente:** (Elaboración Propia, 2018)

Código Residuo	Descripción	Un	CANT.	Presupuesto de obra						Residuos Estimados				
				Cantidades						Cantidades				
				CC	m3	CC	kg	CT	CR	m3	m3	kg		
	<b>Recubrimiento de mesones</b>													
17 01 03	Baño master	ml	2,30	0,01200	0,02760	1800,00	49,68				5,20%	0,001435		2,58
17 01 03	Peinadora baño master	ml	1,90	0,01080	0,02052	1800,00	36,94				5,20%	0,001067		1,92
17 01 03	Baño dormitorio 2	ml	1,50	0,00960	0,01440	1800,00	25,92				5,20%	0,000749		1,35
17 01 03	Baño dormitorio 3	ml	1,35	0,00960	0,01296	1800,00	23,33				5,20%	0,000674		1,21
17 01 03	Baño estudio	ml	1,60	0,01000	0,01600	1800,00	28,80				5,20%	0,000832		1,50
17 01 03	Baño de visita	ml	1,60	0,01000	0,01600	1800,00	28,80				5,20%	0,000832		1,50
17 01 03	Baño de Piscina	ml	1,65	0,01040	0,01716	1800,00	30,89				5,20%	0,000892		1,61
17 01 03	Cocina	ml	8,50	0,01395	0,11858	1800,00	213,44				5,20%	0,0006166		11,10
	<b>Instalaciones Sanitarias</b>													
	<b>SISTEMA DE AA.PP. FRIA</b>													
17 02 03	Puntos de agua potable fría de 1/2"	u	43,00	0,00076	0,03268	1400,00	45,75				2,21%	0,000722		1,01
17 02 03	Tubería de agua potable fría de 1/2"	ml	5,00	0,00013	0,00064	1400,00	0,89				2,21%	0,000014		0,02
17 02 03	Tubería de agua potable fría de 3/4"	ml	42,00	0,00029	0,01197	1400,00	16,76				2,21%	0,000265		0,37
17 02 03	Tubería de agua potable fría de 1"	ml	80,00	0,00051	0,04056	1400,00	56,78				2,21%	0,000896		1,25
17 02 03	Tubería de agua potable de 1 1/4"	ml	9,00	0,00079	0,00713	1400,00	9,98				2,21%	0,000157		0,22
	<b>SISTEMA AGUA CALIENTE</b>													
17 02 03	Punto de agua potable caliente de 1/2"	u	16,00	0,00076	0,01216	1400,00	17,02				2,21%	0,000269		0,38
17 02 03	Tubería de agua potable caliente de 3/4"	ml	22,00	0,00029	0,00627	1400,00	8,78				2,21%	0,000139		0,19
	<b>SISTEMA DE AGUA SERVIDAS</b>													
17 02 03	Puntos de agua servidas de 2"	u	26,00	0,00203	0,05278	1400,00	73,89				2,21%	0,001166		1,63
17 02 03	Puntos de agua servidas de 4"	u	10,00	0,00811	0,08110	1400,00	113,54				2,21%	0,001792		2,51
17 02 03	Bajantes de aguas servidas de 110 mm	ml	35,00	0,00050	0,01750	1400,00	24,50				2,21%	0,000387		0,54
17 02 03	Ventilación 2"	u	5,00	0,00203	0,01015	1400,00	14,21				2,21%	0,000224		0,31
17 09 04	Cajas de registro de AASS	u	8,00	0,01125	0,09000	1400,00	126,00				2,21%	0,001989		2,78

**Tabla 40:** Cálculos de residuos Proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul

Fuente: (Elaboración Propia, 2018)

