

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTES

TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÁSTER EN
ARQUITECTURA Y SOSTENIBILIDAD

¿RESIDUOS O RECURSOS? IMPACTO DE LA DEMOLICIÓN EN
ZONA CONSOLIDADA, CASO QUITO

ARQ. IRENE ABIGAIL CABEZAS MARCILLO

DIRECTORA: MST. ARQ. GRACE JEANNETH YÉPEZ
MADRUÑERO

QUITO – ECUADOR

2018

Dedicatoria

A mi hijo

Agradecimiento

A mis padres

Índice

Lista de tablas.....	iii
Lista de figuras.....	v
Contextualización: Quito, una ciudad que crece, se transforma y se demuele.	1
Justificación.....	20
Alcance.....	21
Hipótesis.....	21
Objetivos.....	22
Metodología de la investigación.....	22
Conceptualización.....	23
CAPÍTULO 1: Estado del Arte.....	31
1. De la demolición.....	31
2. Métodos de demolición.....	33
3. De los residuos.....	49
4. Normas.....	55
5. Métodos de gestión de los REDEM.....	60
6. Métodos de evaluación del impacto de la demolición y los REDEM.....	69
7. Conclusiones.....	82
CAPÍTULO 2: Metodología propuesta para el manejo de REDEM.....	85
1. Recopilación de datos base.....	88
2. Ayuda a la decisión.....	92
3. Levantamiento y caracterización de los REDEM.....	95
4. Valorización según destino de los REDEM.....	97
5. Valorización según tipo de demolición.....	101
6. Determinación del impacto según tipo de demolición.....	111
7. Conclusiones.....	113
CAPÍTULO 3: Validación de la metodología en el caso de estudio.....	114
1. Recopilación de datos base del caso de estudio.....	115
2. Ayuda a la decisión del caso de estudio.....	117

3.	Levantamiento de datos y caracterización de los REDEM del caso de estudio	119
4.	Valorización según destino de los REDEM del caso de estudio	127
5.	Valorización según tipo de demolición de los REDEM del caso de estudio	132
6.	Determinación del impacto según tipo de demolición del caso de estudio	137
7.	Conclusiones	139
	Conclusiones finales y recomendaciones.....	140
	ANEXOS.....	142
	Bibliografía	158

Lista de tablas

Tabla 1: Análisis permisos de construcción versus población por provincias. Fuente: datos censo 2010 y encuesta de edificación 2015 INEC procesados por (Cabezas I., 2017).....	5
Tabla 2: Análisis de áreas de crecimiento del DMQ por periodos. Fuente: Datos abiertos Quito (Secretaria General de Planificación Quito, 2017), datos de población (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2014) e INEN, procesados en Qgis y Excel por (Cabezas I., 2018).....	10
Tabla 3: Escombreras en Quito desde el año 2015, datos (EMGIRS-EP, 2015) y artículos de prensa (www.elcomercio.com, 2017), procesados por (Cabezas I, 2017)	18
Tabla 4: Vida útil. Fuente: (Ministerio de Finanzas del Ecuador, 2017, p. 30).....	24
Tabla 5: Vida Útil de Diseño (VUD) por categoría o tipos de edificios. Fuente: (CSA, 2001), Australian Building Codes Board (ABCB), 2006 e (ISO, 2000) (citado en (Hernández, 2014, pág. 55))	25
Tabla 6: Principales residuos peligrosos de la demolición. Fuente: (Mejía, Giraldo, & Martínez, 2013).....	53
Tabla 7: Clasificación de los RCD o REDEM según múltiples criterios. Elaborado por (Cabezas I., 2018)	54
Tabla 8: Principales barreras para la gestión de RCD en España. Fuente (Calvo, Varela-Candamio, & Novo-Corti, 2014, pág. 421)	67
Tabla 9: Impacto de los REDEM. Resumido y adaptado de (Mejía, Giraldo, & Martínez, 2013, págs. 117-118) y (Fernández, 2016, pág. 44). Elaborado por (Cabezas I., 2018)	70
Tabla 10: Generación y reciclado de RCD. Fuente: (Agencia Estatal de España, 2001, pág. 25311) tomado de (Symonds Group Ltd, 1999, pág. 3).....	71
Tabla 11: Generación RCD per cápita de algunos países y ciudades. Varias fuentes: (Agencia Estatal de España, 2001, p. 25306; Ministerio de Ambiente Gobierno de España, 2007, p. 408), (Castaño, Rodríguez, Lasso, Cabrera, & Ocampo, 2013, p. 122). Procesado en Excel por (Cabezas, I., 2018)	73

Tabla 12: Índices referenciales de RCD Y REDEM. Varias fuentes: (Ministerio de Ambiente Gobierno de España, 2007, pág. 406), (ITEC, 2000, págs. 13-17), (Morán del Pozo, Valdés, Aguado, Guerra, & Medina, 2011, pág. 92), (Muñoz, Jara, & Cárdenas, 2011, pág. 1), (Vargas & Luján, 2016, p. 409), (García, 2016, p. 3), (Monroy, 2015, p. 197), (Agudelo & Rodríguez, 2014, p. 1). Elaborado por (Cabezas I., 2018)	75
Tabla 13: Propiedades térmicas y de energía embebida de los tipos de materiales. Elaborado por (Cabezas I., 2018)	102
Tabla 14: Datos de componentes de REDEM del Caso de estudio. Elaborado por (Cabezas I., 2018)	120
Tabla 15: Datos de puertas del Caso de estudio. Elaborado por (Cabezas I., 2018) .	121
Tabla 16: Datos de ventanas del Caso de estudio. Elaborado por (Cabezas I., 2018)	122
Tabla 17: Datos de mobiliario y elementos decorativos del Caso de estudio. Elaborado por (Cabezas I., 2018).....	123
Tabla 18: Cálculo de índices referenciales de m^3 REDEM / m^2 según resultados del caso de estudio, elaborado por (Cabezas I., 2018).....	125
Tabla 19: Proyección de m^3 de REDEM a nivel urbano según el índice referencial del caso de estudio, elaborado por (Cabezas I., 2018).....	126
Tabla 20: m^3 REDEM que se no se desecharían en las escombreras aplicando la Deconstrucción a nivel urbano.....	128
Tabla 21: Volumen de escombros ingresados a las escombreras autorizadas de Quito desde abril del 2015 a abril 2017. Fuente: EMGIRS-EP	144
Tabla 22: resumen de los datos de m^2 derrocados con licencia LMU-20 simplificada entre enero 2014 a julio 2017, fuente SHTV.	148
Tabla 23: Herramientas de ACV para RCD. Fuente: Adaptada de (Rivela, 2012, págs. 86-87) y (Mohamed, 2015, pág. 157), elaborada en Excel por (Cabezas, 2017)	149

Lista de figuras

Figura 1: La población urbana y rural mundial, 1950-2050, Fuente: (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, 2014, p. 7).....	1
Figura 2: Población urbana proyectada y estimada del mundo, 1950-2050 Fuente: (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, 2014, p. 25).....	2
Figura 3: Población urbana y rural de Ecuador desde 1950 proyectada al 2050 y población urbana de Ecuador en relación a Sud y Latinoamérica, Fuente: (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, 2014)	3
Figura 4: Evolución de la población en Ecuador. Fuente: (CITE, 2016, p. 19)	3
Figura 5: Crecimiento de la población de Quito. Fuente: datos del INEC procesados por (Cabezas I., 2017)	4
Figura 6: m ² certificados en Quito del 2014 al 2016. Fuente: datos de la ECP-CAE procesados por (Cabezas I., 2017)	6
Figura 7: Crecimiento expansivo de las ciudades en Ecuador tomado Densificación de la ciudad: aproximación desde la arquitectura (Cuenca Rosillo & Espinoza Carvajal, 2014, pág. 380).....	8
Figura 8: Crecimiento urbano de Quito. Tomado del Geoportal Datos abiertos Quito (Secretaria General de Planificación Quito, 2017) y adaptado por (Cabezas I., 2017)	10
Figura 9 : m ² derrocados con permiso según LMU-20 simplificada Fuente: datos de la SHTV procesados por (Cabezas I., 2017).....	12
Figura 10: Demoliciones en zonas consolidadas de Quito. Fuente: imagen central de Google Earth, procesada junto con datos de la SHTV, datos y fotos propias (Cabezas I., 2017)	13
Figura 11: Secuencia de la demolición en zonas consolidadas (Cabezas I., 2017)	14
Figura 12: Derrocamiento en Av. Orellana y San Javier: retroexcavadora en acción, ninguna recuperación de materiales, mezcla de elementos de hierro, madera, concreto, etc. Fuente: fotos tomada el 4 de abril de 2017 (Cabezas I., 2017)	15
Figura 13: RCD en vereda junto a cerramiento de lote baldío ubicado en la calle Caracas y Av. América. (Cabezas I., 2017).....	15

Figura 14: Métodos de demolición de viviendas utilizados en Quito. (García L., 2014, p. 111)	16
Figura 15: Volumen en m ³ de residuos que ingresan a las escombreras autorizadas según datos proporcionados por la EMGIRS-EP, procesados por (Cabezas I, 2017)	17
Figura 16: Flujo de los residuos de construcción y demolición de Quito, en base a datos de la EMGIRS-EP, recorte de prensa El Comercio, fotos varias fechas; procesados por (Cabezas I, 2017)	19
Figura 17: Esquema de la hipótesis (Cabezas, I., 2017)	21
Figura 18: Ciclo de vida de edificios según la práctica tradicional en Ecuador. Fuente: Elaborado por (Cabezas I., 2017)	23
Figura 19: Capas compartidas de construcción y su ciclo de vida. Fuente: (Sánchez, 2011, pág. 48)	26
Figura 20: Demolición, métodos de ejecución, técnicas y medios. Elaborado por (Cabezas I., 2018).	35
Figura 21: Técnica de empuje con medios manuales. Fuente: (Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, pág. 40)	37
Figura 22: Técnica de empuje con medio mecánico. Fuente: (Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2004, pág. 88)	38
Figura 23: Técnica de empuje con medio mecánico. Fuente: foto tomada el 2 de diciembre de 2016 (Cabezas, I.)	38
Figura 24: Técnica de tracción con medios manuales. Fuente: foto tomada el 30 de noviembre de 2016 (Cabezas, I.)	39
Figura 25: Técnica de tracción con medio mecánico. Fuente: (Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2004, pág. 88)	39
Figura 26: Técnica de impacto con medio manual. Fuente: foto tomada el 2 de diciembre de 2016 (Cabezas, I.)	40

Figura 27: Demolición por impacto mecánico por caída libre de bola. Fuente: (Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2004, pág. 79).....	41
Figura 28: Demolición por impacto mecánico por balanceo de la bola. Fuente: (Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2004, pág. 79).....	41
Figura 29: Caída según colocación de cargas explosivas. Fuente: (Marcos Verduque, 2013, pág. 17)	42
Figura 30: Técnica de corte de vigas. Fuente: foto tomada el 23 de noviembre de 2016 (Cabezas, I.)	44
Figura 31: Técnica de corte con sierra de hilo de diamante. Fuente: (Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2004, pág. 86)	45
Figura 32: Corte con oxiacetileno. Fuente: http://www.surusin.com/wp-content/uploads/2016/04/foto14.jpg	45
Figura 33: Demolición por corte con cizalla o mordaza. Fuente: (Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2004, págs. 77, 88).....	46
Figura 34: Demolición de arriba hacia abajo, varias técnicas con medios mecánicos. Fuente: (Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2004, pág. 65 a 67)	47
Figura 35: Desmontaje manual de elementos de cubierta según el método de arriba hacia abajo. Fuente: foto tomada el 23 de noviembre de 2016 (Cabezas, I.)	48
Figura 36: Desmontaje manual de elementos de entrepiso según el método de arriba hacia abajo. Fuente: foto tomada el 23 de noviembre de 2016 (Cabezas, I.)	48
Figura 37: Generación de residuos por actividades económicas y hogares, EU-28, 2014. Fuente: Elaborado por (Cabezas I., 2018) en base a datos de (Eurostat, 2017) procesados en Excel.....	49

Figura 38: RCD en la Unión Europea 1999. Tomado de Approaching Sustainability of Construction and Demolition Waste Using Zero Waste Concept (Elgizawy, El-Hagggar, & Nassar, 2016, pág. 3).....	51
Figura 39: Pantalla inicial de la plataforma para los contratos de disposición de escombros de la EMGIRS-EP. Fuente: https://contratosonline.emgirs.gob.ec:8443/co/clienteWeb/login	59
Figura 40: Esquema de la logística inversa. Fuente: (Del Río, Villoria, & Torrijos, 2017, pág. 13)	61
Figura 41: Jerarquía de gestión de residuos relacionado con las 3R. Fuente: (Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2016, p. 102) modificado por (Cabezas, I; 2018).....	65
Figura 42: Ciclo de vida ideal de los materiales (CIFFUL, 2013).....	66
Figura 43: Almacén de ladrillos en la Möckernstraße de Berlín tras la II Guerra Mundial. Fuente: (Mora, 2018, pág. 25).....	68
Figura 44: Hospitales de Escombros Públicos. Fuente: (Mora, 2018, pág. 35).....	69
Figura 45: Evolución histórica y tendencias del análisis de ciclo de vida (ACV). Fuente: (Chacón, 2008).....	79
Figura 46: Esquema de la metodología propuesta para el manejo de los REDEM, elaborado por (Cabezas I, 2018)	86
Figura 47: Partes de cada ficha de la Metodología propuesta, elaborado por (Cabezas I, 2018)	87
Figura 48: Instrucciones generales de llenado de las fichas de la Metodología propuesta, elaborado por (Cabezas I, 2018)	88
Figura 49: Inmueble existente, caso de estudio, fotos tomadas entre mayo y abril de 2017, planos realizados por (Cabezas I, 2018)	114
Figura 50: Proyecto previsto en el terreno del caso de estudio, imágenes cortesía de Yes Innovation	115
Figura 51: Interfaz de la aplicación para el modelizado BIM, elaborado por (Cabezas I., 2017).....	119

Figura 52: Composición de los REDEM del inmueble existente del caso de estudio. Elaborado por (Cabezas I., 2018)	126
Figura 53: Composición de los REDEM del inmueble existente incluida la tierra de excavación del caso de estudio. Elaborado por (Cabezas I., 2018)	127
Figura 54: Porcentajes de reuso, reciclaje y disposición final de los REDEM según tipo de demolición del caso de estudio. Elaborado por (Cabezas I., 2018)	128
Figura 55: Diagrama de flujo o Sankey de los REDEM del Caso de estudio. Elaborado con Google development e-sankey diagram (Cabezas, I., 2018).....	131
Figura 56: Con operativos se quiere mantener las quebradas limpias. Fuente: Diario La Hora, jueves 16 de febrero de 2017 Quito, pg. 3; URL: https://lahora.com.ec/noticia/1102031071/nacional	142
Figura 57: Oyacoto es sitio preferido para escombreras. Fuente: Diario El Comercio, miércoles 26 de octubre del 2016, pg. 7; URL: http://www.elcomercio.com/actualidad/oyacoto-escombreras-basura-inundacion-panamericana.html	143
Figura 58: Volumen de escombros ingresados a la escombrera El Troje 4 de Quito desde abril del 2015 a abril 2017. Fuente: Datos de la EMGIRS-EP procesados por (Cabezas I., 2017)	146
Figura 59: Volumen de escombros ingresados a la escombrera Oyacoto de Quito desde abril del 2015 a abril 2017. Fuente: Datos de la EMGIRS-EP procesados por (Cabezas I., 2017)	146
Figura 60: Volumen de escombros ingresados a la escombrera Oyacoto de Quito desde abril del 2015 a abril 2017. Fuente: Datos de la EMGIRS-EP procesados por (Cabezas I., 2017)	147
Figura 61: Planta de cubiertas inmueble existente, Elaborado por (Cabezas I., 2017)	150
Figura 62: Plantas inmueble existente. Elaboradas por (Cabezas I., 2017).....	151
Figura 63: Fachada principal y cortes inmueble existente. Elaboradas por (Cabezas I., 2017)	152

Figura 64: Imágenes del modelo virtual BIM del inmueble existente. Elaborado por (Cabezas I., 2017)	153
Figura 65: Vistas interiores del inmueble existente. Fuente: fotos tomadas en abril de 2017 (Cabezas I., 2017)	154
Figura 66: Vistas interiores del inmueble existente. Fuente: fotos tomadas en abril de 2017 (Cabezas I., 2017)	155
Figura 67: Plantas y fachada principal del proyecto de obra nueva. Fuente: cortesía de Yes Innovation	156
Figura 68: Plantas y corte del proyecto de obra nueva. Fuente: cortesía de Yes Innovation	157

Contextualización: Quito, una ciudad que crece, se transforma y se demuele.

Las ciudades crecen, se transforman, se reconstruyen y su dinámica de transformación genera fenómenos e impactos poco estudiados, como la demolición.

El crecimiento de la población y la especulación del suelo, entre otros factores, tienen una relación directa con la transformación de las ciudades que es actualmente un tema de debate a nivel mundial.

Aumento de la población

Según el reporte final del World Urbanization Prospects de las Naciones Unidas ya alrededor del año 2006 del total de la población mundial, es mayor la urbana que la rural (Figura 1), confirmándose la tendencia a la urbanización de la población mundial.

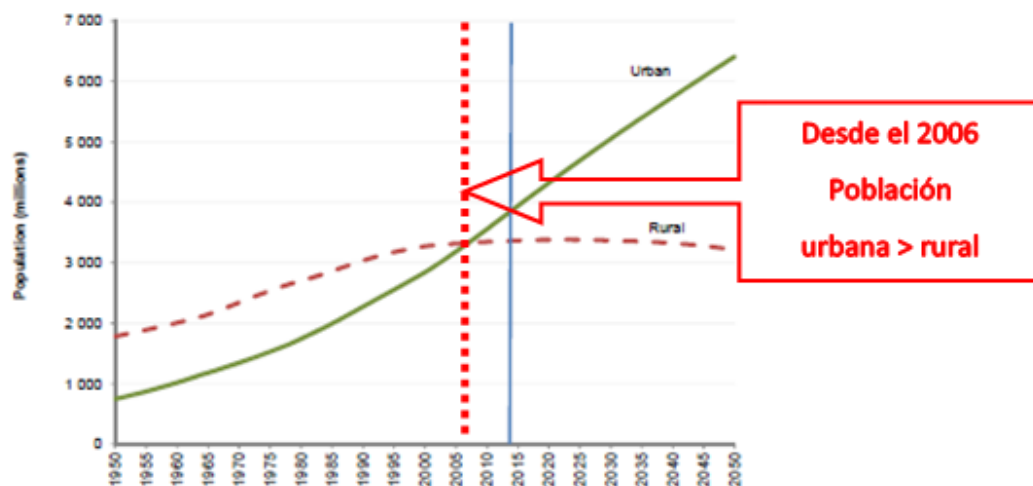


Figura 1: La población urbana y rural mundial, 1950-2050, Fuente: (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, 2014, p. 7)

En el presente de los siete mil quinientos millones de habitantes en el mundo, más del 50% se concentra ya en las ciudades y para el 2050 se proyecta que llegará alrededor del 66%. (Centro de Noticias ONU, 2014).

También según el reporte final del World Urbanization Prospects de las Naciones Unidas, se estima que para el año 2050 existirá mayor población urbana en países en

vías de desarrollo; tendencia que se marca desde los años 70 con el aumento sostenido ampliamente mayor de la población urbana en regiones de América Latina, África, y Asia, versus el casi nulo de los países desarrollados (Figura 2).

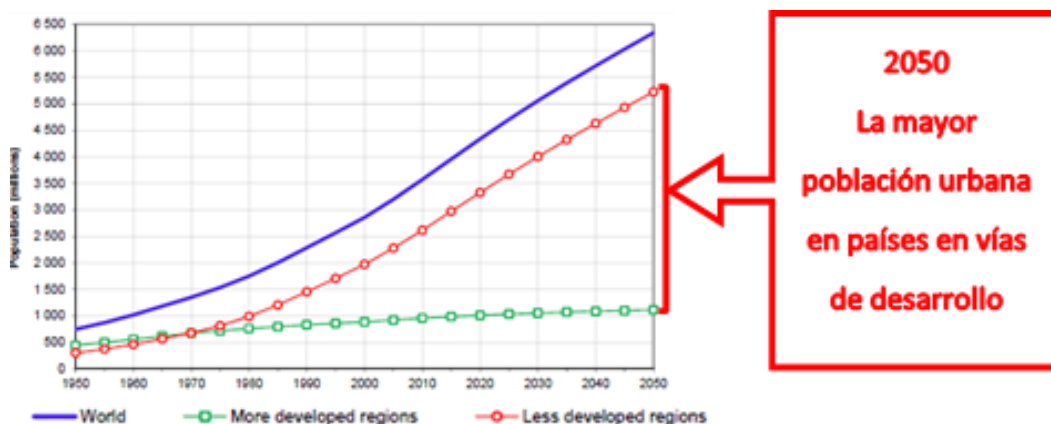


Figura 2: Población urbana proyectada y estimada del mundo, 1950-2050 Fuente: (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, 2014, p. 25)

En la actualidad, según el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE), División de Población de la CEPAL, América Latina ya tiene una población urbana del 80.7% (CELADE, 2017).

El Ecuador según los datos del “World Urbanization Prospects: The 2014 Revision” del Departamento de asuntos económicos y sociales de las Naciones Unidas, sigue la misma tendencia mundial de los países en vías de desarrollo respecto de la población urbana (ver Figura 3).

La Figura 4, extraída del “Primer reporte del Índice de Prosperidad Urbana (CPI) para 27 ciudades ecuatorianas”, es coincidente con la Figura 3 en que desde principios de la década de los ochenta la población ecuatoriana ya es mayoritariamente urbana y que su tendencia creciente se ha mantenido.

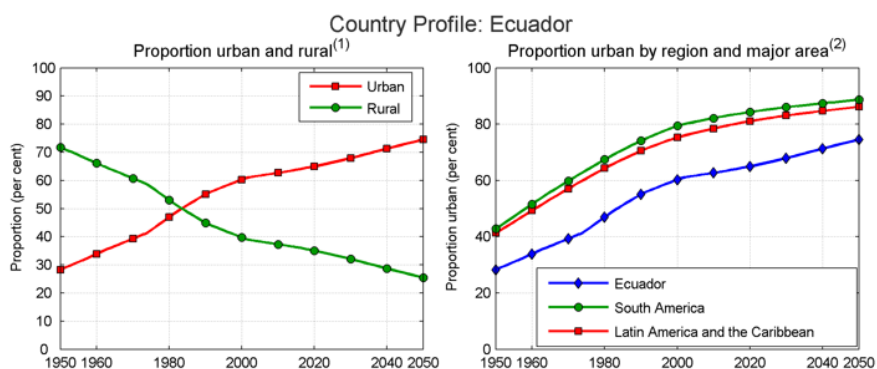


Figura 3: Población urbana y rural de Ecuador desde 1950 proyectada al 2050 y población urbana de Ecuador en relación a Sud y Latinoamérica, Fuente: (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, 2014)

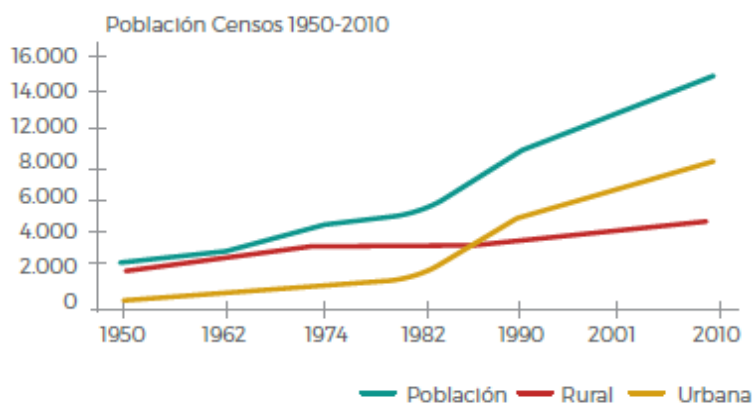


Figura 4: Evolución de la población en Ecuador. Fuente: (CITE, 2016, p. 19)

Según el censo de población del año 2010, el 63% de la población es urbana y según las proyecciones al 2020 el 64% de la población será urbana, pero según se dice en el mismo reporte:

(CITE, 2016, p. 19)

Es probable que estas cifras subestimen el tamaño de la población urbana, pues responden a la subdivisión político-administrativa de parroquias rurales que en algunos casos están conurbadas en aglomeraciones urbanas. Las 5 parroquias rurales más pobladas del país son funcionalmente urbanas en relación con

Quito. El Miduvi¹ ha revaluado el dato de la proporción de población urbana que arroja el CPV² para obtener un dato más cercano a la realidad y señala que la población urbana podría llegar a ser del 74,3 % (MIDUVI 2015) que represente 10% más de los estimado.

Según el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE), la proyección de la población urbana del Ecuador al 2020 será del 66.1% y al 2050 del 75.1% (CELADE, 2017). Es decir, a pesar de la falta de coincidencia entre las fuentes, lo que es claro es que la población urbana del Ecuador continuará su tendencia creciente sobre la rural.

En el caso específico de Quito, la población se confirma continuará con un crecimiento sostenido según los datos del INEC de los censos hasta el año 2010 y la proyección prevista hasta el 2020, ver Figura 5.



Figura 5: Crecimiento de la población de Quito. Fuente: datos del INEC procesados por (Cabezas I., 2017)

¹ Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador

² CPV: Censo de Población y Vivienda

Aumento de la actividad constructiva

La creciente población urbana implica una creciente presión sobre las ciudades para cubrir sus demandas, que envuelve el aumento de la actividad constructiva. En el caso de Ecuador según las estadísticas de la Encuesta de Edificaciones 2015 del Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador (INEC), los permisos de construcción a nivel nacional han aumentado del 2001 al 2015 en el orden del 29,2% (INEC, 2015, p. 13).

Según la misma encuesta, en las provincias Guayas (20,1%), Azuay (9,3%), Tungurahua (8,3%) y Pichincha (7,1%), es donde más permisos de construcción se han obtenido (INEC, 2015, pág. 26). Además los porcentajes mayores de m² de construcción con permiso se dieron en las provincias de Guayas, Pichincha y Tungurahua.

Al cruzar esta información con la población proyectada de cada una de dichas provincias, y el porcentaje que representan respecto de la población nacional del año 2015, según la Tabla 1, Guayas y Pichincha son las provincias con mayor población y donde se daría la mayor actividad constructiva.

Tabla 1: Análisis permisos de construcción versus población por provincias. Fuente: datos censo 2010 y encuesta de edificación 2015 INEC procesados por (Cabezas I., 2017)

PROVINCIA	PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN (según la encuesta de edificación 2015)		m ² de CONSTRUCCIÓN con PERMISO (según la encuesta de edificación 2015)		PROYECCION POBLACIÓN 2015 (en base al Censo de población y vivienda 2010)	
	cantidad	%	m2	%	Habitantes	%
Guayas	5699	20,10%	3.871.745	34,53%	4.066.089,00	25,10%
Azuay	2837	9,30%	887.129	7,91%	810.412,00	4,98%
Tungurahua	2356	8,30%	1.197.324	10,68%	557.563,00	3,43%
Pichincha	2024	7,10%	1.286.173	11,31%	2.947.627,00	18,11%
Resto de provincias	15.883,00	55,20%	3.987.093	35,56%	7.877.153,00	48,39%
Nacional		100,0%	11.211.464,00	100,0%	16.278.844,00	100,0%

Provincias más pobladas y más urbanizadas: Guayas y Pichincha

No son descartables tampoco los porcentajes de población y m² de construcción con permisos respectivos del “resto de provincias” de la Tabla 1, que corresponde a provincias como Manabí, Loja, Imbabura, Cotopaxi, El Oro, entre otros, donde probablemente las regulaciones urbanísticas y medioambientales serían menos rígidas. Es decir, hay una actividad constructiva creciente asociada a la población urbana en las ciudades ecuatorianas,

Se debe considerar que en el caso de Pichincha presumiblemente el porcentaje de actividad constructiva sería mayor, ya que al menos en el caso de Quito, habría que adicionar el equivalente al 60% de las construcciones que se considera son informales según el Ing. Silverio Duran³ (www.metroecuador.com.ec, 2017), pues obviamente no estarían incluidas en los permisos de construcción.

En Quito, según los datos proporcionados por la Entidad Colaboradora del Colegio de Arquitectos de Quito (ECP-CAE), entre el 2014 al 2016, los m² certificados han ido en aumento, lo que indica una tendencia creciente de la actividad constructiva, ver Figura 6.

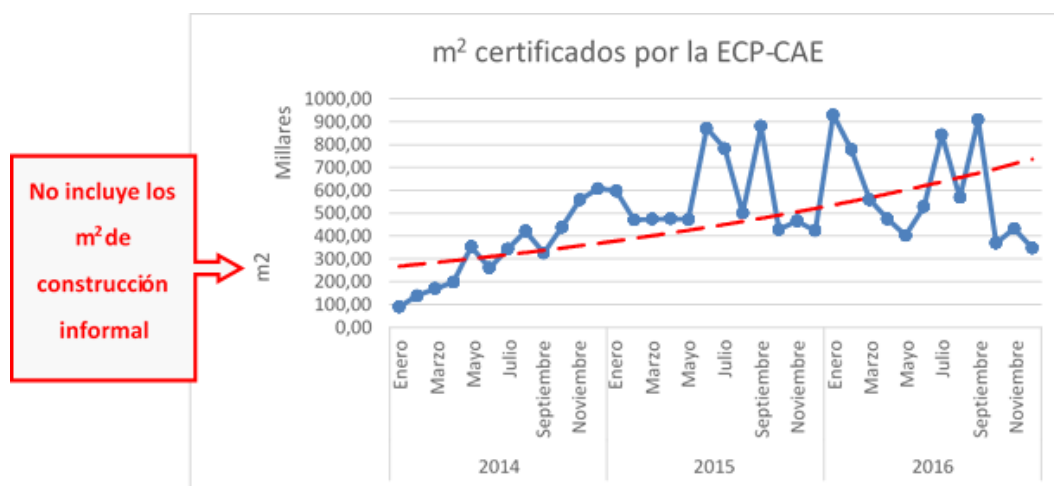


Figura 6: m² certificados en Quito del 2014 al 2016. Fuente: datos de la ECP-CAE procesados por (Cabezas I., 2017)

³ Presidente de la Cámara de la Industria de la Construcción de Quito (CAMICON), periodo 2016-2018

Las transformaciones urbanas en las ciudades ecuatorianas

La evolución y tendencias crecientes de la población y de la actividad constructiva confirman una aceleración de la urbanización de varias ciudades ecuatorianas. Las ciudades como “producto social” tienen una constante “construcción-reconstrucción” (FLACSO, Sede Ecuador, 2001, p. 7) que conlleva transformaciones urbanas traducidas territorialmente en crecimientos expansivos, densificadores o combinación de ambos.

Según Fernando Carrión la evolución de la urbanización de las ciudades latinoamericanas plantea dos momentos entre el siglo XX y el XXI: uno luego de la segunda posguerra caracterizado por un desarrollo periférico-expansivo y la metropolización; y el otro, medio siglo después definido por una introspección hacia la ciudad construida inducido por la globalización, “una urbanización de lo urbano” (FLACSO, Sede Ecuador, 2001, pp. 7,11).

La tendencia expansiva en varias ciudades ecuatorianas se ha dado con sus peculiaridades individuales, como se cita en el “Primer reporte del Índice de Prosperidad Urbana (CPI) para 27 ciudades ecuatorianas”:

(CITE, 2016, p. 28)

El informe preparado por el Miduvi señala que «los porcentajes de crecimiento de la mancha urbana más alarmantes son las ciudades medianas de Loja (82 %), Esmeraldas (51 %), Quevedo (45 %) y La Libertad (51 %) y la ciudad metrópoli de Guayaquil (40,7 %). Del total de ciudades analizadas, se puede decir que las únicas que no han tenido un crecimiento descontrolado de su mancha urbana son Ambato, Riobamba e Ibarra ubicadas en la Sierra».

Según (Cuenca Rosillo & Espinoza Carvajal, 2014, pág. 378), el crecimiento expansivo ha sido promovido tanto por actores privados como públicos al buscar precios del suelo menores y/o mejores condiciones ambientales y paisajísticas para el desarrollo de

vivienda que encuentran en las periferias, que implican expansiones no necesariamente planificadas.

Para ilustración, en la Figura 7 se puede ver el crecimiento expansivo de cuatro ciudades ecuatorianas: Loja, Cuenca, Guayaquil y Quito.

Contraponiéndose al crecimiento expansivo en el artículo “La densidad urbana como variable de análisis de la ciudad. El caso de Cuenca, Ecuador” de (Hermida, Hermida, Cabrera, & Calle, 2015, pág. 25), se plantea el retorno a la ciudad compacta para las ciudades intermedias de América Latina, a tono con la tendencia mundial, como vía de desarrollo sostenible.

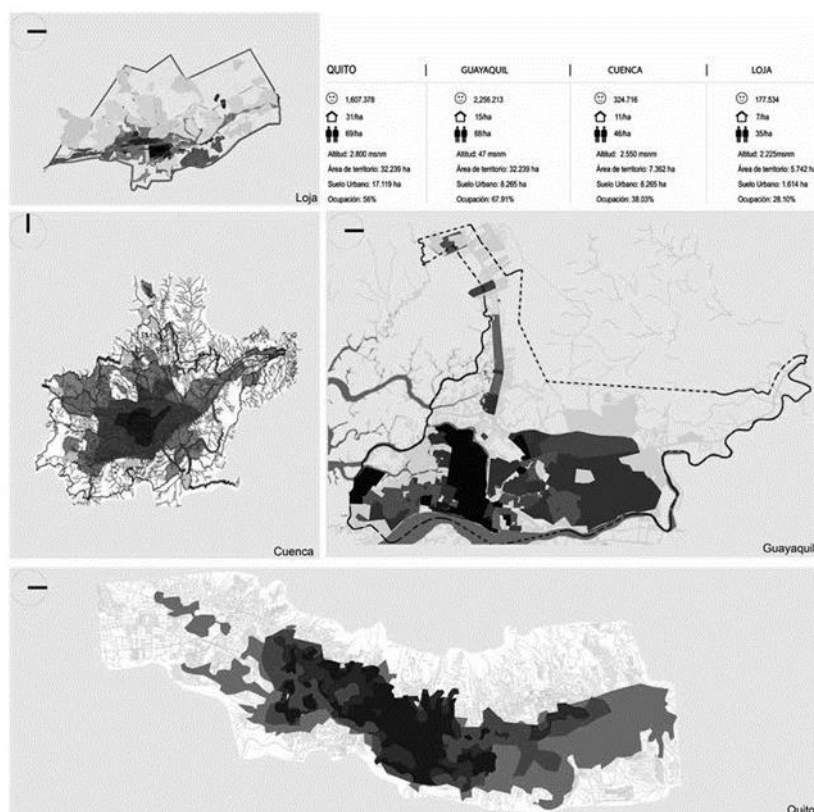


Figura 7: Crecimiento expansivo de las ciudades en Ecuador tomado Densificación de la ciudad: aproximación desde la arquitectura (Cuenca Rosillo & Espinoza Carvajal, 2014, pág. 380)

La tendencia vigente hacia la ciudad compacta establece retos de los que regional y localmente poco se habla, como la calidad de la nueva ciudad construida sobre la vieja

o de fenómenos colaterales como la demolición y los impactos de los desechos que se generan. Probablemente porque son procesos recientes cuya ejecución depende actualmente de la iniciativa privada más que de la del gobierno municipal o nacional, lo cual es un limitante para su estudio.

A diferencia en casos como el de China, la demolición se está dando masivamente debido a vastos proyectos promovidos desde las mismas municipalidades como por ejemplo los Urban Renewal Programs (URPS) en Shanghai, que responden a estrategias de renovación urbana como solución a problemas urbanos de escasez de tierra y contaminación ambiental (Tao, et al., 2017).

Las transformaciones urbanas de Quito

Analizando a detalle el caso de Quito, según el mapa de crecimiento urbano desde 1760 hasta 2015 (Secretaría General de Planificación Quito, 2017), en los últimos veintiocho años, desde 1987 al 2015, la mancha urbana se incrementó en alrededor de 30000 Ha., es decir más del doble de las 14841 Ha. que la ciudad tenía hasta 1987. Pero a la par la densidad urbana es la más baja en dicho periodo, lo cual indica una ciudad no compacta (Tabla 2 y Figura 8).

Este crecimiento expansivo ha integrado zonas periféricas (algunas agrícolas) como los valles orientales de Los Chillos, Tumbaco y hacia el norte Calderón y Pomasqui.

En el artículo “Un análisis de la resiliencia en Quito, 1980-2015” de Nicolás Cuvi, se expresa:

En Quito, la explosiva expansión informal ocurrió desde la década de 1970. La ciudad venía creciendo paulatinamente desde el siglo XVIII y tuvo una leve aceleración a comienzos del siglo XX, pero fue en la década de 1980 cuando la tasa se disparó. Entre 1971 y 1983 la expansión en términos de hectáreas fue del 140%. Algo se estancó en la década de 1990, pero entre 1995 y 2003 la expansión

fue del 67%, pasando de 16.500 hectáreas a 27.500 hectáreas (Cuvi, 2016, pág. 37)

Tabla 2: Análisis de áreas de crecimiento del DMQ por periodos. Fuente: Datos abiertos Quito (Secretaria General de Planificación Quito, 2017), datos de población (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2014) e INEN, procesados en Qgis y Excel por (Cabezas I., 2018)

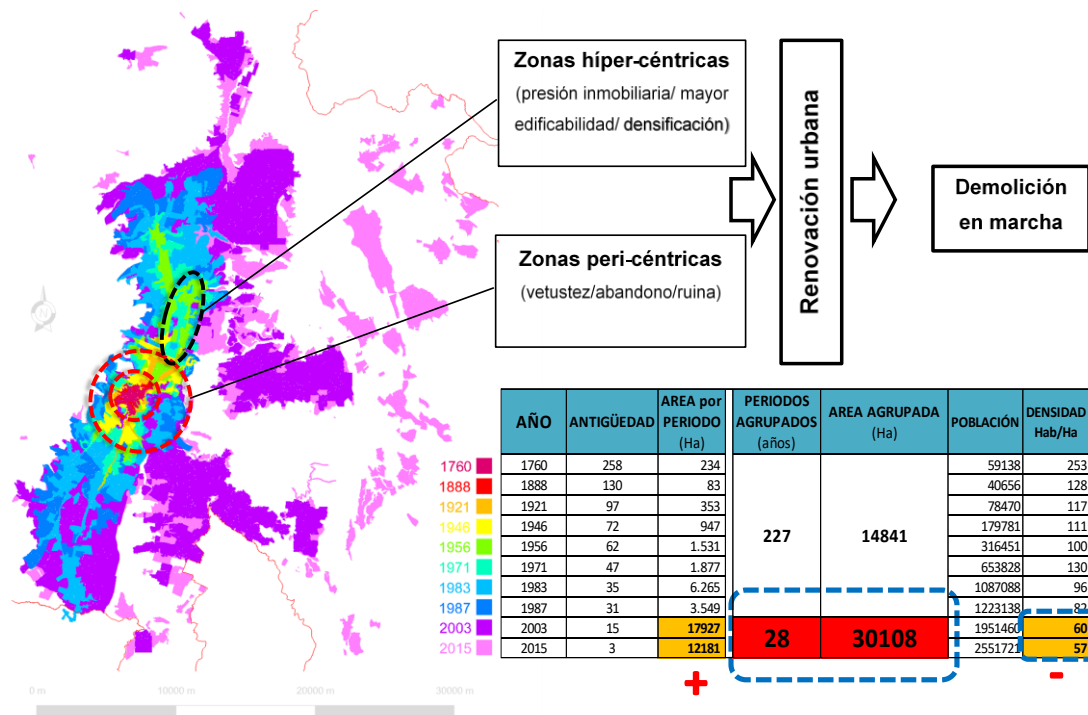


Figura 8: Crecimiento urbano de Quito. Tomado del Geoportal Datos abiertos Quito (Secretaria General de Planificación Quito, 2017) y adaptado por (Cabezas I., 2017)

Este crecimiento de la mancha urbana además de implicar la ampliación de las redes de los servicios básicos de infraestructura, acrecienta el impacto ambiental al disminuir la preservación del entorno natural inmediato de Quito: “...destrucción de los ecosistemas circundantes, incluyendo áreas de vocación agrícola, cuencas hídricas o sistemas naturales protegidos,...enormes costos que implica aprovisionar con servicios e infraestructura a las zonas en expansión (Naciones Unidas 1996).” (CITE, 2016, p. 28)

Este fenómeno que ha rebasado la capacidad de gestión del gobierno municipal para responder a las consecuentes demandas de infraestructura y servicios de la población

acentuando la inequidad en el acceso a estos y ha conllevado entre otros problemas según se expresa en el Diagnóstico Estratégico del Distrito Metropolitano de Quito 2014, en el eje Territorial (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2014, p. 253) a:

- Bajas densidades poblacionales por subutilización del territorio.
- Ocupación de áreas con potencial eco-sistémico y recursos no renovables.
- Alteración de áreas naturales por introducción de monocultivos.
- Centralización no funcional de servicios y equipamientos y movimientos económicos.
- Falta de servicio de transporte público transversal y hacia los valles.

Internamente en la ciudad hay varias zonas que a pesar de su connotación de áreas consolidadas pericéntricas (barrios de San Juan, América, Vicentina, Floresta, entre otros; ubicados alrededor del centro histórico), dotadas generalmente de infraestructura; están siendo subutilizadas, en proceso de deterioro o ya están teniendo ciertas renovaciones que presumiblemente continuarán a mediano y largo plazo; y que serían áreas ideales para densificar en el camino hacia la ciudad compacta (concepto presente tanto en los objetivos estratégicos del Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial 2012-2022 (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2011) como en las bases conceptuales del Modelo de ordenamiento territorial para el decenio 2015-2025 (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2015)).

Otras zonas consolidadas son las ubicadas en áreas híper-céntricas (ejes Av. Amazonas, Av. González Suárez, Av. República del Salvador, Av. Naciones Unidas, principalmente), donde las transformaciones urbanas son más aceleradas, por corresponder a las áreas de influencia inmediata de vías arteriales principales, donde generalmente se ubican hitos y equipamientos urbanos contemporáneos, que fomentan el incremento del precio del suelo aledaño provocando una consecuente presión inmobiliaria.

Demolición en Quito

Es justamente en las zonas consolidadas, tanto pericéntricas como hipercéntricas de Quito, donde el fenómeno de la demolición está en marcha según se confirma con la concentración de derrocamientos con licencia según datos proporcionados por la Secretaría de Hábitat, Territorio y Vivienda del DMQ (SHTV) (Figura 9).

Adicionalmente, incluso en algunas periferias o en zonas vulnerables correspondientes a asentamientos ilegales (La Pulida, Zabala, Calderón, Laderas del Pichincha, Valle hermoso), donde generalmente la construcción informal predomina, hay también derrocamientos por acción sancionatoria (al no contar con los permisos necesarios para edificar) o por las fallas estructurales de las mismas construcciones frente a sismos u otros fenómenos naturales como la vulnerabilidad de su ubicación (cerca de quebradas, en pendientes pronunciadas, etc.) y en general por la falta de ejecución técnica adecuada.

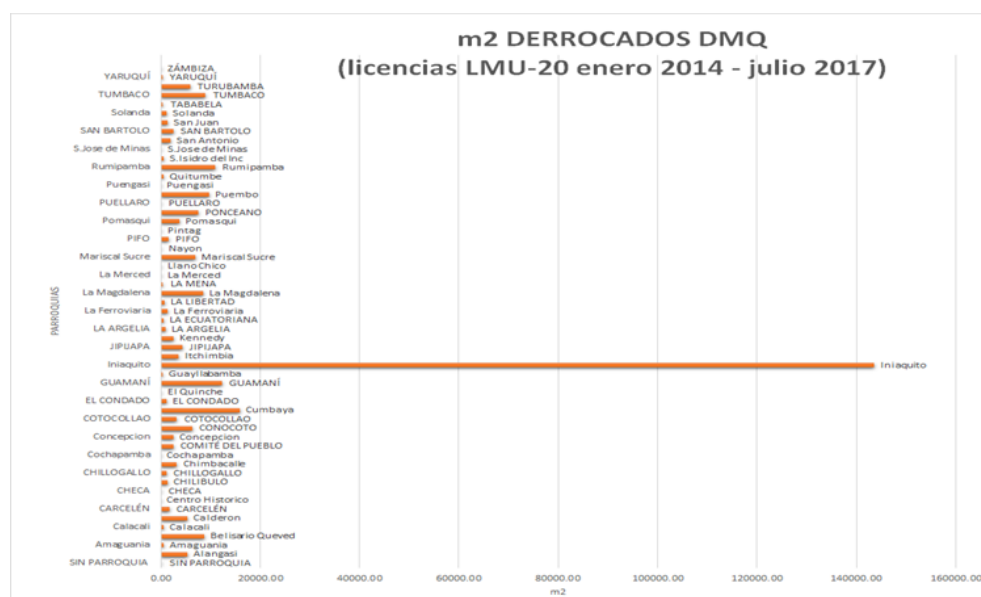


Figura 9 : m² derrocados con permiso según LMU-20 simplificada Fuente: datos de la SHTV procesados por (Cabezas I., 2017)

De los datos de los m² derrocados con licencia LMU-20 simplificada en Quito entre enero del 2014 a julio del 2017 (Figura 9 y Anexo 5), es notorio que la parroquia de Inaquito (zona híper-céntrica) es la que más m² derrocados registra por mucho con relación a las otras parroquias; sin embargo, es también considerable que en

prácticamente todas las parroquias se han dado derrocamientos incluso en “zonas jóvenes” o de reciente incorporación a la ciudad como los valles y periferias.

Complementariamente en un simple recorrido por las zonas peri e hiper-céntricas hacia el norte de Quito, con un radio de cobertura aproximado de 2 km., es fácil encontrar varios predios en proceso o ya demolidos (ubicaciones rojas en la imagen central de la Figura 10).

En un radio más ampliado de 4 km., las marcas azules muestran una recurrencia en la zona hiper-céntrica cercana al Parque de la Carolina, mientras que las rojas están concentradas en zonas peri-céntricas cercanas al Parque El Ejido.

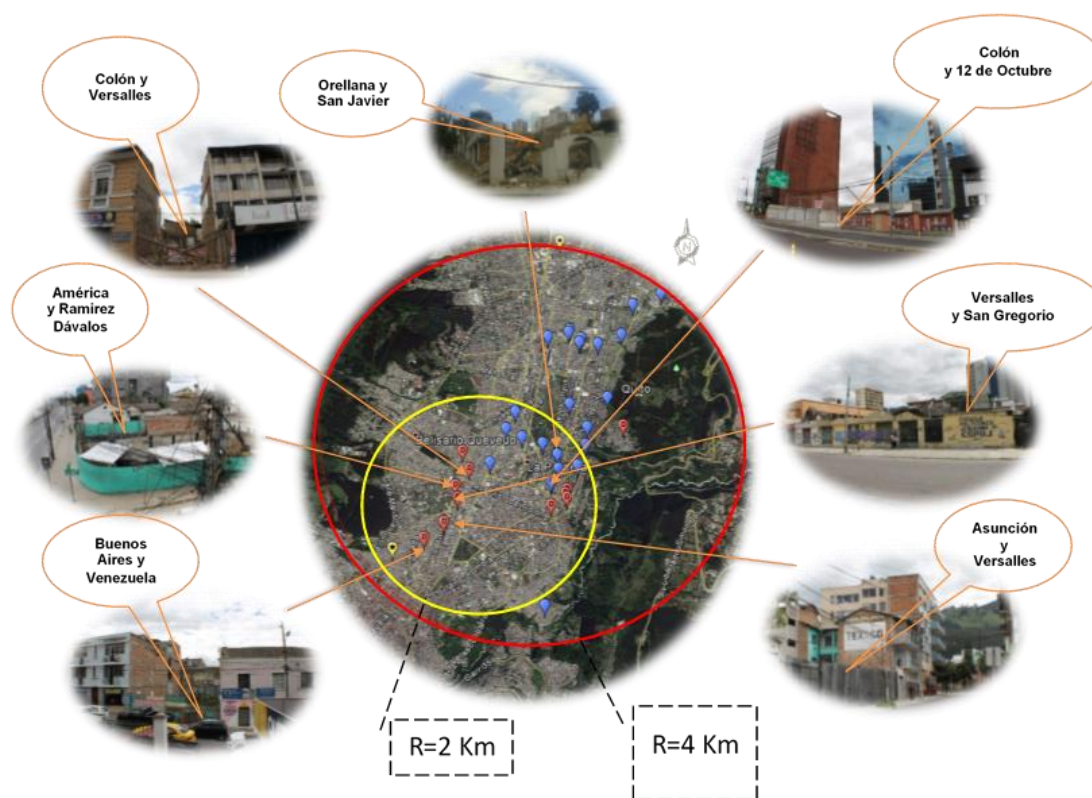


Figura 10: Demoliciones en zonas consolidadas de Quito. Fuente: imagen central de Google Earth, procesada junto con datos de la SHTV, datos y fotos propias (Cabezas I., 2017)

Estas demoliciones se dan generalmente a nivel privado y generan varios impactos negativos que no han sido considerados, entre los cuales está por ejemplo el hecho de que la imagen de la ciudad parecería que nunca se termina de consolidar teniendo una

ciudad incompleta, sin identidad propia ni perdurable, que no genera la apropiación de sus habitantes.

Pero esta transición puede durar años, produciéndose vacíos urbanos, que por intereses económicos llegan a ser lotes de “engorde” (comúnmente para los inversores inmobiliarios es más atractivo un lote vacío que una construcción existente a derrocar).

Esas interminables transformaciones urbanas generan un impacto ambiental, urbano, estético y una constante demanda de recursos naturales para cada nuevo proceso (Figura 11), pues aparte del costo medioambiental de la construcción de los nuevos edificios, habría que sumar también el de la demolición de lo existente.

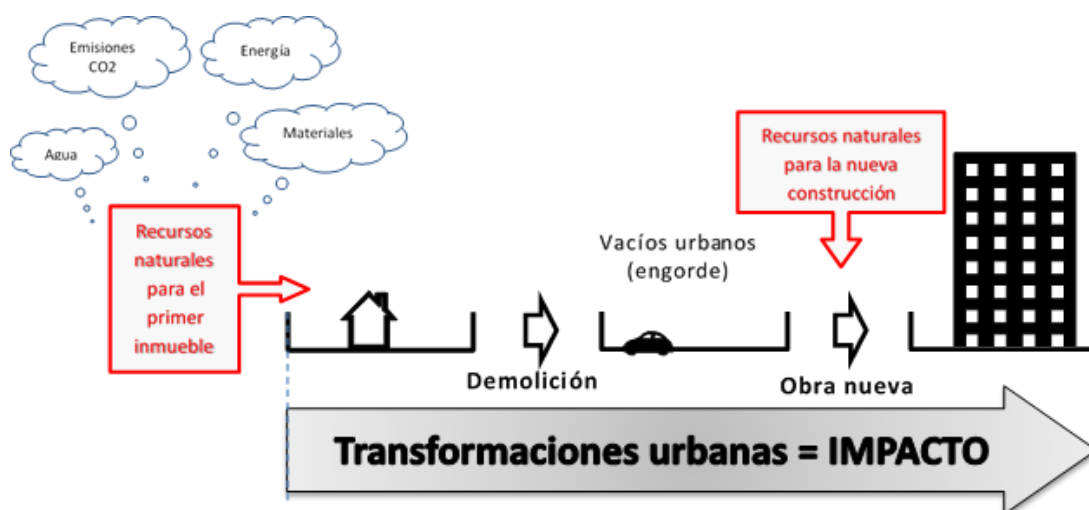


Figura 11: Secuencia de la demolición en zonas consolidadas (Cabezas I., 2017)

Lo común en todos los procesos de demolición a lo largo y ancho de la ciudad, es que todos los componentes resultantes se mezclan, pues generalmente se ejecutan sin ninguna gestión previa de los materiales, con maquinaria pesada como retroexcavadoras (Figura 12).

En el mejor de los casos los “escombros” (como comúnmente se llama a los elementos que componen el edificio demolido), se desechan en las escombreras oficiales; otro porcentaje que no se conoce, se deposita en botaderos clandestinos (lotes baldíos,

orillas de carreteras, quebradas, etc. ver Anexo 1 aún a pesar de las multas; y otro tanto en cualquier acera desolada (ver Figura 13) e inclusive como basura común.



Figura 12: Derrocamiento en Av. Orellana y San Javier: retroexcavadora en acción, ninguna recuperación de materiales, mezcla de elementos de hierro, madera, concreto, etc. Fuente: fotos tomada el 4 de abril de 2017 (Cabezas I., 2017)



Figura 13: RCD en vereda junto a cerramiento de lote baldío ubicado en la calle Caracas y Av. América. (Cabezas I., 2017)

Es decir los residuos son considerados “basura” de la que hay que deshacerse a como dé lugar, hay una escasa o nula clasificación de los materiales potencialmente

reutilizables en sitio siendo poco generalizado el reuso o el reciclaje. En algunas ocasiones lo máximo que se da, es que comerciantes informales, que generalmente trabajan en condiciones no adecuadas, reciclan principalmente los metales como chatarra y en menor grado la madera para usarla como leña.

Entre las técnicas de demolición usadas para demoler viviendas en Quito, según la investigación de (García L., 2014, p. 111), la que mayor porcentaje tiene es la de tracción con retroexcavadora, seguido de la manual y luego por la de corte o perforación con martillos hidráulicos (Figura 14). No aparecen técnicas con explosivos. Es decir generalmente la demolición es tradicional desde arriba hacia la cimentación.

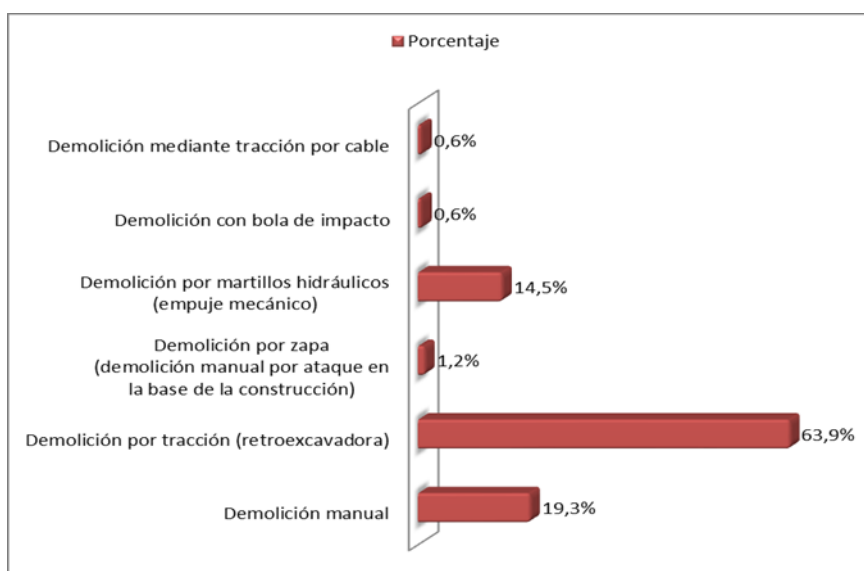


Figura 14: Métodos de demolición de viviendas utilizados en Quito. (García L., 2014, p. 111)

Aparte de la ausencia en el mundo de la edificación en Quito de la cultura de gestión de residuos, es claro que los procesos de demolición y desalojo de RCD no están siendo fiscalizados por los entes públicos pertinentes sino sólo en casos de riesgo o incidentes extremos por la acumulación de estos en sitios no adecuados que producen por ejemplo taponamientos de quebradas, afectaciones a asentamientos aledaños o por quejas de los vecinos.

Según el artículo de prensa del Diario El Comercio del miércoles 6 de octubre del 2016 (Anexo 2:) La Empresa Pública Metropolitana de Aseo de Quito (EMASEO) "... tiene

identificados 157 puntos críticos...”. Según este mismo artículo, la EMGIRS-EP incluso se ha visto forzada a “legalizar” algunos los sitios no autorizados: “Precisamente el mes pasado la EMGIRS-EP llegó a un acuerdo con la comunidad de Cocotog, norte de la ciudad, para habilitar en la quebrada de Gualapata una escombrera. También, hay un proyecto para hacerlo en San Antonio”. Y para lograr cierto control, la Agencia Metropolitana de Control del DMQ (AMC) aplica multas a los transportistas que no desechan los escombros en los sitios permitidos: “Gabriela Larreátegui, supervisora de la entidad, explica que de enero a julio se abrieron 110 expedientes en todo el distrito y los infractores han tenido que pagar una multa del 50% de un Salario Mínimo.”