Código Residuo	Descripción	Un	CANT.	Presupuesto de obra						Residuos Estimados			
				Cantidades						Cantidades			
				CC	m3	CC	kg	CT	CR	m3	kg	kg	
<b>SISTEMA AGUAS LLUVIAS</b>													
17 02 03	Bajante de aguas lluvias de 110 mm	ml	94,00	0,00050	0,04700	1400,00	65,80				2,21%	0,001039	1,45
17 02 03	Tubería de drenaje de AAAA	u	8,00	0,02736	0,21888	1400,00	306,43				2,21%	0,004837	6,77
17 09 04	Cajas de registro de AALL	u	8,00	0,01125	0,09000	1400,00	126,00				2,21%	0,001989	2,78
17 09 04	Caja matriz de AASS	u	2,00	0,03938	0,07875	1400,00	110,25				2,21%	0,001740	2,44
17 09 04	Caja matriz de AALL	u	2,00	0,03938	0,07875	1400,00	110,25				2,21%	0,001740	2,44
<b>Piezas Sanitarias</b>													
17 09 04	Instalación de inodoros	u	8,00	0,09882	0,79056	2400,00	1.897,34				2,21%	0,017471	41,93
17 09 04	Instalación de bidets	u	2,00	0,05250	0,10500	2400,00	252,00				2,21%	0,002321	5,57
17 09 04	Instalación de lavamanos	u	8,00	0,03063	0,24500	2400,00	588,00				2,21%	0,005415	12,99
17 09 04	Instalación de lavamanos de pedestal	u	1,00	0,11025	0,11025	2400,00	264,60				2,21%	0,002437	5,85
17 09 04	Instalación de grifería de duchas y rejillas	u	5,00	0,00011	0,00053	8520,00	4,47				2,21%	0,000012	0,10
17 09 04	Instalación de duchas de teléfono	u	2,00	0,00019	0,00038	8520,00	3,22				2,21%	0,000008	0,07
17 09 04	Instalación de grifería de duchas y rejillas de servicio	u	1,00	0,00019	0,00019	8520,00	1,61				2,21%	0,000004	0,04
17 09 04	Instalación de lavaplatos	u	1,00	0,02485	0,02485	8520,00	211,72				2,21%	0,000549	4,68
17 09 04	Suministro e instalación de Grifería Lavaplatos	u	1,00	0,00613	0,00613	8520,00	52,19				2,21%	0,000135	1,15
17 09 04	Suministro e instalación de lavacopas con grifería	u	1,00	0,01920	0,01920	8520,00	163,58				2,21%	0,000424	3,62
17 09 04	Instalación de grifería de ducha ext y rejilla	u	1,00	0,00019	0,00019	8520,00	1,61				2,21%	0,000004	0,04
17 09 04	Suministro e instalación de lavacopas con grifería	u	1,00	0,02100	0,02100	8520,00	178,92				2,21%	0,000464	3,95
<b>Impermeabilizaciones</b>													
17 09 04	Losa de cubierta y muros perimetrales	m2	120,00	0,36000	43,20000	1300,00	56.160,00				0,19%	0,082080	106,70
17 09 04	Losa de Area de servicio exterior	m2	20,00	0,06000	1,20000	1300,00	1.560,00				0,19%	0,002280	2,96
17 09 04	Losa de BBQ	m2	4,50	0,01350	0,06075	1300,00	78,98				0,19%	0,000115	0,15
17 09 04	Losa de garaje y muros perimetrales	m2	85,43	0,25629	21,89485	1300,00	28.463,31				0,19%	0,041600	54,08
17 09 04	Piscina	m2	51,00	0,15300	7,80300	1300,00	10.143,90				0,19%	0,014826	19,27

**Tabla 41: Cálculos de residuos Proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul**

**Fuente: (Elaboración Propia, 2018)**



Código Residuo	Descripción	Un	CANT.	Presupuesto de obra						Residuos Estimados		
				Cantidades						Cantidades		
				CC	m3	CC	kg	CT	CR	m3	kg	kg
<b>Puertas</b>												
17 02 01	Puerta principal de madera	u	1,00	0,03996	0,03996	800,00	31,97			15,00%	0,005994	4,80
17 02 01	Puertas de madera b=0,8 h=2,4	u	8,00	0,01248	0,09984	800,00	79,87			15,00%	0,014976	11,98
17 02 01	Puertas de madera b=0,7 h=2,4	u	12,00	0,01092	0,13104	800,00	104,83			15,00%	0,019656	15,72
17 04 05	Puertas metálicas	u	5,00	0,01540	0,07700	1500,00	115,50			7,05%	0,005429	8,14
<b>Aluminio y Vidrio</b>												
17 04 02	Puertas y ventanas de aluminio anodizado blanco y vidrio claro	Gbl	1,00	0,34560	0,34560	2590,00	895,10			0,19%	0,000657	1,70
17 04 02	Puertas exteriores de aluminio anodizado blanco y cabinas de cuartos de bomba	Gbl	1,00	0,16500	0,16500	2580,00	425,70			0,19%	0,000314	0,81
17 02 02	Pasamanos de vidrio templado y fijadores de acero	Gbl	1,00	0,00589	0,00589	2590,00	15,26			0,19%	0,000011	0,03
17 04 02	Pasamanos de balcón dormitorio master	Gbl	1,00	0,01155	0,01155	2580,00	29,79			0,19%	0,000022	0,06
17 02 02	Puerta de vidrio templado del tv room	Gbl	1,00	0,17600	0,17600	2590,00	455,84			0,19%	0,000334	0,87
<b>Instalaciones Eléctricas</b>												
17 09 04	Instalaciones Eléctricas en general	Gbl	1,00	0,05000	0,05000	8920,00	446,00			2,21%	0,001105	9,86
17 09 04	Instalaciones eléctricas de iluminación	pto	30,00	0,00075	0,02250	8920,00	200,70			2,21%	0,000497	4,44
17 09 04	Instalaciones eléctricas de tomacorrientes 110V	pto	30,00	0,00050	0,01500	8920,00	133,80			2,21%	0,000332	2,96
17 09 04	Instalaciones eléctricas de tomacorrientes 220V.	pto	8,00	0,00030	0,00240	8920,00	21,41			2,21%	0,000053	0,47
17 09 04	Tablero de control	u	3,00	0,00500	0,01500	7850,00	117,75			2,21%	0,000332	2,60
17 09 04	Instalación de Acometida eléctrica	u	1,00	0,00048	0,00048	8920,00	4,28			2,21%	0,000011	0,09
<b>Varios</b>												
17 09 04	Limpieza de obra 0.50m³/m²	m2	3,45	0,50000	1,72500	1000,00	1.725,00			100%	1,725000	1.725,00
<b>TOTAL DE RESIDUOS ESTIMADOS</b>												
<b>CON EXCAVACIÓN Y LIMPIEZA</b>					671,95		1.261.071,23			7,27%	163,43	249.053,12
<b>SIN EXCAVACIÓN Y LIMPIEZA</b>					576,38		1.134.525,73			5,96%	44,40	91.302,49