Es decir, en la práctica el manejo de residuos de construcción y demolición en Quito no tiene un flujo ideal. En Quito, solo entre el 2014 y el 2017, de acuerdo a la información proporcionada por la EMGIRS-EP el promedio mensual de desechos que llegan a las escombreras autorizadas es de 158097.34 m³ y como se puede ver en la Figura 15, desde el año 2015 al 2017, estos han ido en aumento.

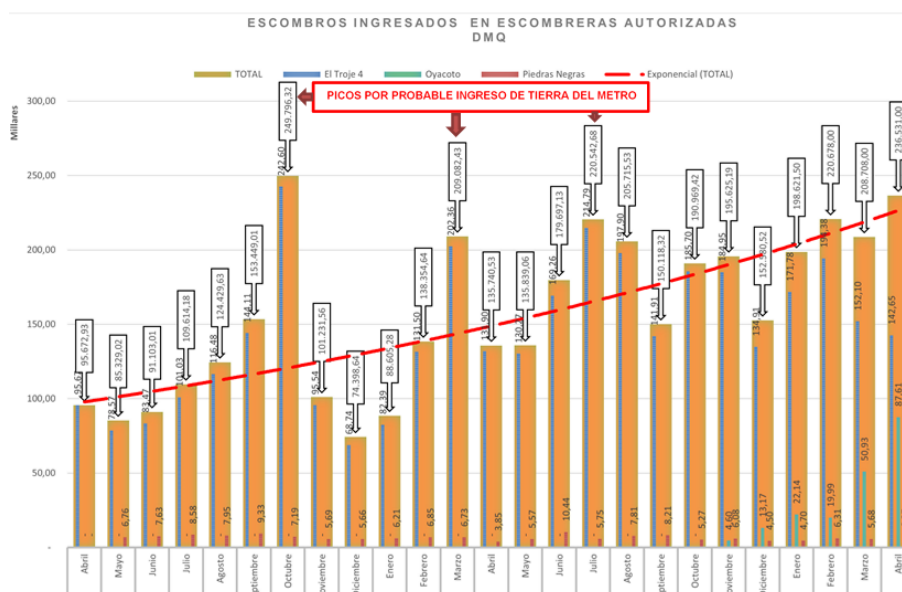


Figura 15: Volumen en m³ de residuos que ingresan a las escombreras autorizadas según datos proporcionados por la EMGIRS-EP, procesados por (Cabezas I, 2017)

Son notorios algunos picos en los m³ desechados, octubre de 2015, marzo 2016 y julio 2016; sin embargo, en base a la información suministrada por la EMGIRS-EP no fue posible identificar a qué se deben. Lo que es común en los tres casos es que el volumen mayor que provoca el pico corresponde a la escombrera del Troje, escombrera asignada para la disposición de la tierra del Metro de Quito, por lo que probablemente estos picos podrían estar asociados a dicha construcción (la primera fase se dio desde febrero de 2013 (www.metrodequito.gob.ec, s.f.) y la segunda desde enero de 2016 (Televistazo, 2016)).

En la Tabla 3 se detallan datos relevantes de las escombreras autorizadas que han dado servicio entre enero del 2015, fecha desde cuando la EMGIRS-EP tomó la gestión de las escombreras del Distrito Metropolitano de Quito. Nótese que la vida útil es entre dos a máximo 3 años por lo que paulatinamente se van abriendo nuevas escombreras, en nuevos sitios y con todos los impactos que esto conlleva. La última abierta de Caspigasi tiene mayor capacidad incluso que la del Troje 4 que era la más grande.

Tabla 3: Escombreras en Quito desde el año 2015, datos (EMGIRS-EP, 2015) y artículos de prensa (www.elcomercio.com, 2017), procesados por (Cabezas I, 2017)

ESCOMBRERA	APERTURA	VIDA ÚTIL (años)	CIERRE	CAPACIDAD m ³	UBICACIÓN	COSTO m ³		FUENTE
						2015	2017	
Tanlagua		2	jun-15	489033,00	San Antonio de Pichincha	\$ 0,35		https://www.emgirs.gob.ec/index.php/noticias/158-quito-cuenta-con-tres-espacios-para-la-disposicion-de-los-escombros
Piedras Negras	may-14	2	jun-17	683929,00	Vía a Papallacta, a 7 1/2 Km. del redondel, Pifo	\$ 0,45	\$ 0,57	
El Troje 4	mar-15			3030000,00	Av. Simón Bolívar, a 1 Km. al sur de la Argelia	\$ 0,45	\$ 0,57	
Oyacoto	dic-16	2		1972755,00	Antes del peaje de Oyacoto a 3.9 Km. desde la Panamericana Norte hacia la Comuna de San Francisco de Oyacoto	\$ -		https://www.emgirs.gob.ec/index.php/setup/setup-3/setup-6
El Semillero - Cocotog	jul-17	3		1540236,68	a 4 Km. del redondel de Gualo, quebrada Guanapata, comunidad Cocotog		\$ 0,57	https://www.emgirs.gob.ec/index.php/noticias/158-quito-cuenta-con-tres-espacios-para-la-disposicion-de-los-escombros
Caspigasi	ago-17	3		5000000,00	Caspigasi, San Antonio de Pichincha		\$ 0,57	

Según entrevista mantenida con el funcionario encargado⁴ de la Coordinación de las escombreras en abril del 2017, se puede decir que no se conoce qué porcentaje total de

⁴ Ing. David Zárate

escombros se producen en la ciudad, pues lamentablemente varios de los desechos van a parar a sitios de disposición no autorizados (Figura 16). Y del volumen que llega a las escombreras oficiales tampoco hay un desglose de lo que corresponde exclusivamente a residuos de construcción o demolición; anotando incluso que también se receipta en estos sitios chatarra no industrial, neumáticos fuera de uso y hasta ceniza volcánica y material de deslaves o similares.

Poco se dice y poco se ha estudiado sobre la demolición en Quito, probablemente por el relativo reciente interés del impacto al medio ambiente o más bien por su carácter principalmente privado y no monumental. En la prensa sólo aparecen casos singulares de demolición de edificios públicos, como por ejemplo los polémicos derrocamientos del edificio de la Dirección Provincial de Salud de Pichincha, el del Registro Civil y del edificio Dassum en el centro histórico entre el 2013 al 2015 o el del Palacio de Justicia en el 2013 o el de la Biblioteca Nacional en 1973.

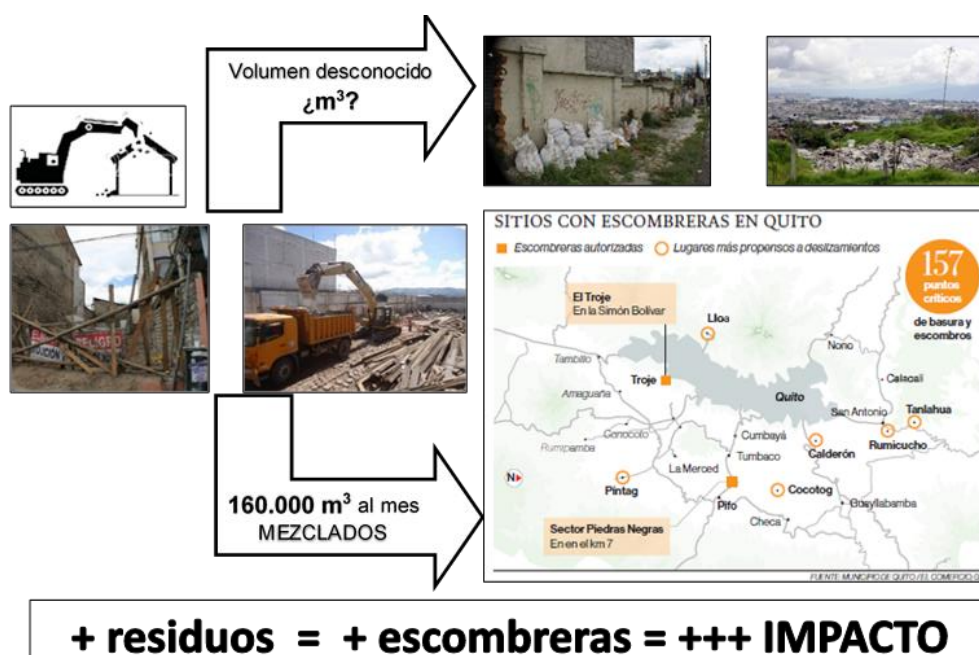


Figura 16: Flujo de los residuos de construcción y demolición de Quito, en base a datos de la EMGIRS-EP, recorte de prensa El Comercio, fotos varias fechas; procesados por (Cabezas I, 2017)

Sin embargo, la evidencia de la creciente apertura de escombreras para la disposición de los desechos producidos y el alto impacto que esto conlleva, las estadísticas de permisos de derrocamiento y las visibles transformaciones urbanas que ha tenido y está teniendo Quito, denotan que esta dinámica continuará y probablemente se incrementará a la par que la población urbana y la actividad constructiva.

Justificación

En este contexto la demolición es un fenómeno en proceso y posible crecimiento que se perfila como potencialmente problemático debido a la práctica tradicional de desechar los residuos directamente a las escombreras o sitios clandestinos sin un plan previo de manejo adecuado. Sin embargo, durante el desarrollo preliminar de esta investigación, datos específicos del proceso de demolición, de los residuos generados y su impacto en Quito no se han encontrado publicados.

Esta situación amerita un estudio a detalle que se propone en este trabajo y que dio lugar y por tanto continuará posteriormente a nivel más amplio a través del proyecto denominado MINUR “Hacia una nueva minería urbana”. El principal objetivo del proyecto MINUR, propuesto y promovido por la empresa YES Innovation en base a su experiencia internacional, es transformar la producción de residuos del sector de la construcción en nuevas oportunidades de economía circular para Quito bajo el esquema de un trabajo transdisciplinario que involucra tanto a universidades, empresas como a entidades públicas.

Este estudio plantea las siguientes preguntas de investigación:

¿Pueden ser los residuos, generados por la demolición de edificios en Quito, recursos para la construcción?

¿El manejo adecuado de estos residuos puede ayudar a disminuir su impacto?

La propuesta de investigación de este trabajo busca comprender el proceso de demolición y los impactos de los residuos generados por esta práctica en predios

construidos en zonas consolidadas de Quito, que son generalmente reemplazados por nuevos edificios de mayor edificabilidad y densidad.

Se busca definir un proceso de gestión de dichos residuos que permita visualizar, reducir su impacto negativo y proponer alternativas viables y sostenibles para que los actores partícipes los consideren recursos y no desechos, por lo que el tema es:

¿Residuos o recursos? Impacto de la demolición en zona consolidada, caso Quito

Alcance

Por ser una tesis de maestría, en virtud del tiempo con el que se cuenta y la complejidad de la investigación por la falta de datos, se realiza el análisis de un solo caso de estudio en una zona pericéntrica de la ciudad de Quito. En este trabajo no ha sido considerado una muestra de un universo mayor, pero si se ha escogido un caso representativo por sus características inmobiliarias de producción de vivienda de escala media, en un predio existente, en una zona consolidada con potencial de densificación y con un edificio en mal estado a demoler. De este caso se cuenta con toda la información necesaria para la investigación y sus resultados son reales. Esto nos permite suponer la posibilidad de replicabilidad del proceso en casos similares.

Hipótesis

Un proceso de valoración, evaluación y gestión de los residuos generados por la demolición de edificios en predios de Quito, puede disminuir su impacto al recuperar materiales y generar una nueva economía para la construcción u otro sector productivo reduciendo, en parte, la demanda de recursos naturales.

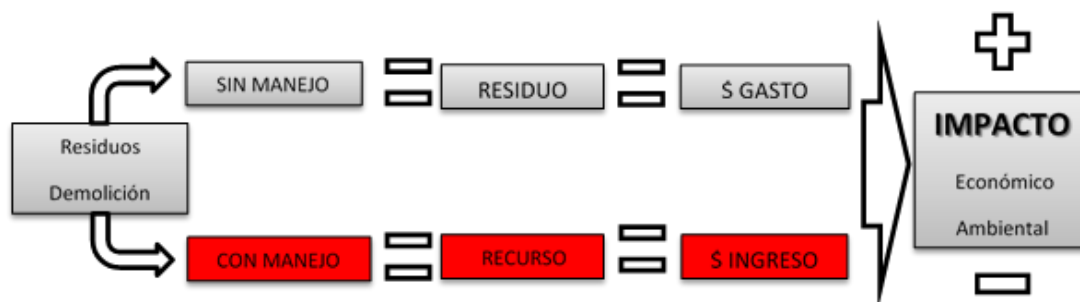


Figura 17: Esquema de la hipótesis (Cabezas, I., 2017)

Objetivos

Objetivo general

Proponer un proceso práctico y técnico adaptado de valoración, evaluación y tratamiento de los residuos generados por la demolición de edificaciones en predios de Quito, que minimice su impacto y genere nuevos recursos para proyectos de nueva construcción o de otros sectores productivos.

Objetivos específicos

- Establecer el estado del arte sobre la demolición, procesos de gestión y evaluación del impacto de los residuos generados.
- Proponer una metodología para el manejo de los residuos de demolición orientada a la minimización de su impacto.
- Determinar las ventajas de incorporar un proceso de valoración, evaluación y tratamiento de los residuos de demolición.

Metodología de la investigación

La metodología se compone de tres partes asociadas a los capítulos, a saber:

1. Estado del Arte: Esta fase se basa en el análisis bibliográfico de la demolición y el manejo de los residuos, con el objeto de establecer una visión técnica de: tipos, métodos y normas de demolición; así como métodos de gestión y de evaluación del impacto de los residuos generados.
2. Propuesta: En esta fase se trabaja en el planteamiento de una propuesta metodológica para el manejo de desechos de demolición, que establece los pasos necesarios para determinar, caracterizar y valorar los residuos generados por la demolición en predios construidos en Quito, para llegar a evaluar y determinar escenarios de minimización del impacto respectivo.
3. Validación: En la tercera fase se evalúa la propuesta metodológica en base a la aplicación en el caso de estudio, llegando a determinar en base a los resultados, conclusiones y recomendaciones.

Conceptualización

Para comprender el fenómeno de la demolición y sus implicaciones, es necesario establecer inicialmente las siguientes definiciones.

Ciclo de vida

En la NEC-11 (Eficiencia energética en la construcción en Ecuador, Capítulo 13-5) se define al ciclo de vida del edificio como “... el proceso edificatorio que analiza ordenando y clasificando todos los factores dentro de la construcción con implicaciones energéticas y medioambientales”, y se los divide en las fases de: diseño y construcción, utilización y demolición.” (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011, pág. 5)

Para este estudio se considerará que el ciclo de vida abarca las siguientes etapas:

Diseño + Construcción + Uso + Fin de vida (verFigura 18).

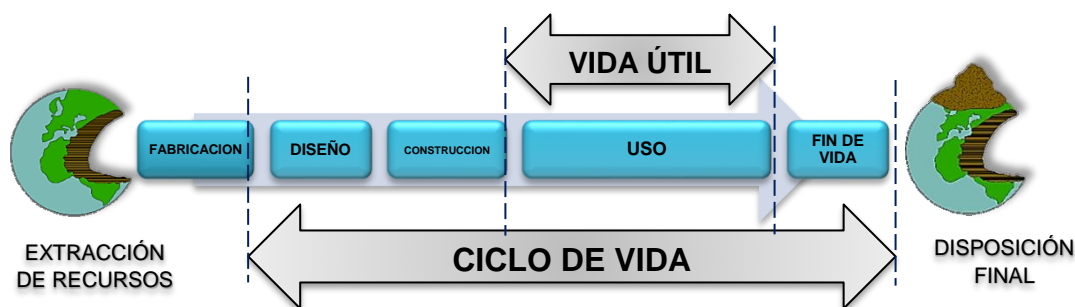


Figura 18: Ciclo de vida de edificios según la práctica tradicional en Ecuador. Fuente: Elaborado por (Cabezas I., 2017)

Vida útil

Tomando como referencia la definición planteada por (Hernández, 2011, p. 38), basada a su vez en la de la International Organization for Standardization (ISO) (2001), se define la vida útil de un edificio como el lapso, después de construido, en el cual éste o sus componentes satisfacen o sobrepasan las demandas de rendimiento previsto en el diseño y construcción.

De otra fuente: vida útil es “el período real de tiempo durante el cual el edificio o cualquiera de sus componentes funciona sin costos imprevistos o interrupción para

mantenimiento y reparación (Canadian Standards Association, 1995, pág. 7) Gráficamente la vida útil abarcaría entonces la etapa de Uso (ver Figura 18).

Según cada autor o incluso cada país, hay varios criterios para determinar la vida útil de los edificios, a continuación en la Tabla 4 se presenta la definición de vida útil estimada para edificaciones según el Ministerio de Finanzas del Ecuador; que responde a una visión contable de los bienes del estado, donde la vida útil de las edificaciones es relacionada con el material estructural o principal del sistema constructivo.

Tabla 4: Vida útil. Fuente: (Ministerio de Finanzas del Ecuador, 2017, p. 30)

TIPO	VIDA UTIL ESTIMADA (Años)	
	Administración Proyectos y Programas	Producción
Maquinaria y Equipos	10	UTPE*
Mobiliarios	10	10
Herramientas		
Partes y repuestos		
Instalaciones	10	UTPE*
Equipos de computación	3	3
Vehículos	5	UTPE*
Edificaciones		
• Acero estructural	50	40
• Acero de refuerzo	50	40
• Hormigón Armado y Ladrillo	50	40
• Ladrillo (o Bloque)	40	35
• Mixto (Ladrillo o Bloque y Adobe o Madera)	35	30
• Material petreo (ripio y arena)	25	20
• Adobe	25	20
• Madera	20	15

*UTPE= Unidades de Tiempo o Produccion Estimada

Como se puede observar, la vida útil de edificaciones máxima se establece en 50 años para estructuras de acero, mientras que la mínima es de 20 años para estructuras de madera. En contraste en la Tabla 5 se define la vida útil de diseño en relación a la temporalidad de la construcción según la Canadian Standards Association (CSA), y la vida útil máxima de 50 años de la Tabla 5 correspondería a la categoría de edificios de vida larga.

Tabla 5: Vida Útil de Diseño (VUD) por categoría o tipos de edificios. Fuente: (CSA, 2001), Australian Building Codes Board (ABCB), 2006 e (ISO, 2000) (citado en (Hernández, 2014, pág. 55))

Categoría de edificios	Vida útil de Diseño por categoría (años)	Ejemplos
Temporales	Hasta 10	Construcciones no permanentes, oficinas de ventas, edificios de exhibición temporal, construcciones provisionales.
Vida media	25-49	La mayoría de los edificios industriales y la mayoría de las estructuras para estacionamientos.
Vida larga	50-99	La mayoría de los edificios residenciales, comerciales, de oficinas, de salud, de educación.
Permanentes	Más de 100	Edificios monumentales, de tipo patrimoniales (museos, galerías de arte, archivos generales, etc.).

Vida útil máxima según la Tabla 1

A nivel internacional hay varios métodos y modelos para estimar y planear la vida útil de diseño de un edificio, como por ejemplo el método de factores de la norma ISO 15686, que establece los siguientes:

- A. Calidad de los materiales y componentes del edificio.
- B. Nivel del diseño arquitectónico, constructivo y de instalaciones.
- C. Calidad técnica y experiencia de la mano de obra.
- D. Idoneidad del medio ambiente interior del edificio.
- E. Resguardo respecto del medio ambiente externo al edificio ante el clima y la contaminación urbana.
- F. Uso adecuado del edificio basado en manuales y especificaciones del diseñador o constructor.
- G. Grado de mantenimiento según manuales de operación del constructor o fabricantes de elementos.

Cabe tomar en cuenta que la vida útil del edificio está muy asociada a la de la estructura o al sistema constructivo, porque es tal vez la más determinante, pero el resto de capas o componentes de los edificios tienen una vida útil propia que como se puede ver en la Figura 19 varía, siendo parámetros muy importantes a tomar en cuenta cuando se

determina la vida útil de un edificio. Según la teoría de las capas deberían ser independientes para asegurar el diseño flexible y extraíble como se muestra a continuación en la Figura 19.

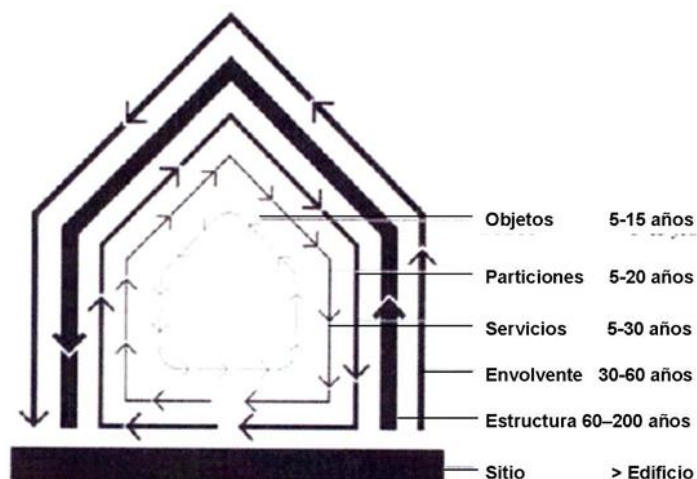


Figura 19: Capas compartidas de construcción y su ciclo de vida. Fuente: (Sánchez, 2011, pág. 48)

Otros criterios relevantes a la vida útil de un edificio según el artículo METODOLOGÍA PARA EL RECICLAJE DE EDIFICIOS: UNA PROPUESTA TÉCNICA (Escamilla, Ramirez de Alba, & Cruz, 2012) pertinentes a destacar los siguientes:

Cuando la expectativa de vida de un edificio se aproxima a su fin, se observa que el entorno del edificio también se encuentra en etapa de deterioro, decayendo el valor comercial de la zona, de tal manera que de forma natural los usuarios emigran a otros sectores de la ciudad y los propietarios subutilizan sus inmuebles o se ven obligados a tomar la determinación de abandonar sus edificios.

...El deterioro de una estructura es constante y si ésta no recibe mantenimiento, está condenada tarde o temprano al colapso. Sin embargo, la práctica de

trabajos de mantenimiento continuo, frena la propagación del deterioro, contribuyendo de esta forma a la prolongación de la vida útil del inmueble.

... un edificio de mayor precio que sus vecinos incrementa el valor de los inmuebles de menor precio. Asimismo un inmueble de bajo costo cerca de un inmueble de alto costo, reduce el valor del de mayor costo.

La definición que se ha encontrado hasta aquí más acertada es: “La vida útil de una edificación se puede definir como el lapso en el cual conserva los requisitos previstos de seguridad, funcionalidad y estética, con costos razonables de mantenimiento” (Citado en (Escamilla, Ramirez de Alba, & Cruz, 2012, pág. 2))

Pero también cabe mencionar en concordancia con algunos autores que se puede hablar por un lado de una **vida útil física** que sería el lapso desde que es el edificio es construido hasta su demolición y también de una **vida útil real**, que sería el lapso durante el cual realmente cumple con la demanda o los requerimientos para los cuales fue creado (Traducción libre y resumen de (Thomsen & Van der Flier, 2010, pág. 3)), que no siempre coinciden.

Fin de vida

Se denomina fin de vida a la terminación del ciclo de vida de un edificio. En países europeos ya se considera que previo al derribo hay una fase de deconstrucción, luego la de transportación de los residuos, seguida de la de gestión y posteriormente la de disposición final de éstos. (Monte Wong, 2015, p. 120)

En Ecuador el fin de vida generalmente no incluye la deconstrucción, sino directamente la demolición tradicional, el transporte de residuos y la disposición final.

El fin de vida sería entonces el equivalente a la muerte o destrucción del edificio, que comienza con la ejecución de la demolición tradicional o bien de la deconstrucción.

El fin de vida no siempre se da con el agotamiento de la durabilidad o de la vida útil del edificio, pues puede responder a motivos exógenos (fenómenos naturales como terremotos, fenómenos artificiales como una explosión, el choque de un avión, etc.) o a predefiniciones comerciales como la caducidad u obsolescencia programada o a la presión inmobiliaria.

Durabilidad

“Habilidad de un edificio o componente para alcanzar el rendimiento óptimo de sus funciones en un determinado ambiente o sitio, bajo un determinado tiempo sin realizar trabajos de mantenimiento ni reparaciones.” (Hernández, 2011, pág. 38)

Según la visión de este estudio, luego de que un edificio ha agotado su durabilidad y por ende su vida útil pueden darse las siguientes acciones:

1. Alargar su durabilidad y vida útil a través de:
 - a. El mantenimiento correctivo.
 - b. La rehabilitación integral sea parcial o total.
2. Proceder al Fin de vida a través de alguno de los tipos de demolición.

Energía embebida o incorporada

Es toda la energía necesaria para la elaboración de un producto. Considerando a los edificios como un producto entonces: “La energía incorporada es el gasto total de energía involucrada en la creación de un edificio y sus materiales constituyentes. No reutilizando materiales de un edificio demolido, estamos perdiendo o 'tirando' energía embebida incorporada en ese edificio”. (<http://www.ct.gov>, 2018)

Gestión

En general sinónimos de gestionar son resolver, administrar, organizar o llevar a cabo un conjunto de acciones para lograr un objetivo. En el caso de los residuos serían todos los procesos que se adoptan para su manejo o control desde que se originan hasta su disposición final.

Caracterización

Es la clasificación en base a sus características físicas, químicas o de origen peculiares, con el fin de determinar las cantidades y dimensiones disponibles de los residuos, para reutilizarlos o sino evacuarlos a la disposición final.

Esto se refuerza con lo que se dice en el Programa Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIDS): “La caracterización hace referencia al tipo de residuo generado, es necesaria para identificar el aprovechamiento que se puede hacer y la agregación en la cadena de valor a cada tipo” (PNGIDS-Ministerio de Ambiente, 2015).

Valorización

Según la NTE INEN 2841, pág. 3, valorización es:

Principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica.

En otra fuente, valorización se define como:

...el conjunto de acciones cuyo objetivo es mantener a los materiales que los constituyen en los ciclos económicos o comerciales, mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reprocesamiento, reciclado y recuperación de materiales secundarios con lo cual no se pierde su valor económico. (Martel, 2008)

Disposición final

Citando lo indicado en la Ordenanza Metropolitana No. 138, la disposición final es:

Es la última de las fases de manejo de los desechos y/o residuos sólidos, en la cual son dispuestos en forma definitiva y sanitaria mediante procesos de aislamiento y confinación de manera definitiva los desechos y/o

residuos sólidos no aprovechables o desechos peligrosos y especiales con tratamiento previo, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, daños o riesgos a la salud humana o al ambiente. La disposición final, se la realiza cuando técnicamente se ha descartado todo tipo de tratamiento, tanto dentro como fuera del territorio ecuatoriano. (Concejo Metropolitano de Quito, 2016, p. 20)

Impacto

Según la Real Academia Española (RAE) se establecen varias definiciones para la palabra impacto:

...el choque de un objeto contra algo, la huella o señal que deja la colisión, el efecto de una fuerza aplicada bruscamente, el golpe emocional por un acontecimiento desconcertante. Sobre impacto ambiental se dice que es el “Conjunto de posibles efectos sobre el medio ambiente de una modificación del entorno natural, como consecuencia de obras u otras actividades (Real Academia Española, 2018).

Lo común a todas estas concepciones y que se adopta para este trabajo, es que impacto es el conjunto de efectos o alteraciones producidos por una acción en los elementos del ambiente natural, social y económico. Podría hablarse entonces de impacto al ambiente natural o comúnmente llamado impacto ambiental, impacto al ambiente social o impacto social e impacto al ambiente económico o impacto económico.

Tomando como referencia lo que dice (Pinzón, 2014, pág. 7), el impacto ambiental es la alteración positiva o negativa del medio natural causado por cualquier actividad, en el caso de un edificio serían todas las generadas durante su ciclo de vida.

ACV

Según la ISO el ACV o Análisis de Ciclo de Vida es la “Recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida”. (International Standards Organization, 2006)

CAPÍTULO 1: Estado del Arte

1. De la demolición

Demoler significa:

...deshacer, derribar, arruinar, en otras palabras destruir. Esta acción física conlleva una carga simbólica importante... la demolición y la reconstrucción hacen parte de la historia de las ciudades...Para ciertas culturas demoler ha sido también una manera de recomenzar...La demolición está entonces cargada de un doble sentido, a la vez antítesis de la construcción y expresión de poder, pero también ocasión de renovación y de prolongación de una tradición. (Rojas Arias, 2010, pp. 2-3).

Demoler y derrocar son sinónimos etimológicamente hablando. En Ecuador el término más usado es derrocar; sin embargo, por la connotación también política que se asocia con esta palabra⁵ y debido a que en la literatura encontrada se habla más de demolición, para esta investigación se adopta esta última palabra. Técnicamente hablando es la descomposición de una edificación o sus elementos a través de diferentes procedimientos.

Para el desarrollo de este trabajo se plantean los siguientes tipos: demolición tradicional, deconstrucción y demolición selectiva.

1.1 Demolición tradicional

Lo que define a la demolición tradicional es que *per se* no tiene como objetivo recuperar elementos útiles, sino eliminar el inmueble, convirtiendo a todos los elementos en residuos a evacuar al sitio de disposición final en el menor tiempo y costo posibles; lo que implica más volumen de residuos, mayores áreas de depósito y por ende mayor impacto ambiental.

⁵ Derrocar a una autoridad, por ejemplo.

1.2 Deconstrucción

La deconstrucción consiste en el desmontaje o desmantelamiento de los elementos y/o materiales de una edificación sin destruirlos, tratando de recuperarlos en las mejores condiciones de utilidad para reusarlos o reciclarlos; prácticamente es el proceso inverso a la construcción pero en un sentido positivo, no de destrucción. Algunos autores la definen también como progresiva elemento a elemento. De por sí representa una recuperación mayor del valor de los elementos del edificio al poder reutilizarlos como materia prima secundaria; y una minimización de los residuos, que implica una menor afectación al entorno.

Con respecto a la corriente filosófica, que inspiró en los años ochenta con Peter Eisenman a la cabeza el movimiento arquitectónico formalista inspirado también en la lingüística denominado “deconstructivismo”, se aclara que la deconstrucción que se aborda en esta investigación lo único que tiene en común con dicha corriente, es el concepto esencial de “descomposición”. En el deconstructivismo la descomposición es formal y constituyó la premisa original para el diseño, aunque en su evolución se fue desfigurando y perdiendo; mientras que la deconstrucción aquí tratada es la descomposición de las partes de un edificio existente para ser reutilizadas.

La Environmental Protection Agency (EPA) define la deconstrucción como:

...el desmontaje de edificios para maximizar de forma segura y eficiente la reutilización y el reciclaje de sus materiales. El proceso de desmantelamiento de estructuras es una actividad antigua que ha sido revivida por el creciente campo de la construcción verde sostenible (<http://www.ct.gov>, 2018).

Por tanto esta investigación plantea que un proceso sostenible de fin de vida de los edificios no debería basarse en la demolición tradicional que condena a los componentes de los edificios a ser desechos, sino en la deconstrucción que al darles la opción de reuso o reciclaje, genera recursos. Con esta aclaración la parte inicial del tema de la tesis podría replantearse como ¿Deconstrucción, residuos o recursos?

1.3 Demolición selectiva

La demolición selectiva tiene como objetivo separar cada material para permitir el reciclaje más que el reuso. (CIFIUL, 2013, pág. 9). Por su condición excluyente del reuso, al estar enfocada exclusivamente en el reciclaje, la reducción de residuos no sería la máxima, siendo el impacto si bien menor que la demolición tradicional pero mayor que el de la deconstrucción. Por lo que no se toma en cuenta para el planteamiento de la metodología propuesta más adelante.

2. Métodos de demolición

Tanto la demolición tradicional como la deconstrucción o la demolición selectiva, se pueden ejecutar con la aplicación de varias técnicas combinadas o por separado. En forma general, en lo posible los edificios deben ser demolidos en orden inverso al de su construcción, es decir, de arriba hacia abajo o desde la cubierta hacia la cimentación.

Es importante mencionar que para escoger el método más apropiado en lo posible se debe contar con el asesoramiento de un experto en demoliciones que plantee y supervise **el plan de demolición**, que considere las circunstancias particulares del inmueble y su entorno, los riesgos asociados y establezca las medidas de salud y seguridad necesarias. Entre las condicionantes a tomarse en cuenta pueden citarse:

- Del inmueble y su entorno:
 - Ubicación y características del sitio: clima, topografía, accesibilidad, etc.
 - Estabilidad estructural.
 - Material principal de la estructura o del sistema constructivo.
 - Potenciales materiales peligrosos.
 - Motivo de la demolición: adecuación o remodelación, ruina, desastres, reemplazo con una nueva construcción privada o pública, etc.
- Riesgos asociados:
 - Colapsos inesperados

- Afectaciones a edificios colindantes Vulnerabilidad de predios aledaños
- Rotura de redes de servicios, tanques de almacenamiento o servidumbres.
- Riesgo eléctrico, de incendio o explosión, etc.
- Medidas de seguridad y salud:
 - Protecciones del lugar: cerramiento provisional, iluminación y resguardo del paso de peatones, visitantes y vecinos, colocación de señalética.
 - Equipos de protección personal (EPP).
- De la ejecución:
 - Alcance de la demolición: parcial o total
 - Equipos: disponibilidad en el mercado y costos de alquiler o adquisición.
 - Tiempo de ejecución.
 - Regulaciones, impedimentos o permisos legales.

Según la literatura revisada, hay varios criterios para clasificar los métodos de demolición; se habla de métodos manuales, mecánicos, por tracción, impacto, empuje, explosivos, etc., no hay una clasificación consensuada y varía según cada autor y circunstancias locales.

En este trabajo se plantea que lo más apropiado es clasificar los métodos según el **orden de ejecución** que se define según el objetivo de la demolición **desde arriba o desde la base**, los cuales pueden desarrollarse a través de **técnicas** de: **empuje, tracción, impacto y corte o perforación**, a través de **medios**: **manuales, mecánicos o explosivos**.

A continuación se explican los medios, técnicas y métodos según el criterio adoptado y que se resumen en el siguiente esquema (ver Figura 20).

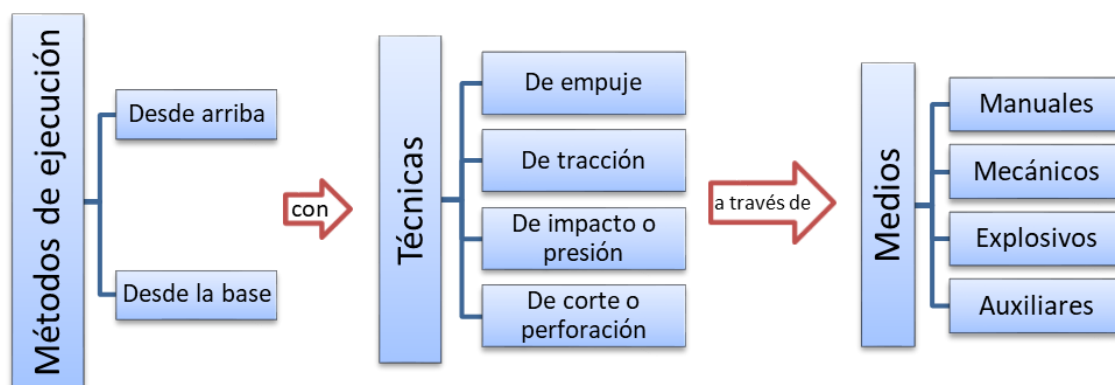


Figura 20: Demolición, métodos de ejecución, técnicas y medios. Elaborado por (Cabezas I., 2018).

2.1 Medios

2.1.1 Manuales

Corresponden a herramientas como martillos, combos, picos, sierras, sopletes, taladros u otro equipo neumático, hidráulico o eléctrico pequeño o mediano (por ejemplo: equipo para oxicorte, lanzas térmicas, cizallas, amoladoras, rotomartillos, etc.) y elementos complementarios como sogas, cuñas, cables, entre otros, que pueden ser usados en forma manual por personal básico de obra como albañiles o peones.

2.1.2 Mecánicos

Son maquinarias motorizadas móviles como: retroexcavadoras, grúas, cargadores, excavadoras de oruga, etc., que pueden permitir la incorporación de piezas complementarias como por ejemplo: mordazas o cizallas hidráulicas, rompedores hidráulicos, cinces neumáticos, taladros, cucharas, entre otros. Estas maquinarias requieren ser manejadas por operadores o personal especializado.

2.1.3 Explosivos

Son materiales o compuestos en base a trinitrotolueno (TNT), nitroglicerina, nitrato de amonio, etc. Pueden tener consistencias secas, gelatinosas, semi-gelatinosas o como lechadas.

Conllevan un alto riesgo por lo que deben ser ejecutados por personal altamente calificado y con experiencia, de manera controlada y contando con todos los permisos que quepan según la entidad reguladora.

Los residuos generados por esta técnica son fracciones de varios materiales mezclados que no permiten una fácil separación, lo que implica una contraposición a procesos selectivos para reutilización; a menos que se sometan a este proceso estructuras de edificios que hayan sido desmantelados previamente de elementos reutilizables, peligrosos o contaminantes (como elementos de amianto, metales, vidrio), en cuyo caso podrían ser más útiles para reuso o más fáciles de evacuar los fragmentos de tamaño relativamente reducido de hormigón o mamposterías de ladrillo, por ejemplo.

2.1.4 Auxiliares o complementarios:

Se definen como medios auxiliares o complementarios a todos los elementos que son necesarios para la utilización de los medios antes citados, tales como puntales, andamios, vallas, viseras o protecciones metálicas, plásticas o textiles para prevenir la caída de objetos y palear el polvo; señalética de seguridad, etc.

2.2 Técnicas

Han sido clasificadas en función del objetivo y acción principal, como ya se mencionó pueden utilizar medios manuales, mecánicos, combinaciones de estos o explosivos; a saber:

2.2.1 De empuje

Consiste en la aplicación de una fuerza lateral arriba del centro de gravedad del elemento a demoler para lograr su caída, la altura del edificio se limita a los medios que se pueden utilizar, a saber:

- Medios manuales como: puntales, cuñas, gatas. Por ejemplo, en la Figura 21 se visualiza el empuje con una gata ubicada en un ángulo a 45° en los dos tercios de la altura del elemento a demoler, generalmente pilares o columnas; la altura de demolición se restringe a un piso de edificación o a 3 m. máximo.

- Medios mecánicos como cucharas, palas, gatos o brazos hidráulicos acoplados en retroexcavadoras. Por ejemplo, en la Figura 22, se puede observar que al utilizar una retroexcavadora con brazo hidráulico y cuchara acoplados, la altura del edificio a derrocar es mayor, pudiendo ser de hasta 15 m.; mientras que la distancia requerida de ubicación y maniobras de la retroexcavadora varía según el elemento a demoler se empuje hacia la máquina o en sentido contrario. En el primer caso la distancia libre mínima entre la retroexcavadora y el edificio se requiere sea de una y media veces la altura del edificio, mientras que en el segundo caso, esta puede reducirse a la mitad de la altura del edificio.

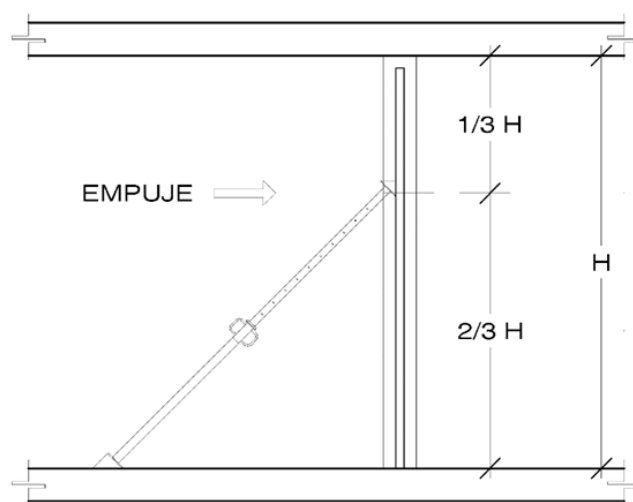


Figura 21: Técnica de empuje con medios manuales. Fuente: (Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, pág. 40)

Según la Norma técnica de edificación de demoliciones de España, NTE-ADD/ 1975: ...la altura del edificio o resto de edificio a demoler, no será mayor de $\frac{2}{3}$ de la altura alcanzable por la máquina. La máquina avanzará siempre sobre suelo consistente y los frentes de ataque no aprisionarán a la máquina, de forma que ésta pueda girar siempre 360° ... (Ministerio de la Vivienda, 1975, p. 8)

En la Figura 22 se observa una retroexcavadora con cuchara botando una columna de hormigón en dirección opuesta a la máquina.

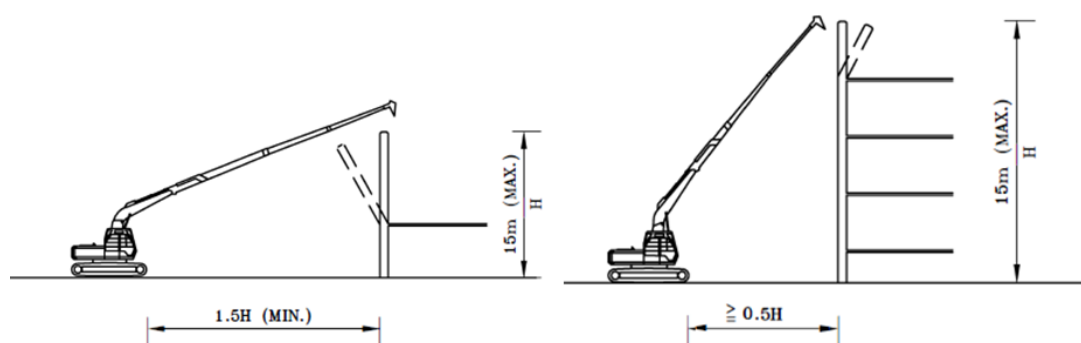


Figura 22: Técnica de empuje con medio mecánico. Fuente: (Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2004, pág. 88)



Figura 23: Técnica de empuje con medio mecánico. Fuente: foto tomada el 2 de diciembre de 2016 (Cabezas, I.)

2.2.2 De tracción

Consiste en la aplicación de tensión y arrastre a través de cables, eslingas o cadenas de alta resistencia, fijados arriba del centro de gravedad del elemento a derrocar, hasta lograr su caída. La tracción o arrastre se puede dar por:

- Medios manuales como cables o sogas halados por el personal de obra. Por ejemplo, en la Figura 24 se observa el uso de sogas para derribar una cercha metálica.
- Medios mecánicos como cables de acero halados por retroexcavadoras o similares. El área necesaria para las maniobras de la retroexcavadora es

considerable, pues se requiere una distancia despejada de una y media veces la altura del edificio para jalar hacia afuera el elemento a derribar, pudiendo ser la altura del edificio máximo de 15 m, como se observa en la Figura 25.



Figura 24: Técnica de tracción con medios manuales. Fuente: foto tomada el 30 de noviembre de 2016 (Cabezas, I.)

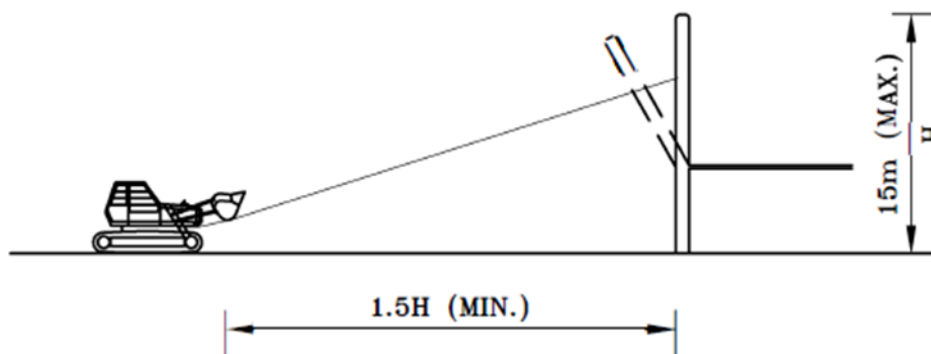


Figura 25: Técnica de tracción con medio mecánico. Fuente: (Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2004, pág. 88)

2.2.3 De impacto o presión

Consiste en el uso de elementos o medios que por caída libre o impulso previo produzcan fuertes golpes o presiones que causen roturas sobre un edificio o sus partes hasta derrocarlo.

Pueden distinguirse varios tipos según los medios utilizados:

- Medios manuales como la zapa (zapapico) picos, o combos (Figura 26)



Figura 26: Técnica de impacto con medio manual. Fuente: foto tomada el 2 de diciembre de 2016 (Cabezas, I.)

- Medios mecánicos como elementos metálicos de gran peso en forma de esfera, pera o cilindro suspendidos de un cable del brazo de una grúa. Una bola o pera de demolición metálica no debe sobrepasar el 50% de la capacidad de carga de la grúa. (Leciñena, 2010, pág. 6). Puede ser maniobrada en dos formas:
 - Por caída libre de la bola sobre la estructura (Figura 27). El cilindro que se deja caer por gravedad sobre el elemento a demoler, puede pesar entre 5 a 30 toneladas, no es muy recomendable por ser poco controlable y por la producción de ruido y polvo (www.posada.org, 2017). El brazo de la grúa debe estar al menos de 3 m. por encima del elemento a demoler (Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2004, p. 80).
 - Por balanceo de la bola en línea con el brazo de la grúa (Figura 28). El cable y el brazo de la grúa deben tener una capacidad nominal, en el radio de trabajo, de al menos cinco veces el peso de la bola de demolición. El cable debe resistir al menos el doble de la resistencia a

la tracción del refuerzo de acero nominal de la losa y vigas del piso a demoler. (Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2004, p. 80).

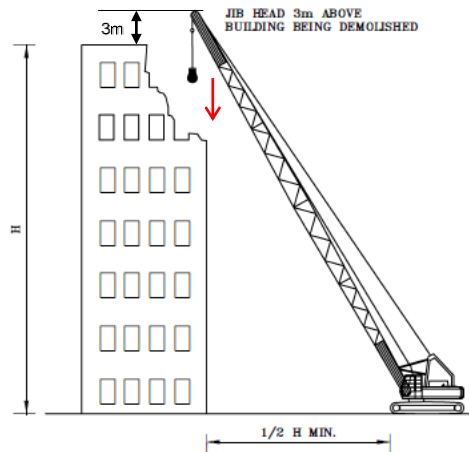


Figura 27: Demolición por impacto mecánico por caída libre de bola. Fuente: (Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2004, pág. 79)

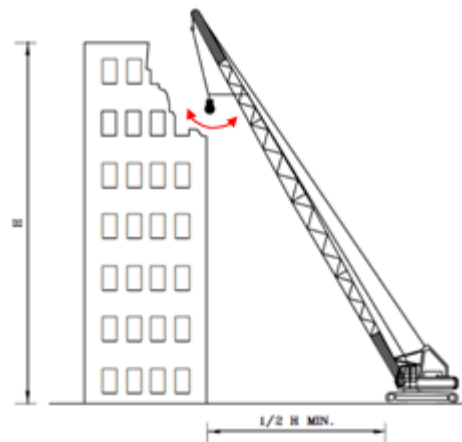


Figura 28: Demolición por impacto mecánico por balanceo de la bola. Fuente: (Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2004, pág. 79)

En cualquiera de las opciones, la distancia mínima entre la grúa y el edificio debe ser de al menos la mitad de la altura del mismo y un área adicional de alrededor de 6 m. más para maniobras de la grúa.

El proceso se debe ejecutar de arriba hacia abajo, con el uso de equipos especializados con especificaciones acorde a las características de altura y peso de los elementos a demoler, para garantizar la estabilidad de la estructura y evitar colapsos no controlados, por lo que el personal debe ser altamente capacitado.

- Medios explosivos: por detonación de explosivos (sustancias que tienen poca estabilidad química y que son capaces de transformarse violentamente en gases) colocados estratégicamente según hacia donde se quiera lograr la caída del edificio o elemento (ver Figura 29).

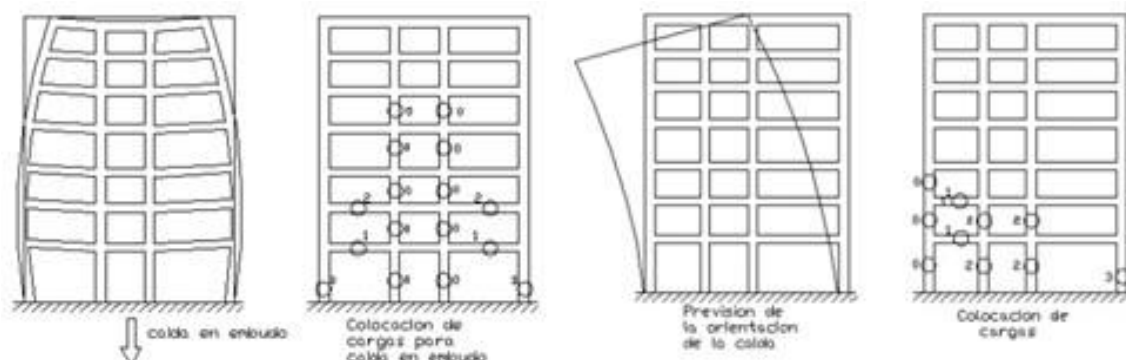


Figura 29: Caída según colocación de cargas explosivas. Fuente: (Marcos Verduque, 2013, pág. 17)

Es necesario un estudio y supervisión técnica rigurosa por los grandes riesgos que conlleva. La ventaja visible de esta técnica es el tiempo de ejecución, sin embargo según las circunstancias locales puede resultar económicamente inconveniente debido al requerimiento de instrumentos y materiales importados, altas medidas de seguridad y permisos especiales.

Estos medios son más bien recomendados para cimentaciones antes que para edificios sobre el nivel natural del terreno.

Según la dirección de la detonación y caída de los escombros generados hacia adentro o hacia afuera de los límites del edificio derrocado, se definen los términos “implosión” y “explosión” respectivamente. Es decir, la caída en embudo equivaldría a una implosión, y la caída a un lado sería una explosión.

- Entre los medios de presión mecánicos también pueden incluirse algunos especiales como la hidro-demolición y otros pseudo-explosivos como los morteros y gases expansivos:
 - Hidro-demolición: Se basa en la inyección de agua a alta presión que junto con partículas de cuarzo u óxido de cobaltito ingresan en los poros del material de manera que su energía cinética consigue desgastarlo hasta fisurarlo. (www.posada.org, 2017)
 - Morteros expansivos: consiste en el uso de morteros de fuerza expansividad al hidratarse, que introducidos en lugares estratégicos de la construcción luego de un tiempo determinado rompen materiales como el hormigón (www.posada.org, 2017).

“...pueden ser de dos tipos según la temperatura de fraguado: de alta temperatura 20° a 35° o de baja temperatura 0° a 10° C.” (Madrid Ruiz, 2008).

Localmente la empresa Tespecon dispone el denominado Cras, que es un producto expansivo para demolición en frío que no genera ruido, ni polvo. (El Comercio.com, 2011)

- Gases expansivos: Consiste en tubos llenados con Dióxido de Carbono líquido que con la aplicación de una pequeña carga eléctrica se transforma en gas, expandiendo su volumen hasta 600 veces y provocando un efecto rompedor instantáneo y frío en un milisegundo, llegando a presiones de hasta 40.000 psi (3.000 bar).

(www.cardox.co.uk, s.f.). Es un producto patentado conocido como sistema Cardox o células Cardox.

2.2.4 De corte y/o perforación

Consiste en el uso de equipos de corte en sitios clave para debilitar los elementos y lograr derrocarlos. Es importante tomar en cuenta que el elemento a ser cortado debe asegurarse provisionalmente con cables suficientemente resistentes para evitar caídas incontroladas. Se puede realizar por:

- Medios manuales tradicionales como sierras circulares de disco, de cadena, taladro o martillo neumático, y hasta puntas y martillo como se muestra en la Figura 30.
- Medios manuales sofisticados como sierras de hilo o cable de diamante o los que producen fusión de materiales y consecuente rotura por altas temperaturas como los sopletes de gas y oxiacetileno, lanza térmica, polvo Thermit, etc. (usados más para estructuras metálicas). Por ejemplo, en la Figura 31 se muestra el corte con sierra de hilo de diamante y en la Figura 32 se muestra el corte con oxiacetileno.



Figura 30: Técnica de corte de vigas. Fuente: foto tomada el 23 de noviembre de 2016 (Cabezas, I.)

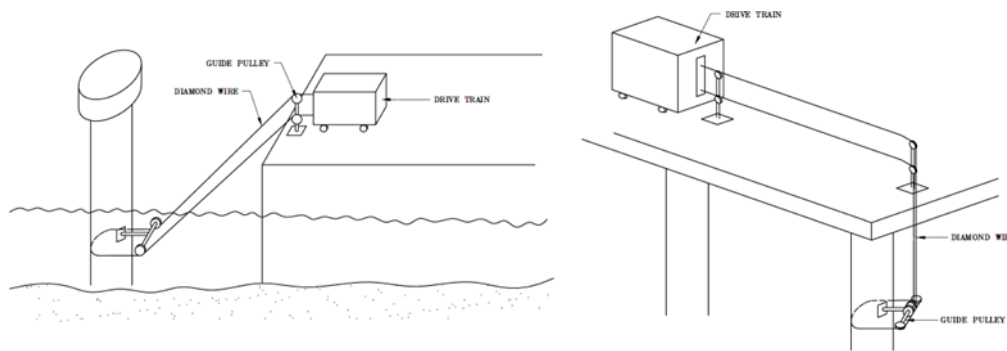


Figura 31: Técnica de corte con sierra de hilo de diamante. Fuente: (Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2004, pág. 86)

- Medios mecánicos como taladros neumáticos, cizallas o mordazas acopladas en retro-excavadoras o grúas. Para realizar el corte con una mordaza de manera lateral, la altura del brazo debe llegar hasta la altura del elemento más alto y se debe ubicar la grúa a una distancia de la mitad de la altura del edificio como mínimo. Mientras que para realizar el corte con la mordaza desde arriba, es necesario que el brazo de la grúa este 1 m. o más arriba que la altura del edificio y la distancia a la que debe estar la grúa es igual de al menos la mitad de la altura del edificio, como se puede observar en la Figura 33.



Figura 32: Corte con oxiacetileno. Fuente: <http://www.surusin.com/wp-content/uploads/2016/04/foto14.jpg>

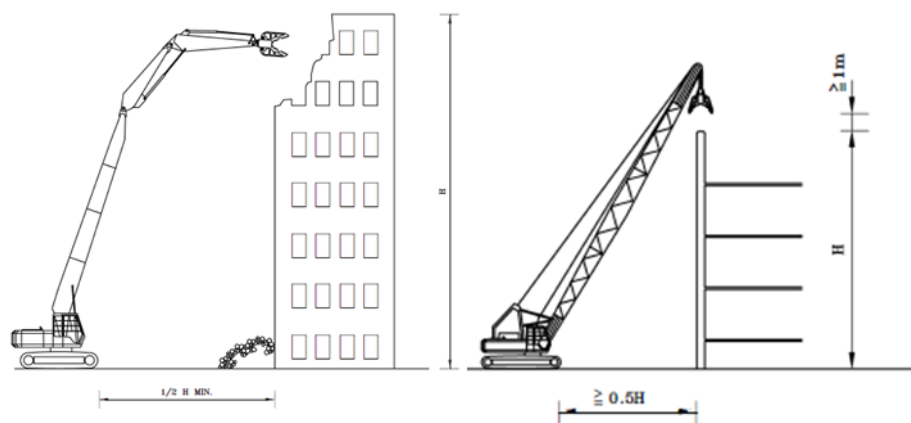


Figura 33: Demolición por corte con cizalla o mordaza. Fuente: (Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2004, págs. 77, 88)

2.3 Métodos de ejecución

Se plantea dos métodos de ejecución: desde arriba y desde la base, que podrían equivaler correspondientemente según lo encontrado en la literatura a la demolición elemento a elemento (más manual o combinada con medios mecánicos) y la demolición global (a través de medios explosivos).

2.3.1 Desde arriba

La secuencia de la demolición va de arriba hacia abajo y es aplicable en la mayoría de sitios, principalmente en zonas urbanas (Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2004, pág. 44). Se pueden aplicar varias técnicas como las de empuje, tracción, impacto y corte; utilizando medios manuales, mecánicos o combinación de ambos (Figura 34).