**Tabla 42:** Cálculos de residuos Proyecto residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul

**Fuente:** (Elaboración Propia, 2018)

**Anexo 5: Registros fotográficos del proyecto “Residencia familiar de dos plantas, Urbanización Puerto Azul”**



**Ilustración 49:** Paredes de bloques de hormigón

**Fuente:** (Elaboración propia, 2017)



**Ilustración 50:** Residuos de bloques de hormigón en obra

**Fuente:** (Elaboración propia, 2017)



**Ilustración 51:** Residuos de bloques de hormigón en sacos

**Fuente:** (Elaboración propia, 2017)



**Ilustración 52:** Pesado de los residuos de bloques de hormigón con la balanza

**Fuente:** (Elaboración propia, 2017)



**Ilustración 53:** Registro del peso de los residuos de bloques de hormigón en la balanza

**Fuente:** (Elaboración propia, 2017)



**Ilustración 54:** Concretera usada para la preparación de hormigón, de vigas de cubierta

**Fuente:** (Elaboración propia, 2017)



**Ilustración 55:** Vigas de cubierta de hormigón

**Fuente:** (Elaboración propia, 2018)



**Ilustración 56:** Hormigonado de vigas de cubierta

**Fuente:** (Elaboración propia, 2018)

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **De Santis Aguirre, Juan Andrés**, con C.C: # **0923792576** autor del trabajo de titulación: **Análisis de los residuos de construcción y demolición en Guayaquil: Propuesta para reducción, uso y mitigación de su impacto** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **9 de marzo de 2018**

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **De Santis Aguirre, Juan Andrés**

C.C: **0923792576**

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN</b>			
<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	<b>Análisis de los residuos de construcción y demolición en Guayaquil: Propuesta para reducción, uso y mitigación de su impacto</b>		
<b>AUTOR(ES)</b>	<b>Juan Andrés, De Santis Aguirre</b>		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	<b>Roberto Miguel, Murillo Bustamante</b>		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	<b>Ingeniería</b>		
<b>CARRERA:</b>	<b>Ingeniería Civil</b>		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	<b>Ingeniero Civil</b>		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	<b>9 de marzo de 2018</b>	<b>No. PÁGINAS:</b>	<b>DE 130</b>
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	<b>Construcción, Ingeniería Ambiental, Estadística</b>		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	<b>RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN; DESECHOS SÓLIDOS; REUTILIZACIÓN; REDUCCIÓN; MEDIO AMBIENTE; ANÁLISIS DE RESIDUOS; GENERACIÓN; IMPACTO AMBIENTAL.</b>		
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b> El presente trabajo investigativo propone prácticas y medidas para gestionar adecuadamente los residuos de construcción y demolición, también presenta una reseña de los datos del sector de la construcción, en la ciudad de Guayaquil, adicional se llevó a cabo un análisis de los residuos de construcción y demolición de la ciudad, para tal propósito se hizo el estudio de una “Vivienda tipo”, esto se realizó mediante la aplicación de una metodología experimental, que consistió en el registro en campo de los residuos generados en el proceso constructivo, haciendo uso de elementos de medición y peso, así como de documentos de obra. También se aplicó una metodología teórica, con la cual se estiman los residuos de construcción que se producirán en la obra, a partir del uso de coeficientes de desperdicios para los materiales de construcción, apoyado con el presupuesto, planos y especificaciones del proyecto, en base a los resultados obtenidos se realizó un análisis del sector de la construcción en Guayaquil y se plantearon propuestas para reducir, mitigar y utilizar estos residuos de construcción y demolición.			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> <b>+593-983352386</b>	<b>E-mail:</b> <b>j_andres03@hotmail.com</b>	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Nombre:</b> <b>Clara Glas Cevallos</b>		
	<b>Teléfono:</b> +593-4 -2206956		
	<b>E-mail:</b> <b>clara.glas@cu.ucsg.edu.ec</b>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			