La secuencia de demolición se determinará de acuerdo a las condiciones y restricciones del sitio, el diseño del edificio, el diseño estructural y su construcción. En general, se aplicará la siguiente secuencia:

1. Inicialmente se deben derrocar los elementos en voladizo, marquesinas, galerías o balcones, barandas, etc.
2. Desmontar elementos de cubierta

3. Desmontar paredes de relleno
4. Perforar o cortar losas de cubierta o entrepiso desde el centro hacia las vigas.

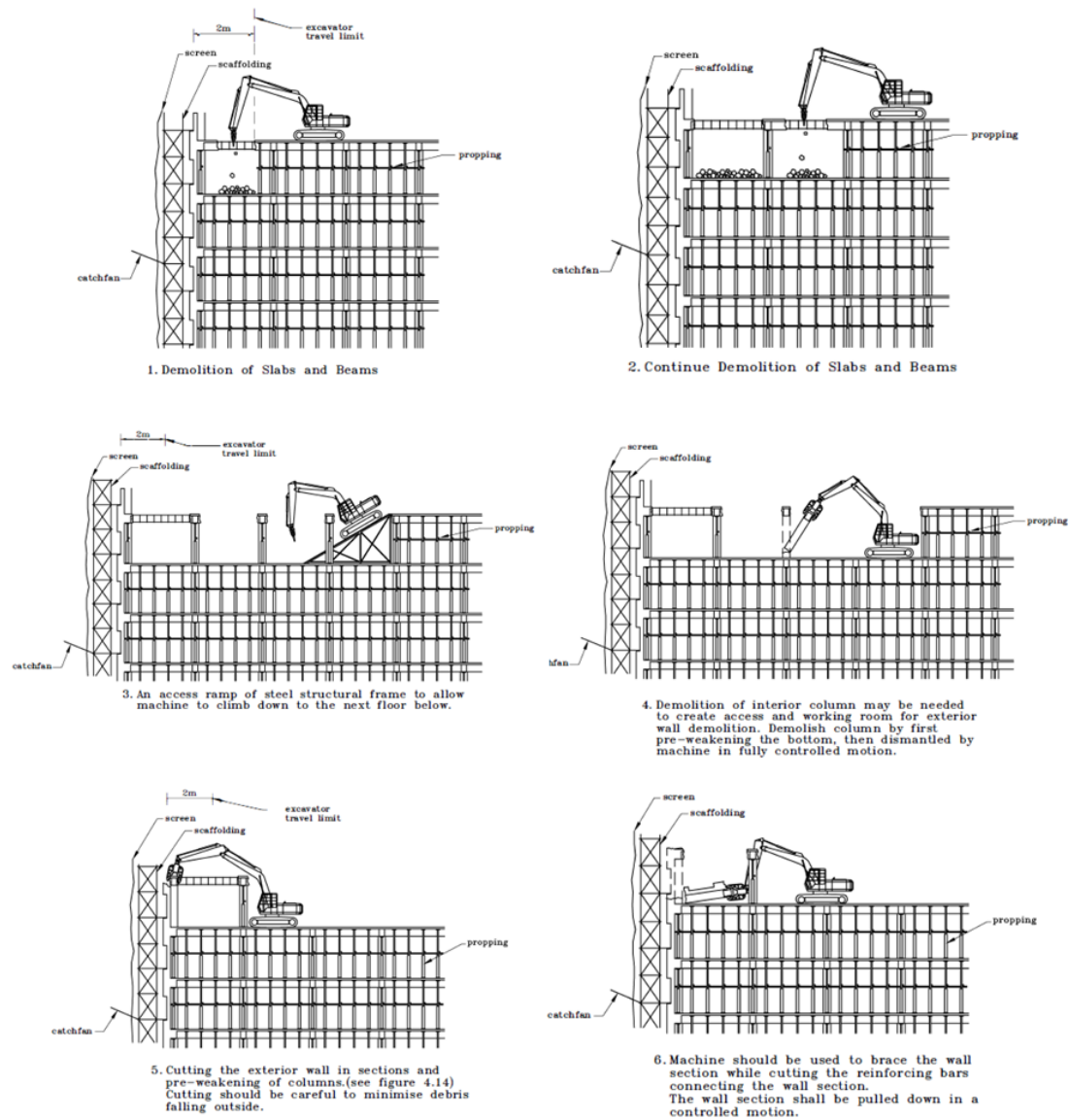


Figura 34: Demolición de arriba hacia abajo, varias técnicas con medios mecánicos. Fuente: (Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2004, pág. 65 a 67)



Figura 35: Desmontaje manual de elementos de cubierta según el método de arriba hacia abajo.
Fuente: foto tomada el 23 de noviembre de 2016 (Cabezas, I.)



Figura 36: Desmontaje manual de elementos de entrepiso según el método de arriba hacia abajo. Fuente: foto tomada el 23 de noviembre de 2016 (Cabezas, I.)

2.3.2 Desde la base

O por colapso inducido, implica la eliminación sistemática secuencial de miembros estructurales clave y la aplicación de una fuerza para resultar en el colapso controlado de todo o parte de un edificio. Este método solo debe usarse en inmuebles aislados con espacio libre suficiente y en sitios nivelados, es decir que no estén en pendientes. (Safe Work Australia, 2016)

Este método está asociado a la técnica de impacto por explosivos pues se ataca directamente la base para producir el desplome del edificio.

Como ya se indicó antes, localmente en Quito la demolición al ser generalmente tradicional, se ejecuta más de arriba hacia abajo; es decir, el método desde la base, asociado más con explosivos, no suele usarse; lo que representa una ventaja para la factibilidad de implementar la deconstrucción o de la demolición selectiva.

3. De los residuos

A nivel mundial, se estima que la industria de la construcción es responsable del 50% de los residuos sólidos globales (Commonwealth of Australia, 2011). En Europa en el año 2014, según la Oficina Europea de Estadística, los residuos de construcción y demolición corresponden al mayor entre las actividades económicas consideradas, con el 35%, (Figura 37).

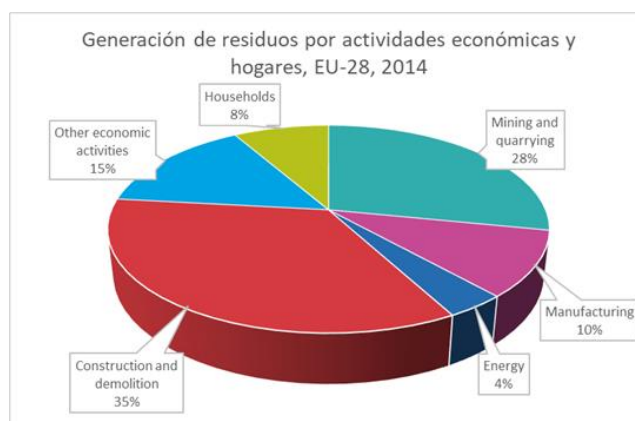


Figura 37: Generación de residuos por actividades económicas y hogares, EU-28, 2014. Fuente: Elaborado por (Cabezas I., 2018) en base a datos de (Eurostat, 2017) procesados en Excel.

En la literatura consultada se utiliza principalmente las siglas RCD (Residuos de Construcción y Demolición) para los materiales sobrantes de obras de construcción en general, abarcando sin diferenciación todos los residuos provenientes de obra nueva, de remodelaciones o rehabilitaciones como de demolición; posiblemente porque hay menos estudios exclusivos de demolición.

En inglés los RCD son los C&DW (Construction and Demolition Waste). A nivel internacional según cada autor, región o país, hay varias definiciones de los residuos de construcción y demolición (RCD), en lo que coinciden todas es en que son materiales o elementos sobrantes de actividades de construcción, renovación o demolición de obras privadas o públicas. Estos excedentes pueden deberse a desperdicio, pedido en exceso, mala calidad o daño durante la ejecución de las construcciones o renovaciones.

A nivel local, con referencia en el Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos del Distrito Metropolitano de Quito (Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2016, pág. 192) y en documentos relacionados de varias municipalidades españolas, se puede definir a los RCD como los elementos sobrantes provocados por la construcción, demolición, remodelaciones domiciliarias e implantación de servicios o equipamientos.

De acuerdo a la Secretaría de Ambiente de Quito, citando lo que se dice en el instructivo de la Ordenanza 404 (Secretaría de Ambiente del DMQ, 2012), los escombros, equivalentes a los RCD, se definen como:

- i) los restos de tierra, arenas y similares utilizados en construcción y provenientes de excavaciones
- ii) los residuos de actividades de construcción, demolición, vaciado y/o movimiento de tierra y, en general, todos los sobrantes de obras
- iii) cualquier material residual asimilable a los anteriormente citados.

A nivel mundial y como vemos también en las definiciones anteriores a nivel local no hay una definición universal. Por lo que para este estudio en adelante se utilizará el término REDEM para identificar exclusivamente a los elementos resultantes de la demolición.

Los REDEM a diferencia de los RCD, no corresponden a excedentes, ni desperdicios; pues prácticamente son todos los elementos que componen el edificio o la sección a demoler, es decir la relación m^3/m^2 (volumen REDEM versus área del inmueble) va a ser más alta que la de los RCD de obra nueva.

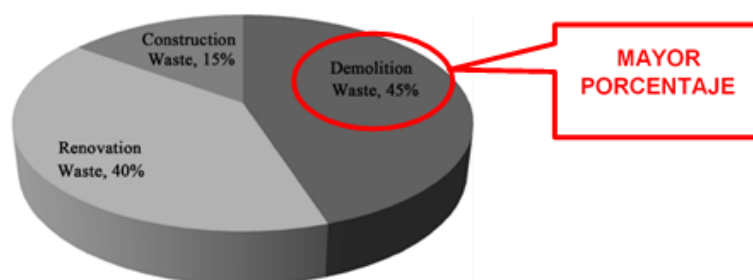


Figura 38: RCD en la Unión Europea 1999. Tomado de Approaching Sustainability of Construction and Demolition Waste Using Zero Waste Concept (Elgizawy, El-Hagggar, & Nassar, 2016, pág. 3)

Aunque la composición de los REDEM como de los RCD es similar, los índices referenciales de producción por m^2 son diferentes y varían también según las consideraciones particulares de renovación urbana de cada ciudad o región. Por ejemplo en los países de la Unión Europea (ver Figura 38) según datos de 1999 el porcentaje de REDEM es el mayor.

Otra diferencia sería que en el caso de los RCD de construcción y renovación también se deben considerar los empaques y embalajes, que en el caso de los REDEM prácticamente no existirían.

A continuación se establecen las definiciones de los tipos de residuos que permitirán clasificar a los RCD o REDEM según su potencial de aprovechamiento posteriormente.

3.1 Residuo aprovechable

Es el elemento o material que no presenta ningún riesgo de reuso o reciclaje pues no contiene ni están contaminado con sustancias químicas peligrosas; puede ser de naturaleza inerte o también orgánica y su contenido puede estar constituido

mayoritariamente pétreos, cerámicos, metales, plásticos o fibras minerales en el caso de los inertes y por caucho, fibras vegetales o animales en el caso de los orgánicos.

3.2 Residuo no aprovechable

Es el elemento o material que contiene sustancias químicas peligrosas o especiales, como por ejemplo el amianto, el asbesto o el mercurio (el listado completo se puede encontrar en el Suplemento del Registro Oficial N° 856 del viernes 21 de diciembre del 2012 publicado por el Ministerio del Ambiente).

Su condición de riesgo y naturaleza peligrosa implica que: "...por sus características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radioactivas o reactivas..., genera riesgo sobre la población, el ambiente, los bienes y la infraestructura." (Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, 2015)

En la Tabla 6 se puede encontrar una referencia rápida de algunos elementos de construcción y las sustancias peligrosas que pueden contener.

3.3 Residuo inerte

Según el Real Decreto 105/2008 de la Agencia Estatal Española, residuo inerte es:

Aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas. (Agencia Estatal Española, 2008)

Tabla 6: Principales residuos peligrosos de la demolición. Fuente: (Mejía, Giraldo, & Martínez, 2013)

Desecho peligroso	Sustancia peligros en el desecho
Tejas, baldosas, cemento	Asbesto
Lámparas fluorescentes	Mercurio
Maderas tratadas	Arsénico, cromo, pentaclorofenol, creosota, lindano
Pintura con base en plomo	Plomo
Tubos de plomo	Plomo
Revestimiento bituminoso	PAH (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos)
Baterías de señales de salida, de emergencia, et c.	Plomo y Cadmio
Juntas y selladores	PCP (Policlorobifenilos)

3.4 Residuo especial

“son los que tienen características que los hacen potencialmente peligrosos, tales como sustancias inflamables, tóxicas, corrosivas, irritantes, cancerígenas.” (Mercante, 2007)

La Tabla 7, que sirve de base para la caracterización de los REDEM de la metodología propuesta, establece la categoría macro según su utilidad: aprovechables y no aprovechables; luego según el riesgo: no peligrosos, peligrosos y especiales; luego los no peligrosos se dividen según su naturaleza en: inertes y orgánicos; y, finalmente según el tipo de composición principal: pétreos, cerámicos, metales, plásticos, fibras minerales, caucho, fibras vegetales y fibras animales.

Esta tabla establece una categorización con la terminología comúnmente usada en la realidad ecuatoriana y luego de encontrar que según los diferentes autores consultados hay varios criterios para clasificar los RCD, así: según su origen o procedencia, naturaleza, composición, potencial de utilización, entre otros.

Tabla 7: Clasificación de los RCD o REDEM según múltiples criterios. Elaborado por (Cabezas I., 2018)

CATEGORÍA	PELIGROSIDAD	NATURA LEZA	TIPO	SUBTIPO
APROVECHABLES	NO PELIGROSOS (Siempre que no estén contaminados con alguna de las sustancias indicadas en los Listados Nacionales de sustancias químicas peligrosas) ⁶	INERTES	PÉTREOS	PIEDRA
				ARENA
				TIERRA
				ADOBE
				TAPIAL
				BLOQUES DE HORMIGÓN
				HORMIGONES
				MORTEROS
				LODOS
			CERÁMICOS	CERÁMICAS, BALDOSAS O AZULEJOS
				TEJAS
				LADRILLOS
			METALES	VIDRIO
				ACERO
				HIERRO
		ALUMINIO		
		COBRE		
		BRONCE		
		PLÁSTICOS	ESTAÑO	
			ZINC	
			POLIETILTEREFTALATO (PET)	
			POLIETILENO (PE)	
		POLIPROPILENO		
		PVC		
		ORGÁNICOS	CAUCHO	
			FIBRAS VEGETALES	PAPEL / CARTÓN / PRODUCTOS QUE CONTENGAN CELULOSA
				MADERA
BAMBÚ				
PAJA				
CARRIZO				
TOTORA				
CHAMBAS DE CÉSPED, PLANTAS Y ARBOLES				
TEXTILES EN BASE DE LINO, YUTE, COCO, CÁÑAMO				
FIBRAS ANIMALES	LANA			
	ALGODÓN			
	PELO			
	PLUMAS			
	ESPECIALES		POLIESTIRENO	
	GYPSTUM O TABLEROS DE CARTON-YESO			
NO APROVECHABLES (Todos los que contengan las sustancias indicadas en los Listados Nacionales de sustancias químicas peligrosas. ⁶ Por ejemplo: amianto, asbesto, mercurio, entre otros). O aquellos de difícil reuso o reciclaje.	NO PELIGROSOS	INERTES	FIBRAS MINERALES	LANA DE VIDRIO
			LANA DE ROCA	
	PELIGROSOS	RESTOS DE PRODUCTOS QUÍMICOS		
		EMULSIONES		
		ALQUITRÁN		
		PINTURAS		
		DISOLVENTES		
		ACEITES		
		ASFALTOS		
		RESINAS		
		PLASTIFICANTES		
		TINTAS		
		BETUNES		
		BARNICES		
		PLANCHAS ONDULADAS DE ASBESTO O PRODUCTOS QUE LO CONTENGAN		
		LUMINARIAS CONVENCIONALES		
		LUMINARIAS FLUORESCENTES		
		DESECHOS EXPLOSIVOS		

⁶ Listados vigentes publicados en el Suplemento del Registro Oficial N° 856 del viernes 21 de diciembre del 2012 (Ministerio del Ambiente, 2012)

4. Normas

4.1 Internacionales

Las normas internacionales relacionadas con la demolición y el manejo de los residuos más relevantes son:

- ASTM E3073 (Standard Guide for Development of Waste Management Plan for Construction, Deconstruction, or Demolition Projects), que da lineamientos a través de una guía para la elaboración de un plan de gestión de residuos para proyectos de construcción, deconstrucción o demolición.
- Normas ISO 14040 e ISO 14044: Gestión ambiental, ACV.

A nivel Europeo se tiene el:

- Catálogo Europeo de Residuos CER 170000

Sobre todo en los países desarrollados cada uno tiene sus propias normas, muchas basadas en las ISO. Las normas internacionales que más aparecen en la bibliografía son las de España, así, el Decreto 105/2008 y el 112/2012, regulan la producción y gestión de los RCD en España.

Generalmente estas normas cuentan con formatos obligatorios de memorias técnicas o declaraciones de demolición para obtener los permisos respectivos; donde se debe indicar el método a utilizar, medidas de seguridad, impactos y gestión prevista para los REDEM.

4.2 Nacionales

En Ecuador, a nivel constitucional, el artículo 14 de la Constitución de la República del Ecuador, reconoce el derecho a:

“un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación

de los espacios naturales degradados” (Asamblea Nacional Constituyente, 2008, p. 24).

Los gobiernos municipales son los que en ejercicio de su función normativa y reguladora, mediante ordenanzas que regulan los lineamientos y requerimientos del ámbito constructivo y sus impactos, mismas que deben mantener conformidad con las disposiciones constitucionales, así como, propender al interés de la colectividad, como lo especifica el artículo 55 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) (Villota, 2014).

En las leyes, códigos y normas ambientales nacionales se aborda el tema de los REDEM dentro del manejo de los residuos sólidos, pero aún no de manera específica:

- Ley de Gestión Ambiental, publicada en el Registro Oficial Suplemento 418 del 10 de septiembre de 2004, cuyo Artículo 2 establece lo siguiente: “La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales.” (Lo resaltado fuera del texto original) (H. Congreso Nacional, 2004). Esta ley abarca:
 - El Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), que viene a ser un texto reglamentario de la Ley de Gestión ambiental; sobre la gestión de residuos sólidos; en la reforma del capítulo VI, artículo 47; declara como prioridad nacional a “...la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos y desechos peligrosos y/o especiales. (Ministerio del Ambiente, 2015, pág. 15), es decir incluidos los REDEM.

Este texto se compone de nueve libros, entre los cuales está el Libro VI de la Calidad ambiental y cuyo Anexo 6 corresponde a la Norma

de Calidad Ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos (Tecnologías Limpias en la Industria Minero-Metalúrgica, 2007).

- En el Código Orgánico del Ambiente, capítulo II, se plantea que la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos se debe encuadrar en la política nacional y se definen los niveles de acción u obligación de la Autoridad Ambiental Nacional, de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos (GADM), de los generadores y gestores de residuos; y se plantea el fomento del reciclaje inclusivo y lo relacionado a la movilidad transfronteriza (Presidencia de la República, 2017, pág. 44).

El Ministerio del Ambiente, en su página web, publica entre los objetivos del PNGIDS: “...potenciar la recuperación de materiales reciclables, fomentar el aprovechamiento de residuos tanto para reciclaje como para transformación energética y garantizar una adecuada disposición final y tratamiento técnico de lixiviados” (Ministerio del Ambiente, 2012)

4.3 Locales

En el marco local, el programa y normas que abordan los RCD Y REDEM son el Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos del Distrito Metropolitano de Quito (PMGIRS) y la Ordenanza 332.

En el apartado 15.2.3 OBJETIVOS, ACCIONES, ACTORES, INDICADORES Y METAS del PMGIRS, se especifican los siguientes objetivos:

Objetivo N° 1: Reducción de los residuos generados de Residuos de Construcción y Demolición (escombros) en el DMQ.

Objetivo N° 2: Fomentar la separación en origen de los residuos de Residuos de Construcción y Demolición (escombros).

Objetivo N° 3: Eliminación de pasivos ambientales: sellado y restauración de terrenos degradados por depósitos incontrolados de residuos de construcción y demolición.

Objetivo N° 4: Fomentar la valorización de los residuos de residuos de construcción y demolición. (Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2016)

En el literal 2.6: SUSTENTO JURÍDICO DEL MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (ESCOMBROS Y OTROS) del PMGIRS, se dice:

...la disposición de tales desechos debería ser diferenciado y debidamente normado a efectos de precaver una disposición que conlleve daños ambientales o atente contra la salud y la seguridad pública. No obstante, la legislación vigente guarda silencio al respecto, omitiendo normar un tratamiento especial para los distintos casos, lo cual genera un vacío legal que debe ser subsanado. (Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2016, pág. 26)

De igual manera expresa:

Finalmente, de acuerdo con la normativa analizada, nada se prevé respecto de los mecanismos de tratamiento y reciclaje a los que se someterán los Residuos de Construcción y Demolición (escombros)...

Por su parte, si bien la Ordenanza Metropolitana 332 pretende abarcar las distintas fases de disposición de escombros, no existe regulación alguna respecto de políticas de minimización en la generación de este tipo de desechos, ni separación en la fuente..." (Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2016, p. 27)

Según el Artículo 2 de los Fines del sistema de gestión integral de residuos sólidos de la Ordenanza Metropolitana vigente No. 332 (Ordenanza Metropolitana de Gestión Integral de Residuos sólidos del Distrito Metropolitano de Quito), literal d, se indica

que se debe realizar la clasificación previa de los desechos en obra, pero no hay reglamento:

- d) Reducir la generación de residuos sólidos desde la fuente de generación; e) Fomentar la organización social, consciente de su responsabilidad en el ciclo de residuos sólidos, mediante el aprovechamiento de los mismos, su reutilización y reciclaje, generando economías de escala. (Concejo Metropolitano de Quito, 2010, p. 4)

Desde octubre del 2017, la EMGIRS-EP estableció como requisito obligatorio para obtener la Licencia de Construcción LMU 20 simplificada y normal en el DMQ, la suscripción de un contrato de disposición final de los RCD, que consiste en el pago anticipado por la recepción, acopio y procesamiento de los residuos proyectados, en vez del pago que usualmente realizaban los transportistas de RCD al ingresar a las escombreras autorizadas.



Figura 39: Pantalla inicial de la plataforma para los contratos de disposición de escombros de la EMGIRS-EP. Fuente: <https://contratosonline.emgirs.gob.ec:8443/co/clienteWeb/login>

De la revisión de la plataforma digital donde hay que realizar el contrato (Figura 39), se encontró por un lado, que la cantidad de residuos al ser auto-declarativa y no haber

referentes locales de producción del volumen generado por cada m^2 a construir o intervenir, queda a discreción de la experiencia y conciencia de los constructores. Por otro lado, esta regulación obligatoria no cambia en nada el flujo tradicional de los residuos, pues sigue siendo lineal al ir prácticamente de la fuente a la disposición final. La tasa se mantiene en \$ 0.57 por cada m^3 de RCD proyectado, valor que según el encargado de las escombreras⁷ entrevistado no cubre todos los gastos de operación.

5. Métodos de gestión de los REDEM

En la investigación se ha encontrado que se plantean varios métodos de manejo de los RCD, aplicables a la gestión de los REDEM, que provienen de metodologías generales de manejo de proyectos. Se plantean los pasos de gestión de los RCD generalmente a través de los planes de gestión de residuos sólidos y en algunos casos se plantean guías de manejo de los RCD, coincidiendo prácticamente todos en que cualquiera sea el proceso planteado, el objetivo primordial es el de reducir el impacto negativo de los RCD.

A continuación se revisan brevemente los métodos de la Logística inversa y del Marco Lógico que son aplicables a la gestión de los RCD, y más ampliamente el principio (más que método) de las 3R que se ha encontrado como el camino más recurrente en la bibliografía.

5.1 Logística inversa

Este método también conocido como ecológica, plantea invertir el sentido tradicional de cualquier proceso productivo que va desde las materias primas hacia el consumo, yendo en su lugar del consumo hacia las materias primas, es decir un reflujo; ha tenido exitosa aplicación en industrias como la automotriz y electrónica, y es de reciente aplicación en la construcción. Sus objetivos incluyen “la protección de los recursos naturales, la reducción de desechos, el consumo de energía y reducción de emisiones

⁷ Ing. David Zárate

de CO₂, creando nuevos y más empleos.” (Traducción libre de (Sobotkaa & Czaja, 2015, p. 13))



Figura 40: Esquema de la logística inversa. Fuente: (Del Río, Villoria, & Torrijos, 2017, pág. 13)

Numerosos autores coinciden al definir la logística inversa en ser un proceso de movimiento de bienes desde su destino final hasta su destino inicial, con el propósito de recuperar el valor de estos bienes o asegurar su correcta eliminación.

...la logística inversa en el sector de la edificación podría definirse como el proceso que permite gestionar los residuos generados en el edificio a lo largo de todo su ciclo de vida, de manera que se asegure la recuperación del máximo valor de los mismos, garantizando una reducción del impacto ambiental.

...consiguiendo que el flujo ideal de los materiales de edificación sea aquel que se ejecute como un mecanismo natural, utilizando los recursos de manera eficiente sin generar residuos.

Es decir, una cadena de suministros de bucle cerrado, en la cual, la vida de los materiales se extendería más allá de la vida útil de los edificios ya que podrían volver a utilizarse en otros edificios o mercados secundarios. (Del Río, Villoria, & Torrijos, 2017)

Específicamente en la fase de demolición, con la logística inversa según (Sobotkaa & Czaja, 2015, pp. 14-15):

...en el proceso de gestión de residuos en el sitio, se recomienda desarrollar un plan para una gestión eficaz de desperdicio, que debería contener:

- Análisis del proceso de construcción con respecto a la formación y gestión de residuos

- Clasificación de residuos de acuerdo con la ley
- Método de separación
- Almacenamiento local
- Horario de eliminación de residuos

A la base de la logística de residuos estará la información sobre la calidad y la cantidad de desechos, la utilización u opciones de neutralización.

5.2 Marco lógico

Este método fue planteado por el Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) como “una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Su énfasis está centrado en la orientación por objetivos, la orientación hacia grupos beneficiarios y a facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas” (Ortegón, Pacheco, & Prieto, 2015, p. 13)

Según indica (Carvajal & Carmona, 2016, pág. 122) el método del Marco Lógico se compone de las siguientes etapas:

- (i) descripción del equipo de trabajo,
- (ii) análisis de involucrados,
- (iii) rol de los involucrados,
- (iv) posición de los involucrados frente al proyecto,
- (v) análisis del problema,
- (vi) análisis de estrategias,
- (vii) selección de la alternativa óptima,
- (viii) matriz del marco lógico.

5.3 Las 3R

Expresión, regla o principio que agrupa tres acciones concretas: reducir, reusar y reciclar, que se determinaron como necesarias cuando aparece la preocupación por el impacto de la humanidad sobre el medio ambiente. Fueron inicialmente promovidas por movimientos ecológicos como Greenpeace, posteriormente fueron promulgadas en la Cumbre del G8 en el 2004 por Junichiro Koizumi. Algunos autores han llegado incluso a plantear las 5R: reducir, reparar, reusar, recuperar, reciclar. Las 3R fueron

promovidas por la Comisión de las Naciones Unidas en la Cumbre de Río en el 2012, como parte de los principios para el Desarrollo Sostenible.

En arquitectura el debate en la definición de las terminologías reuso, reciclaje y rehabilitación no termina aún en la actualidad, no hay un consenso mundial sobre lo que implica cada uno de estos términos; tal vez por su relativo reciente origen según lo expuesto en el párrafo anterior.

Desde la evolución del concepto de restauración o conservación arquitectónica del siglo XIX hasta el concepto relativamente joven de “reciclaje”, que algunos autores definen como el reuso de un edificio obsoleto, varios términos han ido apareciendo y tomando protagonismo coyunturalmente a lo largo de la historia.

Sin embargo la comprensión de los términos que abarcan las 3R a nivel más general, son claves para el desarrollo del presente trabajo por lo que a continuación se plantean las definiciones que se han encontrado más apropiadas.

5.3.1 **Reducción**

Es la disminución consciente de los materiales que se utilizan en los proyectos, es decir esta variable implica una optimización desde el diseño, no comprar material en exceso y mejorar procesos durante la construcción.

5.3.2 **Reuso**

El reuso es una práctica no tan reciente, ya Alemania luego de la destrucción producto de la Segunda Guerra Mundial, transformó millones de toneladas de escombros en productos para la reconstrucción de carreteras tal como indica Edward L. Von Stein en el capítulo 20 del Manual McGraw-Hill de Reciclaje, volumen II. (Lund, 2001)

El reuso o reutilización es según la NTE INEN 2841, pág. 3: “la actividad mediante la cual se pretende aumentar la vida útil del residuo ya sea en su función original o alguna relacionada sin procesos adicionales de transformación.”

El reuso en el ciclo de vida de los edificios implica una tendencia al ciclo circular en vez del proceso lineal. Si bien el reuso implica también un impacto, es considerablemente menor al de construir un edificio con materiales completamente nuevos o vírgenes.

Según (Timothy J. & Bradley Guy, 2003), el reuso se puede dar por tres acciones:

- Repetir: reusar el material o producto para el mismo uso original. Implica el menor gasto de energía adicional.
- Repensar: reusar el material o producto con o sin modificación de una manera diferente a la original, pero de manera coherente a sus propiedades inherentes.
- Renovar: combinar el material recuperado con materiales nuevos para lograr una reutilización exitosa.

El reuso constituye un desafío al tener que incorporarlo en el diseño del proyecto nuevo, entre más temprano mejor. Lo ideal es que desde el diseño original se prevea el reuso, por lo que en la actualidad se habla del DFR (design for reuse) o el DFD (design for disassembly), verdaderos desafíos para los profesionales del sector constructivo, pues se estima que desde el diseño se puede prever hasta en un 80% la reducción de los residuos al fin de la vida de los edificios.

5.3.3 Reciclaje

El reciclaje es la recuperación del valor de los materiales mediante su transformación total, en nuevos materiales o elementos, que pueden ser usados en la misma función anterior o no.

Normalmente, la reutilización requiere un procesamiento mínimo antes de volver a emplear en una similar aplicación, mientras que el reciclaje típicamente requiere descomponer los residuos en materiales homogéneos para una aplicación o introducción de menor valor como materia prima secundaria de componentes fabricados. (Hobbs & Adams, 2017, p. 109)

Para este estudio el término reciclaje al implicar una transformación total se aplicará únicamente a los materiales derivados de la demolición que no puedan ser usados nuevamente sin previa transformación.

La filosofía de las 3R como método de gestión de recursos es una constante tanto en los convenios y leyes internacionales como en las nacionales y locales. En el PMGIRS del DMQ, la jerarquía en la prevención y gestión de residuos se resume en la Figura 41, que acoge prácticamente las 3R:



Figura 41: Jerarquía de gestión de residuos relacionado con las 3R. Fuente: (Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2016, p. 102) modificado por (Cabezas, I; 2018)

Idealmente las 3R fomentan el ciclo cerrado de los materiales para minimizar el impacto de los residuos (Figura 42) en todas las etapas del ciclo de vida de los edificios, visualizando los materiales como elementos limitados o “recursos” a optimizar en vez de desperdiciar.

La aplicación del método jerárquico de las 3R (reducir, reusar y reciclar) es lo comúnmente usado para clasificar las estrategias de gestión de los RCD. Esta jerarquía está dada según los impactos que tienen en el medio ambiente, siendo reducir la de menor impacto, y reciclar la de mayor. (Mejía, Giraldo, & Martínez, 2013, pág. 123)

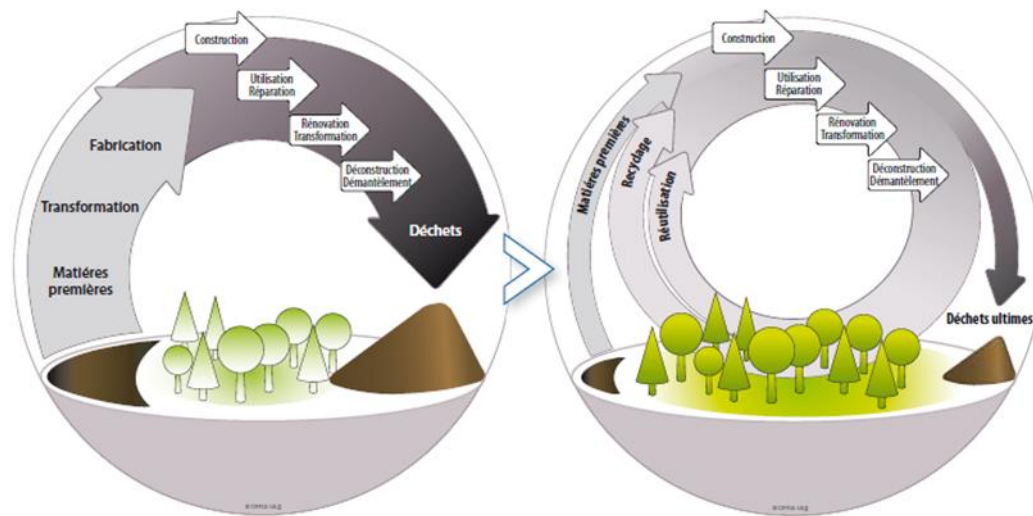


Figura 42: Ciclo de vida ideal de los materiales (CIFFUL, 2013)

Es necesario también anotar aquí que desarrollos de última tecnología como el Big Data y el Building Information Modeling (BIM) son herramientas que pueden dar gran aporte al manejo de los RCD y REDEM.

Así, el BIM permite la predicción cuantitativa de desechos para la gestión de residuos, determinando procesos críticos y planificación estratégica de manera virtual e interactiva. Puede ser usado para la estimación de impuestos anticipados, para plantear estrategias realistas de reducción y control eficiente de los RCD tanto a nivel público como privado (traducción libre y resumen de (Oyenuga & Bhamidiarri, 2015, p. 10374))

El Big Data aún más joven que el BIM, maneja tres características definitorias: el volumen, la variedad y la velocidad, o las tres "V" a través del análisis de los patrones de dicha información revela su valor oculto, que viene a ser la cuarta "V", con el objeto de crear una nueva forma de valor en la vida, el trabajo, la ciencia y la industria mediante la planificación y previsión de mercados, organizaciones y relaciones entre personas. Es al igual que el BIM una herramienta de estimación efectiva para la minimización de residuos, aunque está aún en una etapa infantil de desarrollo tiene un

crecimiento considerable. (Traducción libre y resumen de (Chen & Lu, 2017, pág. 783))

A pesar de los avances en el manejo de los RCD, varios autores coinciden en que la implementación de sistemas de manejo apropiado, incluso en los países desarrollados, tiene varias dificultades a vencer. Así, la Tabla 8 traducida del artículo de (Calvo, Varela-Candamio, & Novo-Corti, 2014) “A Dynamic Model for Construction and Demolition (C&D) Waste Management in Spain: Driving Policies Based on Economic Incentives and Tax Penalties”, muestra completa coincidencia con las barreras a nivel nacional y local.

Tabla 8: Principales barreras para la gestión de RCD en España. Fuente (Calvo, Varela-Candamio, & Novo-Corti, 2014, pág. 421)

TIPO	DETALLE
Barreras políticas	Datos de no fiabilidad sobre las tasas de recuperación y reciclado de RCD en la UE y su forma de recogida
	Falta de control sobre los planes de gestión de RCD aprobados por los gobiernos nacionales y regionales
	Legislación independiente y altamente dispersa a nivel regional
Barreras sociales	Falta de coordinación entre los agentes involucrados en la gestión de RCD
	No hay iniciativas para lanzar programas de información y sensibilización para agentes involucrados en el sector
	Falta de cumplimiento y responsabilidad poco clara de las regulaciones 3R
Barreras económicas	Los constructores generalmente no incluyen asignaciones específicas para la gestión de RCD
	Los constructores no facilitan los planes de gestión de residuos incluyéndolos en las especificaciones técnicas
	Los constructores actualmente no cumplen con sus obligaciones como productores de residuos peligrosos debido a los altos costos de la gestión de RCD y la imprecisión de la legislación actual.
Barreras técnicas	Los constructores no prevén el uso de material reciclado
	Las normas técnicas no prevén el uso de material reciclado
	No hay legislación de la UE que regule las instalaciones para el tratamiento de RCD

En este punto es importante anotar que bajo cualquier método, en lo posible debería gestionarse los REDEM en la misma obra para reducir al máximo la gestión municipal o del gobierno y las emisiones de CO² por su transporte. Sin embargo, para lo que tenga

que gestionarse fuera de la obra, por falta de áreas para almacenaje y tratamiento dentro de la misma, pueden establecerse sitios intermedios de acopio antes de los de disposición final, para el tratamiento tipo “bancos” o “plantas”, como por ejemplo, aunque sin necesidad de una catástrofe, los “hospitales de escombros” planteados en Chile y México, por la Fundación Alfredo Harp Helú Oaxaca y la Fundación Proyecta Memoria, luego de los terremotos de 2010, 2015 y 2017 respectivamente (Mora, 2018); o más atrás aún en el tiempo como los que se crearon en Alemania tras la destrucción de la segunda guerra mundial, ver Figura 43 y Figura 44).

Estos centros de gestión aparte de promover el reuso a través del intercambio de elementos en buen estado para la venta, uso artístico, para espacios públicos u obra social; pueden fomentar la preservación de la identidad y memoria colectiva y sobre todo la investigación y creación de fuentes de trabajo para aprovechar lo más posible los REDEM reduciendo el impacto negativo.



Figura 43: Almacén de ladrillos en la Möckernstraße de Berlín tras la II Guerra Mundial.
Fuente: (Mora, 2018, pág. 25)

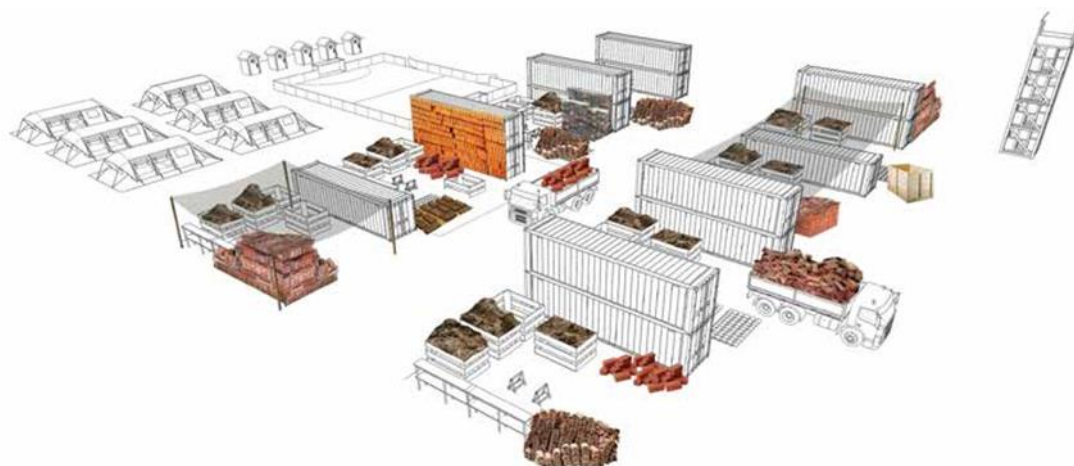


Figura 44: Hospitales de Escombros Públicos. Fuente: (Mora, 2018, pág. 35)

6. Métodos de evaluación del impacto de la demolición y los REDEM

En términos generales la evaluación del impacto ambiental (EIA) de cualquier actividad:

...consiste en la identificación y valoración de los impactos potenciales de proyectos respecto a los componentes físicos, químicos y biológicos, culturales, económicos y sociales, con el fin de que mediante la planificación y la correcta toma de decisiones se desarrollen aquellas actuaciones más compatibles con el medio ambiente. (Mora-Barrantes, Sibaja-Brenes, & Molina-León, 2016, pág. 133)

Entre los métodos de evaluación de impacto de cualquier actividad:

...están las listas de revisión, los cuestionarios del Banco Mundial, diagramas de redes, el Método Sorensen y la matriz de interacción entre factores (Garmendia et al., 2005). El cuarto método recomendado por Garmendia et al. (2005) es el de evaluación de impactos, que se usa para asignar un valor a cada impacto y al impacto total de cada opción del proyecto, permitiendo la comparación de alternativas. Entre este tipo de métodos están: Matriz de Leopold, Método Batelle-Columbus, Método Galleta y Análisis Energético Mc Allister. (Mora-Barrantes, Sibaja-Brenes, & Molina-León, 2016, pág. 134)

Algunos de los impactos que los RCD y por ende de los REDEM según cita (Martinez Bertrand, 2008, pág. 4) son: "...la contaminación de suelos y acuíferos en vertederos incontrolados, el deterioro paisajístico y la eliminación de estos residuos sin aprovechamiento de sus recursos valorizables."

Entonces la evaluación del impacto de la demolición y los REDEM debería establecer métodos que permitan la determinación y caracterización de los impactos al entorno para plantear opciones de reducción de éstos. En la Tabla 9, se han compendiado varios impactos mayoritariamente negativos a los medios: natural, social y económico.

Métodos de evaluación específicos del impacto de los REDEM no se ha encontrado en la bibliografía, tal vez debido al incipiente avance sobre todo a nivel local; lo que conlleva a aplicar conocimientos y métodos generales adaptados, como los índices, los indicadores y los métodos de evaluación de la sostenibilidad de la construcción en general, al ser los REDEM producto de la fase de fin de vida de los edificios.

Tabla 9: Impacto de los REDEM. Resumido y adaptado de (Mejía, Giraldo, & Martínez, 2013, págs. 117-118) y (Fernández, 2016, pág. 44). Elaborado por (Cabezas I., 2018)

MEDIO NATURAL		MEDIO SOCIAL	MEDIO ECONÓMICO
AL MEDIO INERTE	AL MEDIO BIÓTICO	Condiciones socioeconómicas, calidad ambiental, aprovechamiento de recursos, calidad y	
Consumo de materias primas y energía	Deforestación y poda de árboles	Ruido y vibraciones por el tráfico de vehículos pesados, tanto en la extracción como en el vertido	Devaluación de propiedades
	Pérdida de hábitat por la extracción de materias primas	Degradación paisajística en entornos naturales por el vertido y la extracción	
Contaminación del agua	Pérdida de hábitat por la ocupación de suelos para el vertido	Degradación paisajística en entornos urbanos por la acumulación de residuos en solares, descampados y márgenes de calles y caminos	
Contaminación atmosférica		Ocupación de suelos en entornos urbanos que podrían destinarse a otros usos	
Modificaciones geomorfológicas	Pérdida de calidad edáfica en los suelos en los que se han acopiado residuos, aunque se retiren posteriormente	Efectos en la salud por emisiones tóxicas e incremento de accidentabilidad en áreas circundantes a procesos de demolición	Afectación a la infraestructura como deterioro de vías
		Generación de asentamientos no planificados a lo largo de las vías que conducen a las escombreras	

A continuación se exponen los datos de dos índices de RCD aplicables a los REDEM: uno, el de generación Per cápita y, dos, el de m^3/m^2 .

6.1 Índices

6.1.1 Índice de generación Per cápita.

Es la relación entre la cantidad de residuos producidos durante un año y la población un asentamiento, se expresa normalmente en kg.hab/año. De Ecuador, específicamente de Quito, no se han encontrado datos publicados sobre los volúmenes de RCD ni REDEM.

Por referencia, según el Boletín Oficial del Estado Español No. 166 (Agencia Estatal de España, 2001, pág. 25306) en la Unión Europea, en 1999 se generaron 180 millones de ton/año de RCD (ver Tabla 10), estimándose que la media es de 480 kg.hab/año (este índice corresponde a la generación Per cápita).

Tabla 10: Generación y reciclado de RCD. Fuente: (Agencia Estatal de España, 2001, pág. 25311) tomado de (Symonds Group Ltd, 1999, pág. 3)

Estado miembro	Escombros - M Tm	Porcentaje reutilizado o reciclado	Porcentaje verido o incinerado
Alemania	59	17	83
Reino Unido	30	45	55
Francia	24	15	85
Italia	20	9	91
España	13	<5	>95
Holanda	11	90	10
Bélgica	7	87	13
Austria	5	41	59
Portugal	3	<5	>95
Dinamarca	3	81	19
Grecia	2	<5	>95
Suecia	2	21	79
Finlandia	1	45	55
Irlanda	1	<5	>95
Luxemburgo	0	n/a	n/a
Total EU-15	180	28	72

También se puede observar en la anterior tabla que ya para el año 1999, constan 28 ton/año de reutilización o reciclaje, que corresponden a un 15.55% del total generado

en toda la Unión Europea, siendo Holanda, Dinamarca y Finlandia, los países que más toneladas reciclan. Incluso para el año 2020 la Unión Europea tiene como objetivo que el 70% de los RCD sea reciclado (Comision Europea, 2016, pág. 2). El dato de reciclaje actual de RCD en el caso de las ciudades de América Latina, particularmente en el caso de Quito es prácticamente desconocido.

En España según su Ministerio de Ambiente, datos del 2005, la media estimada de RCD es de 790 kg./hab.año, teniendo un máximo de 1.664 kg/hab.año en Castilla-La Mancha y un mínimo de 145 kg/hab.año en Ceuta. (Ministerio de Ambiente Gobierno de España, 2007, pág. 408).

En Brasil, en la mayoría de los municipios paulistas, la generación media per cápita está en alrededor de 367 kg/hab.año (Angulo, Echevengué, Lorenzetti, & Passos, 2011, pág. 305).

En Bogotá para el año 2011 se generan alrededor de 15 millones de ton/año de RCD, que equivalen a 2000 kg.hab/año (Castaño, Rodriguez, Lasso, Cabrera, & Ocampo, 2013, pág. 122).

En Quito en el año 2016, según los datos de la Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS-EP), se depositaron 2'002.870,73 m³ en las escombreras autorizadas, para obtener un índice local estimado (netamente referencial en base a los datos disponibles) dividimos el volumen de escombros transformado a peso⁸ para la población del Cantón Quito proyectada para el año 2016

⁸ Se asume como factor de conversión de volumen a peso, según la literatura revisada, que la densidad de los materiales es igual o similar a la del agua, donde 1 lt. pesa 1 kg. y 1000 lt. de agua pesan 1 m³. De otro modo habría que conocer los volúmenes y densidades de cada material que componen los RCD, dato con el que no se cuenta en la información obtenida de la EMGIRS-EP.

según el INEC (2'597.989,00 hab), obteniendo el valor de 0.77m³.hab/año, equivalente a 770 kg.hab/año.

En la Tabla 11 se resumen los datos anteriores, y se evidencia que Brasil tiene la menor generación de RCD per cápita, mientras que Bogotá tiene la mayor. El dato de Quito es similar al de España; sin embargo, es necesario recalcar como ya se indicó antes, que al no tener datos certeros del volumen total de RCD que se generan en Quito, este índice es meramente estimativo y presumiblemente menor al real; siendo aun así ya mayor a la media estimada en 1999 de la Unión Europea. Es evidente entonces que una investigación puntual para verificar este dato es muy importante para contar con datos completos y un diagnóstico claro, base para cualquier intervención.

Tabla 11: Generación RCD per cápita de algunos países y ciudades. Varias fuentes: (Agencia Estatal de España, 2001, p. 25306; Ministerio de Ambiente Gobierno de España, 2007, p. 408), (Castaño, Rodríguez, Lasso, Cabrera, & Ocampo, 2013, p. 122). Procesado en Excel por (Cabezas, I., 2018)

PAIS / REGION /CIUDAD	AÑO	GENERACION RCD PER CAPITA		FUENTE
		ton/año	kg,hab/año	
Unión Europea	1999	180 M	480	(Agencia estatal de España, 2001, pág. 25306)
España	2005		790	(Ministerio de Ambiente Gobierno de España, 2007, pág. 408)
Brasil	2011		367	(Angulo, Echevengúá, Lorenzetti, & Passos, 2011)
Bogotá	2011	15 M	2000	(Castaño, Rodríguez, Lasso, Cabrera, & Ocampo, 2013, pág. 122).
Quito	2016	2 M	770	(Cabezas, I.,2018) Dato estimado en base a datos disponibles, presumiblemente menor al real

6.1.2 Índice m³ RCD /m² obra

Es la relación entre el volumen de residuos y el área construida o derrocada, se expresa comúnmente en m³ RCD/m² obra; varios autores consideran que es el más apropiado para realizar proyecciones.

Para obtener este índice se pueden utilizar dos tipos de modelos: los detallados y los predimensionados (Barroso, 2013, pág. 102).

- El modelo detallado se basa en la medición minuciosa de la edificación para la obtención de la cantidad de RCD o REDEM, que aunque conlleva más tiempo y recursos, es más eficaz. (Barroso, 2013, págs. 102-104)
- El modelo predimensionado se basa en coeficientes referenciales según algunas condiciones de coincidencia, como la tipología del edificio, el número de pisos, el tipo de intervención, el sistema constructivo, entre otros. Aunque comprende menos tiempo y recursos, está supeditado a la existencia de coeficientes aplicables. (Barroso, 2013, págs. 102-104)

En la Tabla 12 se recopilan índices referenciales de algunos países y ciudades.

No se ha encontrado en la investigación datos publicados a nivel local. Se puede resaltar que los índices de RCD Y REDEM encontrados mayoritariamente se presentan en unidades de m^3/m^2 . Para obra nueva el índice de RCD fluctúa entre 0.014 y 0.48 y el índice de REDEM fluctúa entre 0.732 hasta 1.4727; resaltando que es diversa la especificación del tipo de obra o sistema constructivo, la realidad de cada país, ciudad e incluso estudio; por lo que no es posible unificar dicho índice.

6.2 Indicadores

6.2.1 Indicadores de impacto al medio social:

Según lo investigado la evaluación del impacto social se realiza a través del análisis de beneficios o perjuicios asociados a la población involucrada, en el caso particular de los REDEM se podría hacer en base a indicadores como:

- Salud y seguridad, expresado en número de incidencias de enfermedad o lesión. (Rivela, 2012, p. 265), que tiene que ver con la minimización de afectación a la población por la operación de los RCD según Lesheni en su trabajo de fin de carrera (Lesheni, 2016).

Tabla 12: Índices referenciales de RCD Y REDEM. Varias fuentes: (Ministerio de Ambiente Gobierno de España, 2007, pág. 406), (ITEC, 2000, págs. 13-17), (Morán del Pozo, Valdés, Aguado, Guerra, & Medina, 2011, pág. 92), (Muñoz, Jara, & Cárdenas, 2011, pág. 1), (Vargas & Luján, 2016, p. 409), (García, 2016, p. 3), (Monroy, 2015, p. 197), (Agudelo & Rodríguez, 2014, p. 1). Elaborado por (Cabezas I., 2018)

PAÍS / REGIÓN / CIUDAD	DESCRIPCIÓN		ÍNDICE REFERENCIAL RCD / REDEM		FUENTE
			masa (kg/m ²)	volumen (m ³ /m ²)	
España	Obras de edificios nuevos		120,00		(Ministerio de Ambiente Gobierno de España. 2007. pág. 406)
	Obras de rehabilitación		338,70		
	Obras de demolición		1129,00		
	Obras de demolición parcial		903,20		
Cataluña	Obra nueva	encofrado de madera		0,015	(Instituto de Tecnología de la Construcción de Catalunya - ITEC, 2000, págs. 13-17)
		encofrado metálico		0,00825	
		Fase de cerramientos		0,055	
		Fase de acabados		0,05	
	Derribo	Viviendas de obra de fábrica		0,732	
		Nave industrial de obra de fábrica		0,874	
Viviendas de estructura de hormigón			0,969		
Castilla y León	Obra nueva			0,12	(Morán del Pozo. Valdés. Aguado. Guerra. & Medina. 2011. pág. 92)
	Obra de reforma			0,4892	
	Obra de demolición			0,8583	
Comunidad Autónoma de Andalucía	Obra de nueva planta			0,4779	(Barroso, 2013, pág. 109)
	Obra de demolición			1,4727	
Cochabamba	Construcción		0,1924	0,093	(Vargas & Luján. 2016. pág. 409)
	Demolición	Muros de ladrillo	0,929	0,849	
		Muros de adobe	1,354	0,833	
Chile	Construcción de viviendas			0,14	(Muñoz. Jara. & Cárdenas. 2011. pág. 1)
	Promedio general (incluye todo tipo de edificación)			0,235	
Sucre, Colombia	Construcción de viviendas	Grupo 1		0,017	(Monroy, 2015, p. 197)
		Grupo 2		0,014	
Villavicencio, Colombia	Uso residencial			0,144	(Agudelo & Rodríguez, 2014, p. 1)
	Uso comercial			0,08	

Obra nueva
 Reforma o rehabilitación
 Demolición
 Demolición parcial

- Generación de empleo, expresado en cantidad de empleos (Tascón, 2017): “Estimación de empleos generados para el manejo y gestión de RCD durante el horizonte de planeación (periodo simulado)”.
- Percepción social de la gestión de RCD, expresado en % (Tascón, 2017): “Grado de satisfacción de la población en cuanto a la percepción de la gestión de RCD en la Ciudad”.

6.2.2 Indicadores de impacto al medio económico:

La evaluación del impacto económico envuelve el análisis de la rentabilidad financiera y económica en el tiempo, entre los indicadores que podrían ser aplicables a los REDEM tenemos:

- Tasa de recuperación de valor económico de RCD, expresado en % (Tascón, 2017, pág. 60): “Se mide como la fracción equivalente de materiales de C&D que son usados en la industria provenientes de actividades de tratamiento de RCD una vez descontados los costos de las operaciones vinculadas, considerándolos también como una fracción de RCD.”
- Costo de operaciones de tratamiento y recuperación de RCD, expresado en \$ (Tascón, 2017, pág. 61): “Costo de las operaciones de tratamiento y recuperación ejecutadas durante el horizonte de planeación. Se compone de los costos de demolición y los de deconstrucción considerados de manera genérica.”
- Costos de transporte de RCD, expresado en \$ (Tascón, 2017, pág. 61): “Costo de transporte de los RCD generados durante el horizonte de planeación, estos incluyen los direccionados tanto a la disposición controlada como la no controlada.”

6.2.3 Indicadores de impacto al medio natural

Los indicadores del impacto al medio natural de los REDEM, encontrados en la literatura consultada, son los siguientes:

- Las emisiones de CO² por el transporte de los REDEM, expresadas en kgCO²/kg.
- La energía embebida de los materiales que componen los REDEM, expresada en MJ/kg.
- Uso de la tierra, expresado en m³ (Tascón, 2017, pág. 60): “Volumen de vertedero consumido por disposición de RCD, tanto por disposición controlada como por no controlada.”

- Polución de fuentes hídricas, expresada en m³ (Tascón, 2017, pág. 60):
“Volumen de fuentes hídricas afectadas por la disposición de RCD, está asociado a la disposición no controlada.”

6.3 Métodos de evaluación de la sostenibilidad

El desarrollo de medios o métodos de evaluación de la sostenibilidad de los edificios ha ido variando con el tiempo según los cambios de la industria de la construcción y la preocupación y los avances científicos para disminuir el cambio climático o el efecto invernadero (Quesada, 2018, p. 52). Es en las últimas décadas que los métodos de evaluación de la sostenibilidad de los edificios han surgido con más fuerza como una de las herramientas de disminución del impacto ambiental que provocan, tanto por el consumo de recursos naturales y energía como por la contaminación de los residuos que producen.

Entre los métodos más difundidos a nivel mundial están el LEED⁹, BREEAM¹⁰, VERDE¹¹, CASBEE¹², que funcionan como sistemas de asignación de puntos según se cumpla con los parámetros de las categorías, áreas o niveles que establece cada uno. En lo relacionado a los RCD y REDEM todos coinciden en dar mayor puntuación si hay un plan de manejo adecuado y orientado al reuso y reciclaje (Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015, pág. 21).

Los métodos internacionales no siempre son adaptables a la realidad local, porque no se cuenta con los datos necesarios. En el contexto ecuatoriano, desde el 2012 se cuenta con una iniciativa privada de la Mutualista Pichincha, el Sistema de Evaluación

⁹ Leadership in Energy and Environmental Design desarrollado por el U.S. Green Building Council

¹⁰ Building Research Establishment Environmental Assessment Method desarrollado por la BRE (Building Research Establishment) del Reino Unido

¹¹ Metodología de la Asociación Green Building Council de España

¹² Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency es administrado por el IBEC (Institute for Building Environment and Energy Conservation) con sede en Japón.

Ambiental (SEA) para viviendas, que entre sus categorías tiene una específica para desechos a la que asigna 8 puntos sobre 100. (Pérez, 2014)

Sin embargo, según (Martínez, 2017, pág. 6) los sistemas de indicadores como los expuestos anteriormente no son procesos metodológicos integrales; y coincidentemente con la mayoría de autores establece que el ACV (Análisis de ciclo de vida) es la metodología más exhaustiva que permite determinar integralmente el impacto de manera global, es decir, en las tres dimensiones social, económica y ambiental. Por lo que a continuación se desarrolla.

6.3.1 Metodología del ACV

Inicialmente la metodología del ACV o análisis de la cuna a la tumba, puede decirse es una adaptación de un sistema surgido de la industria, del diseño industrial y del mercadeo para evaluar un producto o servicio, que toma en cuenta todos los flujos de materia, energía, emisiones y residuos que se dan en su producción, consumo o uso y fin de vida.

La denominación de la evaluación de ciclo de vida o ACV fue adoptada por la comunidad internacional desde el año de 1991, antes se le llamaba eco-balance, análisis del perfil ambiental y de recursos, análisis ambiental integral, perfil ambiental, etc. y se le equiparaba con otras herramientas como la evaluación del riesgo ambiental y del impacto ambiental (Chacón, 2008).

En la Figura 45 se puede observar la evolución del ACV, desde 1965 con la metodología REPA, realizada por la empresa Coca Cola para analizar la mejor opción de envase para su producto; en los años 90 empiezan a aparecer programas informáticos como el SimaPro, hasta el año 1997 cuando en base a todos los avances anteriores ya se establecen los principios y marco de trabajo del ACV en la primera versión de la norma ISO 14040; luego en el 2002 dicha norma incorpora en la metodología, el pensamiento y gestión del ciclo de vida incluyendo aspectos ambientales, económicos y sociales.

Luego han ido surgiendo varias versiones o adaptaciones locales, en algunos países, basadas en las normas internacionales ISO 14040 e ISO 14044. Actualmente la fundación de la Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) lidera el desarrollo de esta metodología.

Según la Guía básica de la sostenibilidad (Edwards, 2004, p. 115), el ACV (LCA en inglés) es la recopilación y evaluación de los flujos de materiales, energía y residuos que genera un edificio durante toda su vida útil para determinar su impacto ambiental. En Ecuador, si bien actualmente existe una versión país de la norma, la NTE INEN-ISO 14040: Gestión ambiental - Análisis de ciclo de vida - Principios y marco de referencia, el informe técnico ITE INEN-ISO/TR 14049: Gestión ambiental - Evaluación del ciclo de vida - ejemplos de aplicación de ISO 14044 para la definición del objetivo y el alcance y para el análisis del inventario, y las normas NTE INEN-ISO 14021 y NTE INEN-ISO 14025 que se refieren a Etiquetas y Declaraciones ambientales; todas estas normas aparte de ser opcionales son aplicadas usualmente solo en el ámbito industrial para productos que así lo requieran, mas no se han aplicado al ciclo de vida de los edificios, su construcción, ni menos a su demolición.

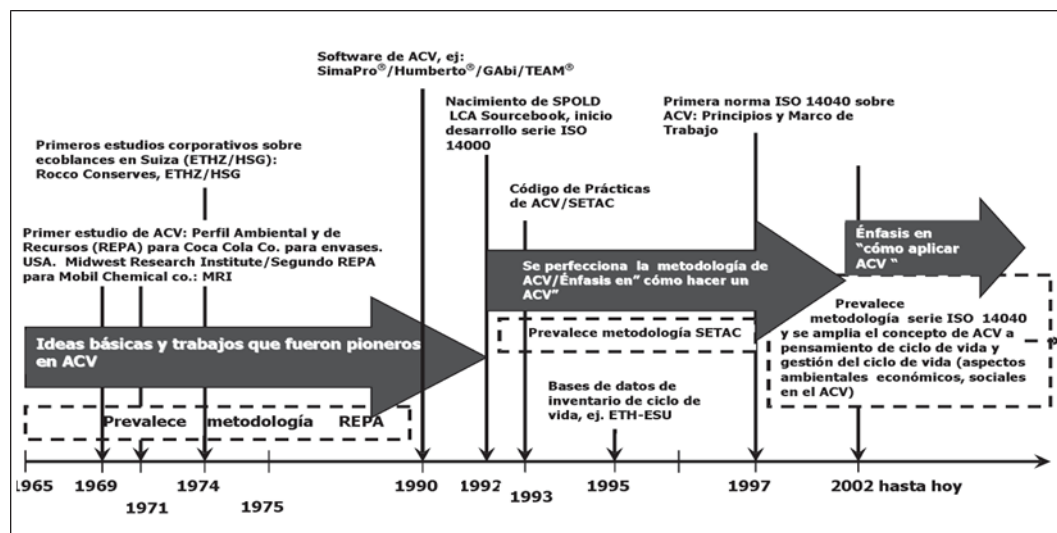


Figura 45: Evolución histórica y tendencias del análisis de ciclo de vida (ACV). Fuente: (Chacón, 2008)

Resumiendo lo que se dice en el documento “Repensar edificios mediante el análisis de ciclo de vida” (Zabalza, 2012), el ACV es el proceso más idóneo para el análisis del impacto ambiental de cualquier actividad, pero en el caso de los edificios aún falta por hacer para lograr una apropiada sistematización que haga masiva su aplicación”.

Lo que es evidente con el ACV, es que el enfoque o el área más desarrollada es el impacto al medio natural, que se puede confirmar con los indicadores de evaluación que considera, que son:

- Consumo de Recursos
- Calentamiento Global
- Reducción de la Capa de Ozono
- Acidificación
- Eutrofización
- Formación de oxidantes fotoquímicos
- Generación de residuos

A nivel del impacto económico el avance es menor y aunque el interés surgió casi paralelo con la preocupación por el entorno ambiental, su desarrollo ha sido considerablemente más lento, el CCV o Costo del Ciclo de Vida.

Según la literatura la metodología del CCV de los edificios tiene sus orígenes en los años setenta (1970) cuando los gobiernos británico y norteamericano se interesan por el ahorro de energía en los edificios de administración pública. Luego estos mismos gobiernos publican varias guías y acercamientos para evaluar sus bienes inmuebles.

Posteriormente, por parte de la Unión Europea (UE), desde el año 2001 se inicia el proyecto EuroLifeForm para el desarrollo de un método predictivo del coste del ciclo de vida. Entre el año 2001 y el 2003 el Grupo de Trabajo TG4 de la Comisión Europea, trabaja en la metodología del CCV para la edificación, concluyendo en su informe que es necesario incorporar esta metodología en la construcción privada y en la contratación pública en Europa. (Rivela, 2012, p. 216)

En el año 2007 se publica un informe realizado por la consultora Davis Langdon por encargo de la Comisión Europea en la búsqueda de una metodología común de análisis CCV en los países miembros. Hasta que en el 2012, se publica la norma europea EN 15643, que plantea el análisis integral del ciclo de vida de los edificios desde los ámbitos medioambiental, social y económico, basada en la Norma ISO 15686-5: Edificaciones y bienes inmuebles construidos. Planificación de la vida útil. Parte 5: Coste del ciclo de vida; publicada previamente y por primera vez en el 2008. (Rivela, 2012, pág. 217)

Es decir la evaluación del impacto económico a través del CCV aún está en desarrollo y es predecible que muy poco incluye sobre los RCD.

Con respecto a la parte social, como dice (Chacón, 2008, pág. 64): “La evaluación del impacto social con base en el pensamiento de ciclo de vida todavía es un aspecto interesante e importante para desarrollar, por lo que se requiere hacer esfuerzos en el diseño de metodologías que permitan hacerlo.”

Y lo ratifica (Rivela, 2012, pág. 219), cuando indica que si la evaluación económica ha evolucionado lentamente con relación a la evaluación ambiental, los avances de la evaluación social es primitiva.

6.3.2 Herramientas para el ACV

Para aplicar el ACV con rigor, es básico contar con los datos de impacto ambiental de todos los elementos o materiales que forman los edificios a derrocar; y ahí encontramos una dificultad a nivel local, pues aún no se cuenta con dicha información. Lo que cabe entonces es utilizar bases de datos del exterior, que no siempre son aplicables a la realidad nacional, no siempre están accesibles ni son de libre uso; tampoco corresponden a un consenso mundial, pero sirven de referencia. Algunas de esas bases de datos son: ELCD, Eco-Invent, US-LCI, Franklin Idemat.

En el Anexo 6 se puede encontrar varias de herramientas informáticas que han desarrollado varios países para sistematizar los datos y agilizar el ACV, pues varios expertos coinciden en que realizar el análisis sin estas ayudas puede ser un proceso bastante largo y complicado.

En resumen, aunque el ACV es la herramienta más avanzada y prometedora para el análisis integral de los impactos de todo el ciclo de vida de los edificios, su falta de madurez y facilidad de implementación a nivel local, hace necesario el recurrir a procesos simplificados y según la literatura revisada a indicadores de impacto en cada uno de los tres medios: natural, social y económico aplicables a los REDEM, por separado.

7. Conclusiones

- El impacto para el entorno natural, social y económico durante todo el ciclo de vida de los edificios, debería considerarse siempre desde el diseño con el DFR o el DFD, como vía de su reducción más idónea que hacerlo emergentemente cuando llega el fin de vida.
- Se considera a la deconstrucción como la mejor opción para el reuso y reciclaje de los elementos de un edificio que ha llegado a su fin de vida, puesto que en comparación con la demolición tradicional o la demolición selectiva, es la que permite reducir los residuos y reusar o reciclar más los REDEM como materia prima secundaria, por tanto representa un menor impacto medio ambiental.
- No se encontró una clasificación universal de los métodos de demolición por lo que se propone una que tiene como criterio determinante el orden de la ejecución que puede realizarse a través de varias técnicas y medios.
- El hecho de que el método más usual de ejecución de demolición en Quito es Desde arriba en vez del Desde la base, puede representar una transición más fácil hacia la Deconstrucción o la Demolición selectiva.
- Sobre las normas sobre la demolición y los REDEM

- A nivel mundial, sobre todo en países desarrollados, tienen un avance considerable en su regulación y control facilitado a través de guías prácticas y reglamentos específicos.
- A nivel nacional, el trato de los REDEM es general, pues aunque la Constitución del Ecuador y los instrumentos más relacionados como la Ley de Gestión Ambiental, el Código Orgánico del Ambiente y el PNGIDS, reconocen el derecho a un ambiente saludable y propugnan el manejo apropiado de los residuos, no señalan específicamente ninguna directriz.
- A nivel local en Quito, en el PMGIRS y la Ordenanza 332 sólo se establecen principios generales de manejo de los RCD, pero no reglamentos o guías técnicas ni incentivos que corresponsabilicen a todos los involucrados y a las autoridades competentes; es decir, ausencia de reglamentación que permita su aplicación práctica, convirtiéndose en meros enunciados que no se cumplen.
- La suscripción obligatoria del contrato de disposición final de los RCD, aunque involucra de manera directa a los constructores no incentiva la aplicación de las 3R en el manejo de los REDEM; el proceso sigue siendo lineal.
- Entre los métodos de gestión de los REDEM, puede considerarse a la filosofía de las 3R como el más integral y aplicable, aunque no hay aún un gran desarrollo puntual y varias barreras, hasta en los países desarrollados.
- Recursos tecnológicos como el BIM y el Big Data, son herramientas, aún en desarrollo puntual, muy prometedoras para el manejo apropiado de los REDEM, principalmente por su condición predictiva de obtención de datos.
- Los métodos de evaluación del impacto de los REDEM, son los que menor desarrollo tienen y lo que cabe es aplicar índices, indicadores y métodos de evaluación general de la sostenibilidad de la construcción, pero a nivel local no se encontraron datos publicados de índices o indicadores o del impacto. La metodología del ACV es considerada como la más integral social, económica y ambientalmente hablando, pero tiene todavía un desarrollo inicial en el campo

de la construcción y por ende de los REDEM. Tampoco se cuentan con bases de datos locales necesarias para la aplicación del ACV.

CAPÍTULO 2: Metodología propuesta para el manejo de REDEM

No se encontraron precedentes específicos sobre la gestión de los REDEM, que sirvan de referencia directa al planteamiento metodológico propuesto, lo que plantea varios retos para ser consecuente con el objetivo primordial de esta investigación, tal como definir los datos necesarios o los parámetros clave de procesamiento.

La metodología se basa en la recopilación de datos tanto del inmueble existente como del proyecto de obra nueva a través de: investigación bibliográfica e investigación de campo, que al ser procesados y analizados, permite inicialmente establecer una recomendación del destino para el inmueble existente entre Mantenimiento y/o Rehabilitación y Fin de vida; luego, si se confirma esta última, permite confrontar la gestión de los REDEM vía deconstrucción o vía demolición tradicional hasta determinar el impacto en cada caso.

Esta metodología es aplicable a inmuebles existentes no inventariados o no patrimoniales que de preferencia tengan una vida útil mínima de 25 años e idealmente más de 50 años; se recalca, que se excluye a inmuebles que tengan la condición de patrimoniales como los del Centro Histórico de Quito, ya que estos tienen una connotación de obligada conservación al ser Patrimonio Cultural de la Humanidad.

Esta metodología puede ser usada por:

- Propietarios de inmuebles proclives a ser demolidos.
- Profesionales o técnicos de la construcción que vayan a intervenir en proyectos de demolición y obra nueva.
- Autoridades relacionadas con el manejo de RCD que podrán gestionar en base a datos reales el alcance de políticas, normativas o impuestos.

Esta metodología pretende ayudar en la toma de decisión y manejo adecuado de los REDEM de inmuebles susceptibles a ser demolidos para ayudar a minimizar su impacto y maximizar su aprovechamiento en todos los aspectos del entorno: social, económico y natural.

La metodología propuesta consta de las siguientes fases:

1. Recopilación de datos base.
2. Ayuda a la decisión.
3. Levantamiento de datos y caracterización de los REDEM
4. Valorización según destino de los REDEM.
5. Valorización según tipo de demolición.
6. Determinación del impacto según tipo de demolición.

En la Figura 46 se establece la interrelación de las fases la metodología, las fichas y los resultados y luego se desarrolla cada una de las fases.

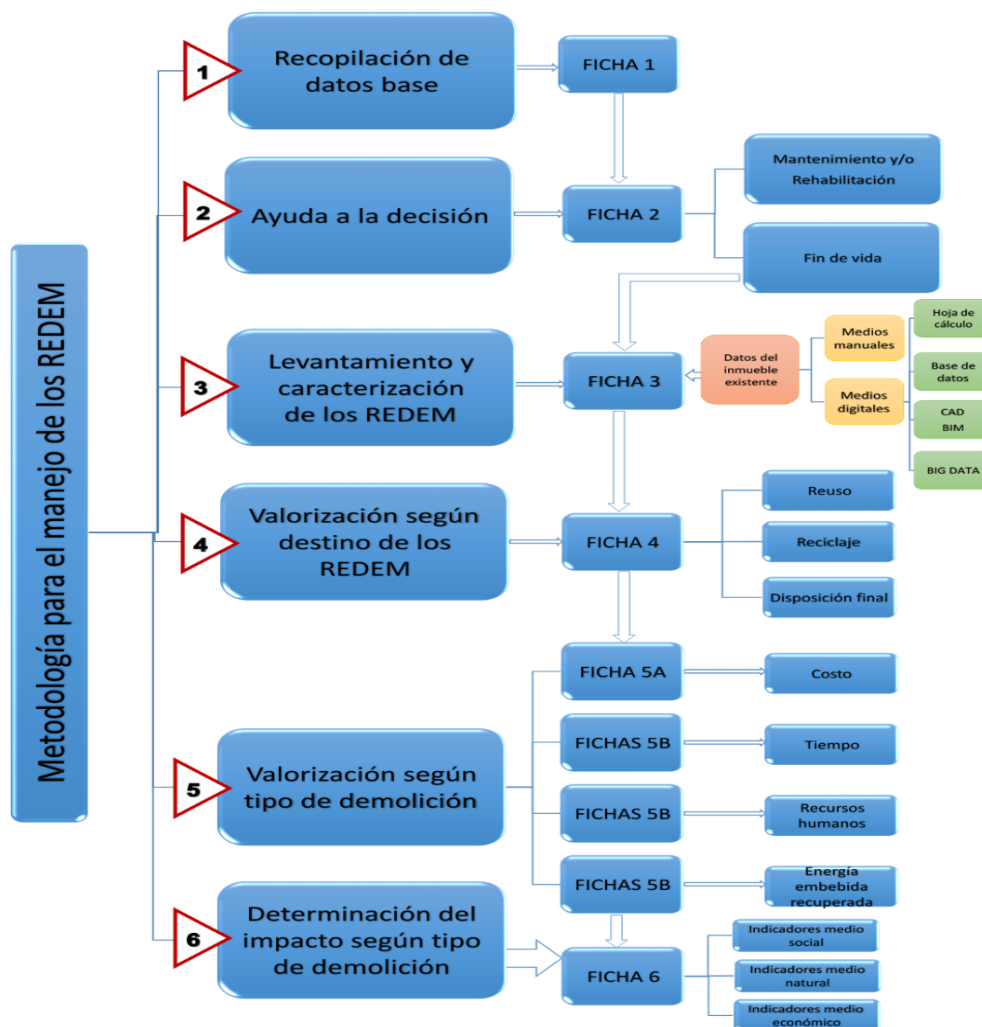


Figura 46: Esquema de la metodología propuesta para el manejo de los REDEM, elaborado por (Cabezas I, 2018)

Se plantean 9 fichas en Excel asociadas a los pasos de la metodología, que tienen dos partes: una, para el llenado o procesamiento de datos en varios casilleros (Figura 47), y dos, de las instrucciones de llenado de cada casillero.

Parte 1		Parte 2																																																																																																																																																																										
FICHA 1: DATOS BASE <table border="1"> <tr> <td>FECHA PROPIA</td> <td>ANO</td> <td>MES</td> <td>DIA</td> </tr> <tr> <td>UBICACION PROFESIONAL</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="4">DATOS DEL LOTE</td> </tr> <tr> <td>NO. PREDIO</td> <td>100</td> <td colspan="2">CROQUIS DE UBICACION</td> </tr> <tr> <td>AREA TERRENO</td> <td>101</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>ZONIFICACION</td> <td>102</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>AREA DE CONSTRUCCION CUBIERTA EXISTENTE (m²)</td> <td>103</td> <td>107</td> <td></td> </tr> <tr> <td>COS TOTAL PERMITIDO (%)</td> <td>104</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>ALTURA DE EDIFICACION PERMITIDA (m)</td> <td>105</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>NUMERO DE PISOS PERMITIDO</td> <td>106</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="4">FOTOS O IMAGENES</td> </tr> <tr> <td></td> <td>EDIFICIO EXISTENTE</td> <td colspan="2">PROYECTO DE OBRA NUEVA</td> </tr> <tr> <td>Fachada Frontal</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Perspectivas</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Vistas panorámicas del interior y exterior</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Vista urbana de la manzana donde se inscribe el inmueble</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="4">DATOS DE LOS EDIFICIOS</td> </tr> <tr> <td></td> <td>EDIFICIO EXISTENTE</td> <td colspan="2">PROYECTO DE OBRA NUEVA</td> </tr> <tr> <td>ANO DE CONSTRUCCION</td> <td>108</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>VIDA ÚTIL REAL</td> <td>109</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>VIDA ÚTIL PROYECTADA</td> <td>110</td> <td colspan="2">110</td> </tr> <tr> <td>VIDA ÚTIL EXTENDIDA</td> <td>111</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td rowspan="15">CATEGORIA</td> <td rowspan="15">EDIFICABILIDAD</td> <td>ALTURA DE EDIFICACION (m)</td> <td>112</td> <td>113</td> </tr> <tr> <td>AREA DE CONSTRUCCION (m²)</td> <td>114</td> <td>115</td> </tr> <tr> <td>VIVIENDA</td> <td>116</td> <td>117</td> </tr> <tr> <td>INDUSTRIA</td> <td>118</td> <td>119</td> </tr> <tr> <td>COMERCIO</td> <td>120</td> <td>121</td> </tr> <tr> <td>TRANSPORTE</td> <td>122</td> <td>123</td> </tr> <tr> <td>INDUSTRIA</td> <td>124</td> <td>125</td> </tr> <tr> <td>DEPORTES</td> <td>126</td> <td>127</td> </tr> <tr> <td>OTROS (Especificar)</td> <td>128</td> <td>129</td> </tr> <tr> <td>OPORTUNAS</td> <td>130</td> <td>131</td> </tr> <tr> <td>OTROS (Especificar)</td> <td>132</td> <td>133</td> </tr> <tr> <td>AREA VERDE (m²)</td> <td>134</td> <td>135</td> </tr> <tr> <td>AREA VERDE (m²)</td> <td>136</td> <td>137</td> </tr> <tr> <td rowspan="10">COMFORT</td> <td>¿Se percibe humedad y/o temperatura extremas insoportables?</td> <td>138</td> <td></td> </tr> <tr> <td>¿Tal cual está el edificio existente se podría usar en condiciones de confort?</td> <td>139</td> <td></td> </tr> <tr> <td>¿Se percibe ruido perturbador, constante e insoportable?</td> <td>140</td> <td></td> </tr> <tr> <td>¿Se percibe falta de iluminación natural o artificial?</td> <td>141</td> <td></td> </tr> <tr> <td>¿Se perciben olores molestos o desagradables?</td> <td>142</td> <td></td> </tr> <tr> <td>¿Se observan rastros o presencia de plagas?</td> <td>143</td> <td></td> </tr> <tr> <td>¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos no estructurales (pisos, techos, paredes)? Indique en qué grado.</td> <td>144</td> <td></td> </tr> <tr> <td>¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos estructurales (columnas, paredes portantes, vigas, losas)? Indique en qué grado.</td> <td>145</td> <td></td> </tr> <tr> <td>¿Cree usted que los elementos estructurales con patologías pueden fallar (romperse, caer)?</td> <td>146</td> <td></td> </tr> <tr> <td>¿Es el valor comercial de suelo mayor que el del edificio?</td> <td>147</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">CALIDAD ECONOMICA</td> <td>¿Las rentas producidas por el edificio existente cubren los costos de mantenimiento?</td> <td>148</td> <td></td> </tr> <tr> <td>¿La edificación se integra coherentemente en la manzana?</td> <td>149</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">CALIDAD URBANA</td> <td>¿El edificio alberga más de una tipología?</td> <td>150</td> <td>151</td> </tr> </table>		FECHA PROPIA	ANO	MES	DIA	UBICACION PROFESIONAL				DATOS DEL LOTE				NO. PREDIO	100	CROQUIS DE UBICACION		AREA TERRENO	101			ZONIFICACION	102			AREA DE CONSTRUCCION CUBIERTA EXISTENTE (m ²)	103	107		COS TOTAL PERMITIDO (%)	104			ALTURA DE EDIFICACION PERMITIDA (m)	105			NUMERO DE PISOS PERMITIDO	106			FOTOS O IMAGENES					EDIFICIO EXISTENTE	PROYECTO DE OBRA NUEVA		Fachada Frontal				Perspectivas				Vistas panorámicas del interior y exterior				Vista urbana de la manzana donde se inscribe el inmueble				DATOS DE LOS EDIFICIOS					EDIFICIO EXISTENTE	PROYECTO DE OBRA NUEVA		ANO DE CONSTRUCCION	108			VIDA ÚTIL REAL	109			VIDA ÚTIL PROYECTADA	110	110		VIDA ÚTIL EXTENDIDA	111			CATEGORIA	EDIFICABILIDAD	ALTURA DE EDIFICACION (m)	112	113	AREA DE CONSTRUCCION (m ²)	114	115	VIVIENDA	116	117	INDUSTRIA	118	119	COMERCIO	120	121	TRANSPORTE	122	123	INDUSTRIA	124	125	DEPORTES	126	127	OTROS (Especificar)	128	129	OPORTUNAS	130	131	OTROS (Especificar)	132	133	AREA VERDE (m ²)	134	135	AREA VERDE (m ²)	136	137	COMFORT	¿Se percibe humedad y/o temperatura extremas insoportables?	138		¿Tal cual está el edificio existente se podría usar en condiciones de confort?	139		¿Se percibe ruido perturbador, constante e insoportable?	140		¿Se percibe falta de iluminación natural o artificial?	141		¿Se perciben olores molestos o desagradables?	142		¿Se observan rastros o presencia de plagas?	143		¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos no estructurales (pisos, techos, paredes)? Indique en qué grado.	144		¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos estructurales (columnas, paredes portantes, vigas, losas)? Indique en qué grado.	145		¿Cree usted que los elementos estructurales con patologías pueden fallar (romperse, caer)?	146		¿Es el valor comercial de suelo mayor que el del edificio?	147		CALIDAD ECONOMICA	¿Las rentas producidas por el edificio existente cubren los costos de mantenimiento?	148		¿La edificación se integra coherentemente en la manzana?	149		CALIDAD URBANA	¿El edificio alberga más de una tipología?	150	151
FECHA PROPIA	ANO	MES	DIA																																																																																																																																																																									
UBICACION PROFESIONAL																																																																																																																																																																												
DATOS DEL LOTE																																																																																																																																																																												
NO. PREDIO	100	CROQUIS DE UBICACION																																																																																																																																																																										
AREA TERRENO	101																																																																																																																																																																											
ZONIFICACION	102																																																																																																																																																																											
AREA DE CONSTRUCCION CUBIERTA EXISTENTE (m ²)	103	107																																																																																																																																																																										
COS TOTAL PERMITIDO (%)	104																																																																																																																																																																											
ALTURA DE EDIFICACION PERMITIDA (m)	105																																																																																																																																																																											
NUMERO DE PISOS PERMITIDO	106																																																																																																																																																																											
FOTOS O IMAGENES																																																																																																																																																																												
	EDIFICIO EXISTENTE	PROYECTO DE OBRA NUEVA																																																																																																																																																																										
Fachada Frontal																																																																																																																																																																												
Perspectivas																																																																																																																																																																												
Vistas panorámicas del interior y exterior																																																																																																																																																																												
Vista urbana de la manzana donde se inscribe el inmueble																																																																																																																																																																												
DATOS DE LOS EDIFICIOS																																																																																																																																																																												
	EDIFICIO EXISTENTE	PROYECTO DE OBRA NUEVA																																																																																																																																																																										
ANO DE CONSTRUCCION	108																																																																																																																																																																											
VIDA ÚTIL REAL	109																																																																																																																																																																											
VIDA ÚTIL PROYECTADA	110	110																																																																																																																																																																										
VIDA ÚTIL EXTENDIDA	111																																																																																																																																																																											
CATEGORIA	EDIFICABILIDAD	ALTURA DE EDIFICACION (m)	112	113																																																																																																																																																																								
		AREA DE CONSTRUCCION (m ²)	114	115																																																																																																																																																																								
		VIVIENDA	116	117																																																																																																																																																																								
		INDUSTRIA	118	119																																																																																																																																																																								
		COMERCIO	120	121																																																																																																																																																																								
		TRANSPORTE	122	123																																																																																																																																																																								
		INDUSTRIA	124	125																																																																																																																																																																								
		DEPORTES	126	127																																																																																																																																																																								
		OTROS (Especificar)	128	129																																																																																																																																																																								
		OPORTUNAS	130	131																																																																																																																																																																								
		OTROS (Especificar)	132	133																																																																																																																																																																								
		AREA VERDE (m ²)	134	135																																																																																																																																																																								
		AREA VERDE (m ²)	136	137																																																																																																																																																																								
		COMFORT	¿Se percibe humedad y/o temperatura extremas insoportables?	138																																																																																																																																																																								
			¿Tal cual está el edificio existente se podría usar en condiciones de confort?	139																																																																																																																																																																								
¿Se percibe ruido perturbador, constante e insoportable?	140																																																																																																																																																																											
¿Se percibe falta de iluminación natural o artificial?	141																																																																																																																																																																											
¿Se perciben olores molestos o desagradables?	142																																																																																																																																																																											
¿Se observan rastros o presencia de plagas?	143																																																																																																																																																																											
¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos no estructurales (pisos, techos, paredes)? Indique en qué grado.	144																																																																																																																																																																											
¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos estructurales (columnas, paredes portantes, vigas, losas)? Indique en qué grado.	145																																																																																																																																																																											
¿Cree usted que los elementos estructurales con patologías pueden fallar (romperse, caer)?	146																																																																																																																																																																											
¿Es el valor comercial de suelo mayor que el del edificio?	147																																																																																																																																																																											
CALIDAD ECONOMICA	¿Las rentas producidas por el edificio existente cubren los costos de mantenimiento?	148																																																																																																																																																																										
	¿La edificación se integra coherentemente en la manzana?	149																																																																																																																																																																										
CALIDAD URBANA	¿El edificio alberga más de una tipología?	150	151																																																																																																																																																																									

 FICHA 1: INSTRUCCIONES Llenar obligatoriamente los casilleros de color naranja Llenar opcionalmente los casilleros de color gris No llenar casilleros tachados o cruzados | CASILLERO | TITULO | EXPLICACION | |--|--|--| | 100 al 106 | | Ingrese el dato respectivo según lo que consta en el IRM* | | 107 | CROQUIS DE UBICACION | Copie el croquis de ubicación del predio según el IRM* | | FOTOS O IMAGENES | | | | Insertar las vistas indicadas y en un anexo fotográfico incluir todos los elementos relevantes y de detalle de acabados del edificio existente | | | | DATOS DE LOS EDIFICIOS | | | | 109 | AÑO DE CONSTRUCCIÓN | Ingrese el año real o estimado en que fue construido el edificio existente | | 110 | VIDA ÚTIL REAL | Indique el tiempo en años que el edificio existente estuvo en pleno funcionamiento antes de obras de Rehabilitación** | | 111 | VIDA ÚTIL PROYECTADA | Indique el tiempo en años que el proyecto de obra nueva se prevé responderá a los requisitos previstos de seguridad, funcionalidad y estética, con costos razonables de mantenimiento. | | 112 | VIDA ÚTIL EXTENDIDA | Indique el tiempo en años que el edificio existente podría responderá a los requisitos previstos de seguridad, funcionalidad y estética si se somete a Rehabilitación | | 113 | ALTURA DE EDIFICACION (m) | Ingrese la altura en metros que tiene el edificio existente, y la que va a tener el proyecto de obra nueva | | 114 | ÁREA DE CONSTRUCCION (m ²) | Ingrese el área en m ² que tiene el edificio existente, y la que va a tener el proyecto de obra nueva | | 115 al 135 | USO (Tipología) | Indique en cada ítem las unidades según cada tipología de uso que tanto el edificio existente como el proyecto de obra nueva tienen. | | 136 y 137 | ÁREA VERDE (m ²) | Ingrese el área verde en m ² que tiene el edificio existente, y la que va a tener el proyecto de obra nueva | | 138 | ¿Se percibe humedad y/o temperatura extremas insoportables? | Conteste según la siguiente escala: NINGUNO(A), LOCALIZADO(A), GENERALIZADO(A) | | 139 | ¿Se percibe ruido perturbador, constante e insoportable? | | | 140 | ¿Se percibe falta de iluminación natural o artificial? | | | 141 | ¿Se perciben olores molestos o desagradables? | | | 142 | ¿Se observan rastros o presencia de plagas? | | | 143 | ¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos no estructurales (pisos, techos, paredes)? Indique en qué grado. | | | 144 | ¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos estructurales (columnas, paredes portantes, vigas, losas)? Indique en qué grado. | | | 145 | ¿Cree usted que los elementos estructurales con patologías pueden fallar (romperse, caer)? | | | 146 | ¿Es el valor comercial de suelo mayor que el del edificio? | | | 147 | ¿Las rentas producidas por el edificio existente cubren los costos de mantenimiento? | | | 148 y 149 | ¿La edificación se integra coherentemente en la manzana? | Responda SI o NO | | 150 y 151 | ¿El edificio alberga más de una tipología? | | | |

Figura 47: Partes de cada ficha de la Metodología propuesta, elaborado por (Cabezas I, 2018)

A continuación se expone la mecánica general de trabajo con los casilleros (Figura 48):

- Llenar obligatoriamente los casilleros de color naranja
- Llenar opcionalmente los casilleros de color gris
- No llenar casilleros tachados o cruzados no son requeridos.
- Las casillas de color VERDE son de cálculo automático o son datos extraídos de alguna de las otras fichas, por lo que no admiten el ingreso de datos.

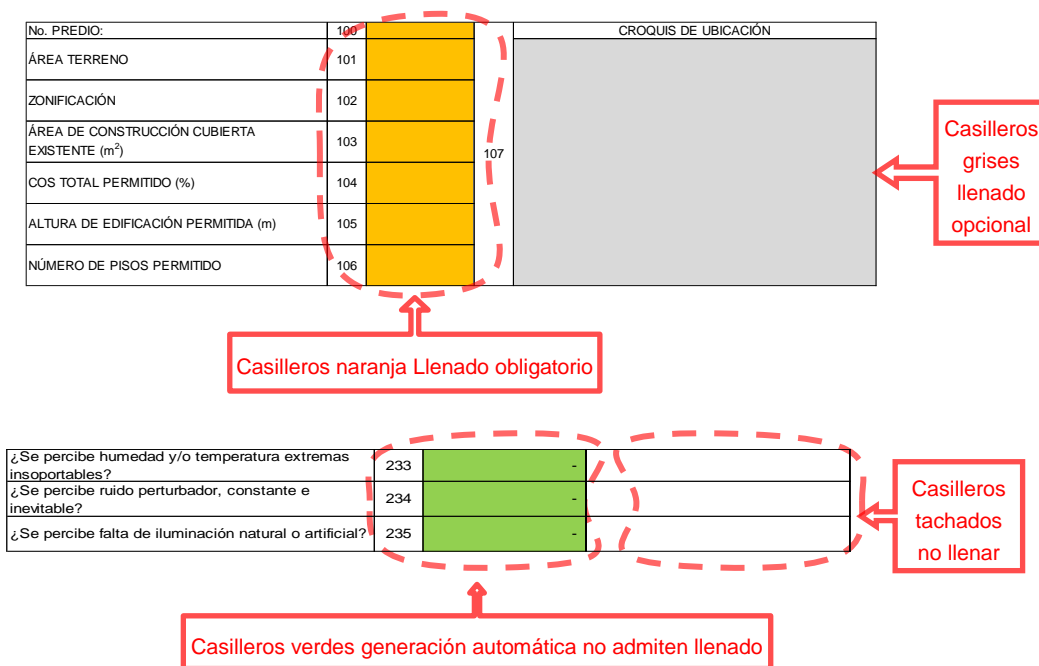


Figura 48: Instrucciones generales de llenado de las fichas de la Metodología propuesta, elaborado por (Cabezas I, 2018)

Seguidamente se explica cada una de las fases de la metodología propuesta.

1. Recopilación de datos base

Consiste en realizar el levantamiento de datos exhaustivos del inmueble existente y del proyecto que va a reemplazarlo, a través de:

- Revisión del Informe de Regulación Urbana (IRM)
- Entrevista a propietarios sobre intervenciones en la propiedad, elementos que no se pueden ver, historia del edificio, características peculiares del edificio.
- Revisión de mapas de la ciudad, del barrio, sector.
- Observación directa y registro fotográfico del inmueble y su entorno.
- Revisión de elementos existentes, de ser posible realizar catas para definir el sistema constructivo y detalles de patologías.

Con la información recopilada llenar los datos correspondientes en la parte 1 de la Ficha 1.

Ficha 1 - Parte 1

Esta parte se compone de tres secciones: los datos de edificabilidad del lote, imágenes y datos de los edificios existente y nuevo.

Sección 1: los datos generales y del lote pueden ser llenados por el propietario o el profesional a cargo.

FICHA 1: DATOS BASE			
FECHA	AÑO:	MES:	DÍA:
PROPIETARIO:			
DIRECCIÓN:			
PROFESIONAL:			
DATOS DEL LOTE			
No. PREDIO:	100		CROQUIS DE UBICACIÓN
ÁREA TERRENO	101		
ZONIFICACIÓN	102		
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN CUBIERTA EXISTENTE (m ²)	103		
COS TOTAL PERMITIDO (%)	104		
ALTURA DE EDIFICACIÓN PERMITIDA (m)	105		
NÚMERO DE PISOS PERMITIDO	106		

Datos generales

Extraer estos datos del Informe de Regulación Urbana

Sección 2: también puede ser llenada por el propietario o el profesional a cargo.

FICHA 1: DATOS BASE		
FOTOS O IMÁGENES		
	EDIFICIO EXISTENTE	PROYECTO DE OBRA NUEVA
Fachada Frontal		
Perspectiva		
Vistas panorámicas del interior y exterior		
Vista urbana de la manzana donde se inserta el inmueble		

Colocar fotos del inmueble existente

Colocar imágenes del nuevo proyecto

Sección 3: de preferencia debe ser llenada por el profesional a cargo.

FICHA 1: DATOS BASE					
DATOS DE LOS EDIFICIOS					
		EDIFICIO EXISTENTE		PROYECTO DE OBRA NUEVA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN		108			
VIDA ÚTIL REAL		109			
VIDA ÚTIL PROYECTADA				110	
VIDA ÚTIL EXTENDIDA		111			
CALIDAD FÍSICA	FUNCIONAL	EDIFICABILIDAD	ALTURA DE EDIFICACIÓN (m)	112	113
			ÁREA DE CONSTRUCCIÓN (m2)	114	115
		USO (Tipología)	VIVIENDA	116	117
			EDUCACIÓN	118	119
			SALUD	120	121
			CULTURA	122	123
			COMERCIO	124	125
			TRANSPORTE	126	127
			INDUSTRIA	128	129
			DEPORTES	130	131
			OFICINAS	132	133
			OTRO (especificar)	134	135
			ÁREA VERDE (m2)	136	137
	CONFORT	¿Tal cual está el edificio existente es posible de usar en condiciones de confort?	¿Se percibe humedad y/o temperatura extremas insoportables?	138	
			¿Se percibe ruido perturbador, constante e inevitable?	139	
¿Se percibe falta de iluminación natural o artificial?			140		
¿Se perciben olores molestos o desagradables?			141		
SALUBRIDAD	¿Se observan rastros o presencia de plagas?	142			
TÉCNICA	¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos no estructurales (pisos, techos, paredes)? Indique en qué grado.	¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos estructurales (columnas, paredes portantes, vigas, losas)? Indique en qué grado.	143		
		¿Cree usted que los elementos estructurales con patologías pueden fallar (romperse, caer)?	144		
		¿Es el valor comercial de suelo mayor que el del edificio?	145		
CALIDAD ECONÓMICA	¿Las rentas producidas por el edificio existente cubren los costos de mantenimiento?	146			
	¿La edificación se integra coherentemente en la manzana?	147			
CALIDAD URBANA	¿La edificación se integra coherentemente en la manzana?	148	149		
	¿El edificio alberga más de una tipología?	150	151		

Ingresar datos del inmueble existente y del proyectado

Según observación técnica escoger entre:
 NINGUNO(A)
 LOCALIZADO(A)
 GENERALIZADO(A)

Según observación técnica contestar:
 SI O NO

NOTAS ACLARATORIAS
 * Si las paredes, pisos o techos son estructurales, llenar solo el casillero siguiente

Ficha 1- Parte 2

FICHA 1: INSTRUCCIONES				
Llenar obligatoriamente los casilleros de color naranja				
Llenar opcionalmente los casilleros de color gris				
No llenar casilleros tachados o cruzados				
DATOS DEL LOTE				
CASILLERO	TITULO		EXPLICACIÓN	
100	al	106	Ingrese el dato respectivo según lo que consta en el IRM*	
		107	CROQUIS DE UBICACIÓN Copie el croquis de ubicación del predio según el IRM*	
FOTOS O IMÁGENES				
Insertar las vistas indicadas y en un anexo fotográfico incluir todos los elementos relevantes y de detalle de acabados del edificio existente				
DATOS DE LOS EDIFICIOS				
109	AÑO DE CONSTRUCCIÓN		Ingrese el año real o estimado en que fue construido el edificio existente	
110	VIDA ÚTIL REAL		Indique el tiempo en años que el edificio existente estuvo en pleno funcionamiento antes de obras de Rehabilitación**	
111	VIDA ÚTIL PROYECTADA		Indique el tiempo en años que el proyecto de obra nueva se prevé responderá a los requisitos previstos de seguridad, funcionalidad y estética, con costos razonables de mantenimiento.	
112	VIDA ÚTIL EXTENDIDA		Indique el tiempo en años que el edificio existente podría responderá a los requisitos previstos de seguridad, funcionalidad y estética si se somete a Rehabilitación	
113	ALTURA DE EDIFICACIÓN (m)		Ingrese la altura en metros que tiene el edificio existente, y la que va a tener el proyecto de obra nueva	
114	ÁREA DE CONSTRUCCIÓN (m2)		Ingrese el área en m2 que tiene el edificio existente, y la que va a tener el proyecto de obra nueva	
115	al	135	USO (Tipología)	
			Indique en cada ítem las unidades según cada tipología de uso que tanto el edificio existente como el proyecto de obra nueva tienen.	
136	y	137	ÁREA VERDE (m2)	
			Ingrese el área verde en m2 que tiene el edificio existente, y la que va a tener el proyecto de obra nueva	
138	¿Se percibe humedad y/o temperatura extremas insoportables?		Conteste según la siguiente escala: NINGUNO(A), LOCALIZADO(A), GENERALIZADO(A)	
139	¿Se percibe ruido perturbador, constante e inevitable?			
140	¿Se percibe falta de iluminación natural o artificial?			
141	¿Se perciben olores molestos o desagradables?			
142	¿Se observan rastros o presencia de plagas?			
143	¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos no estructurales (pisos, techos, paredes)? Indique en qué grado.			
144	¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos estructurales (columnas, paredes portantes, vigas, losas)? Indique en qué grado.			
145	¿Cree usted que los elementos estructurales con patologías pueden fallar (romperse, caer)?		Responda SI o NO	
146	¿Es el valor comercial de suelo mayor que el del edificio?			
147	¿Las rentas producidas por el edificio existente cubren los costos de mantenimiento?			
148	y	149		¿La edificación se integra coherentemente en la manzana?
150	y	151		¿El edificio alberga más de una tipología?

DEFINICIONES

* IRM: Informe de Regulación Urbana Municipal

** Rehabilitación: Intervención constructiva profunda en un inmueble para que cumpla con condiciones idóneas de uso, más allá de actividades de mantenimiento, sin que implique demolición.

2. Ayuda a la decisión

A pesar de que en muchos casos el Fin de vida del inmueble es inevitable, pues muchas veces responde a motivos preponderantes y externos a la técnica como desastres, detrimento social del barrio, abandono, motivos legales, planes urbanos, presión inmobiliaria así como a consideraciones subjetivas como idiosincráticas al preferir lo nuevo a lo viejo; se plantea este paso para rever o bien confirmar la decisión sobre el inmueble existente.

En base a los datos recolectados en la Ficha 1, se definieron varias comparaciones cuantitativas para determinar la opción más recomendable para el inmueble existente entre MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN y FIN DE VIDA.

La Ficha 2, parte 1, se genera automáticamente y arroja la recomendación para el inmueble existente; sin embargo, la decisión final recaerá en los propietarios o institución responsable del inmueble.

En la parte 2, de las instrucciones, se explican los criterios de comparación y resultado de cada casillero.

Ficha 2 – parte 1

FICHA 2: AYUDA A LA DECISIÓN							
PARÁMETROS		EDIFICIO EXISTENTE	PROYECTO DE OBRA NUEVA	RECOMENDACIÓN			
VIDA ÚTIL EXTENDIDA versus VIDA ÚTIL PROYECTADA		201	- 202	- 249	CUALQUIERA		
CALIDAD FÍSICA	HABITANTES ESTIMADOS	203	- 204	- 250	CUALQUIERA		
	EDIFICABILIDAD	ALTURA DE EDIFICACIÓN (m)	205	- 206	- 251	CUALQUIERA	
		ÁREA DE CONSTRUCCIÓN (m2)	207	- 208	- 252	CUALQUIERA	
		OCUPACIÓN DEL SUELO - COS TOTAL (%)	209	- 210	- 253	CUALQUIERA	
	USO (Tipología)	VIVIENDA	211	- 212	- 254	CUALQUIERA	
		EDUCACIÓN	213	- 214	- 255	CUALQUIERA	
		SALUD	215	- 216	- 256	CUALQUIERA	
		CULTURA	217	- 218	- 257	CUALQUIERA	
		COMERCIO	219	- 220	- 258	CUALQUIERA	
		TRANSPORTE	221	- 222	- 259	CUALQUIERA	
		INDUSTRIA	223	- 224	- 260	CUALQUIERA	
		DEPORTES	225	- 226	- 261	CUALQUIERA	
		OFICINAS	227	- 228	- 262	CUALQUIERA	
		ÁREA VERDE	229	- 230	- 263	CUALQUIERA	
	OTRO (especificar)	231	- 232	- 264	CUALQUIERA		
	CONFORT	¿Se percibe humedad y/o temperatura extremas insoportables?	233	-	- 265	FIN DE VIDA	
		¿Se percibe ruido perturbador, constante e inevitable?	234	-	- 266	FIN DE VIDA	
		¿Se percibe falta de iluminación natural o artificial?	235	-	- 267	FIN DE VIDA	
		¿Se perciben olores molestos o desagradables?	236	-	- 268	FIN DE VIDA	
	SALUBRIDAD	¿Se observan rastros o presencia de plagas?	237	-	- 269	FIN DE VIDA	
TÉCNICA	¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos no estructurales (pisos, techos, ...)?	238	-	- 270	FIN DE VIDA		
	¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos estructurales (columnas, paredes ...)?	239	-	- 271	FIN DE VIDA		
	¿Cree usted que los elementos estructurales con patologías pueden fallar (romperse, caer)?	240	-	- 272	FIN DE VIDA		
CALIDAD ECONÓMICA	¿Es el valor comercial de suelo mayor que el del edificio?	241	-	- 273	MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN		
	¿Las rentas producidas por el edificio existente cubren los costos de mantenimiento?	242	-	- 274	MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN		
CALIDAD URBANA	¿La edificación se integra coherentemente en la manzana?	243	- 244	- 275	MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN		
	¿El edificio alberga más de una tipología?	245	- 246	- 276	MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN		
	Densidad poblacional (Hab / Ha)	247	- 248	- 277	CUALQUIERA		
				MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN	278	4	
				FIN DE VIDA	279	8	
RECOMENDACIÓN				280	FIN DE VIDA		

Datos de la Ficha 1

Dato automático en función del área bruta de construcción dividida para la del terreno

Dato automático en función del número de habitantes dividido para el área del terreno expresado en Ha

Dato automático en función de la comparación de cantidades:
 * Si es mayor la del edificio existente, el resultado será MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN
 * Si es mayor la del proyecto de obra nueva el resultado será FIN DE VIDA

Dato automático en función de la opción escogida en la Ficha 1:
 * Si es la opción escogida es NINGUNO(A) o LOCALIZADO(A), el resultado será MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN
 * Si es la opción escogida es GENERALIZADO(A), el resultado será FIN DE VIDA

Dato automático en función de la opción escogida en la Ficha 1:
 * Si es la opción escogida es SI, el resultado será FIN DE VIDA
 * Si es la opción escogida es NO, el resultado será MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN

Dato automático en función de la opción escogida:
 * Si es la opción escogida es NO, el resultado será FIN DE VIDA
 * Si es la opción escogida es SI, el resultado será MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN

Dato automático en función de la comparación de cantidades:
 * Si es mayor la del edificio existente, el resultado será MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN
 * Si es mayor la del proyecto de obra nueva el resultado será FIN DE VIDA

Dato automático según el número de recurrencias para Mantenimiento y/o Rehabilitación o para Fin de vida

Dato automático que devuelve la opción que tiene el mayor número de recurrencias para Mantenimiento y/o Rehabilitación o para Fin de vida.

Ficha 2 – parte 2

FICHA 2: INSTRUCCIONES				
No llenar ningún casillero				
Los casilleros de color verde son llenados o calculados automáticamente en base a los datos ingresados en la Ficha 1				
No llenar casilleros tachados o cruzados				
CASILLERO		TITULO		EXPLICACIÓN
201	al	208	VARIOS	Corresponden a datos de la Ficha 1
209	y	210	OCUPACIÓN DEL SUELO - COS TOTAL (%)	Dato automático en función del área bruta de construcción dividida para la del terreno
211	al	246	VARIOS	Corresponden a datos de la Ficha 1
247	y	248	Densidad poblacional (Hab / Ha)	Dato automático en función del número de habitantes dividido para el área del terreno expresado en Ha
249	al	264	VARIOS	Dato automático en función de la comparación de cantidades: * Si es mayor la del edificio existente, el resultado será MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN * Si es mayor la del proyecto de obra nueva el resultado será FIN DE VIDA
265	al	272	VARIOS	Dato automático en función de la opción escogida: * Si es la opción escogida es NINGUNO(A) o LOCALIZADO(A), el resultado será MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN * Si es la opción escogida es GENERALIZADO(A), el resultado será FIN DE VIDA
273	al	274	VARIOS	Dato automático en función de la opción escogida: * Si es la opción escogida es SI, el resultado será FIN DE VIDA * Si es la opción escogida es NO, el resultado será MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN
275	al	276	VARIOS	Dato automático en función de la opción escogida: * Si es la opción escogida es NO, el resultado será FIN DE VIDA * Si es la opción escogida es SI, el resultado será MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN
277			Densidad poblacional (Hab / Ha)	Dato automático en función de la comparación de cantidades: * Si es mayor la del edificio existente, el resultado será MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN * Si es mayor la del proyecto de obra nueva el resultado será FIN DE VIDA
278			MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN	Dato automático según el numero de recurrencias para Mantenimiento y/o Rehabilitación
279			FIN DE VIDA	Dato automático según el numero de recurrencias para Fin de vida
280			RECOMENDACIÓN	Dato automático que devuelve la opción que tiene el mayor numero de recurrencias para Mantenimiento y/o Rehabilitación o para Fin de vida.

Los siguientes pasos son aplicables para la gestión de los REDEM, independientemente de la recomendación obtenida, ya que aún en la opción de MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN se pueden producir REDEM.

3. Levantamiento y caracterización de los REDEM

Se recopila toda la información relativa a áreas, volúmenes, piezas, longitudes, características, estado de conservación, etc. de los elementos y/o materiales del edificio, a través de la recopilación de dichos datos en documentos o del levantamiento de información en sitio; las fuentes básicas son entonces:

- Planos AS-BUILT, en caso de existir.
- Medición directa en sitio para obtener los planos y detalles necesarios.
- Registro fotográfico.

Es recomendable para este paso utilizar herramientas que permitan la alimentación y actualización interactiva de datos aparte de la visualización en 3D, como por ejemplo sistemas BIM.

Se clasifica la información de los materiales obtenida en base a la organización de la Tabla 7, adoptada en la Ficha 3.

En la Ficha 3 parte 1, se caracterizan los materiales y elementos en base a sus dimensiones y estado de conservación, con lo que se genera automáticamente la posibilidad de reuso o reciclaje. Luego se genera un gráfico tipo pastel de composición de materiales que componen el edificio a intervenir.

Ficha 3 – parte 1

Escoger el estado de conservación de los materiales o elementos entre ÓPTIMO, BUENO O MALO.

Dato automático en función de la opción escogida: * Si es la opción escogida es ÓPTIMO O BUENO, el resultado será REUSO * Si es la opción escogida es MALO, el resultado será RECICLAJE / DISPOSICIÓN FINAL

Breve descripción y datos relevantes del material como presentación, si son unidades regulares o no.

Clasificación de los RCD o REDEM según múltiples criterios

Dato automático del volumen en m³ de cada material ingresado en la Ficha 2

Dato automático del porcentaje del volumen de cada material con respecto del volumen total de materiales

Dato calculado automáticamente del porcentaje del volumen de cada material con respecto del volumen total de materiales

FICHA 3: CARACTERIZACIÓN DE LOS REDEM																	
CATEGORÍA	RIESGO	NATURALEZA	TIPO	SUBTIPO	DETALLE O DESCRIPCIÓN	ESTADO DE CONSERVACIÓN	POSIBLE DESTINO	Cantidad	Longitud (m)	Ancho (m)	Altura o espesor (m)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	% POR GRUPO			
APROVECHABLES	NO PELIGROSOS	INERTES	PÉTREOS	PIEDRA										0%			
				ARENA											0%		
				TIERRA												0%	
				ANQUE												0%	
				TAPIAL												0%	
				BLOQUES DE HORMIGÓN												0%	
				HORMIGONES													0%
				MORTEROS													0%
				LADOS													0%
				CERÁMICAS, BALDOSAS O AZULEJOS													0%
			TEJAS														0%
			LADRILLOS														0%
			VIDRIO														0%
			ACERO														0%
			HIERRO														0%
			ALUMINIO														0%
			COBRE														0%
			BRONCE														0%
			ESTAÑO														0%
			ZINC														0%
			POLIÉTEREFALATO (PET)														0%
			POLIETILENO (PE)														0%
			POLIPROPILENO														0%
			PVC														0%
			CAUCHO														0%
			PAPEL / CARTÓN / PRODUCTOS QUE CONTENGAN CELULOSA														0%
			MADERA														0%
			BAMBU														0%
			PAJA														0%
			CARRIZO														0%
TOTORA														0%			
CHAMBAS DE CÉSPED, PLANTAS Y ARBOLES														0%			
TEXTILES EN BASE DE LINO, YUTE, COCO, CÁRAMO														0%			
LANA														0%			
ALGODÓN														0%			
PELO														0%			
PLUMAS														0%			
POLIESTIRENO														0%			
GYPSUM O TABLEROS DE CARTÓN-YESO														0%			
OTROS ELEMENTOS (ESPECIFICAR)														0%			
NO APROVECHABLES	NO PELIGROSOS	INERTES	FIBRAS MINERALES	LANA DE VIDRIO										0%			
				LANA DE ROCA											0%		
				RESTOS DE PRODUCTOS QUÍMICOS											0%		
	PELIGROSOS	EMULSIONES													0%		
		ALQUITRAN													0%		
		PINTURAS													0%		
		DISOLVENTES													0%		
		ACEITES													0%		
		ASFALTOS													0%		
		RESINAS													0%		
		PLASTIFICANTES													0%		
		TINTAS													0%		
		BETUNES													0%		
		BARNICES													0%		
		PLANCHAS ONDULADAS DE ASBESTO O PRODUCTOS QUE LO CONTENGAN													0%		
LUMINARIAS CONVENCIONALES													0%				
LUMINARIAS FLUORESCENTES													0%				
DESECHOS EXPLOSIVOS													0%				
TOTALES														0%			

Introducir el número de unidades de elementos tipo como vigas, correas, puertas, columnas, etc. y las características de longitud, ancho, altura o espesor en m., el área en m² según sea

Introducir el volumen parcial en m³ de los elementos tipo como vigas, puertas, columnas, etc.

Ficha 3 – parte 2

FICHA 3: INSTRUCCIONES	
Llenar obligatoriamente los casilleros de color naranja	
Llenar según sea necesario de acuerdo al tipo de material y elemento los casilleros de color amarillo	
Llenar opcionalmente los casilleros de color gris	
Los casilleros de color verde son llenados o calculados automáticamente en base a los datos ingresados en la columna de Volumen	
CASILLERO	EXPLICACIÓN
DETALLE O DESCRIPCION	Breve descripción y datos relevantes del material como presentación, si son unidades regulares o no.
ESTADO DE CONSERVACION	Escoger el estado de conservación de los materiales o elementos entre ÓPTIMO, BUENO O MALO
POSIBLE DESTINO	Dato automático en función de la opción escogida: * Si es la opción escogida es ÓPTIMO O BUENO, el resultado será REUSO * Si es la opción escogida es MALO, el resultado será RECICLAJE / DISPOSICIÓN FINAL
Cantidad	Introducir el numero de unidades de elementos tipo como vigas, correas, puertas, columnas, etc.
Longitud (m)	Introducir la longitud en m. de elementos tipo como vigas, correas, etc.
Ancho (m)	Introducir el ancho en m. de elementos tipo como puertas, columnas, etc.
Altura o espesor (m)	Introducir la altura o espesor en m., según sea el caso de elementos tipo como vigas, puertas, columnas, etc.
Área (m ²)	Introducir el área en m ² de elementos tipo como puertas, columnas, etc.
Volumenes parciales (m ³)	Introducir el volumen parcial en m ³ de los elementos tipo como vigas, puertas, columnas, etc.
Volumen disponible (m ³)	Dato automático del volumen en m ³ de cada material ingresado en la Ficha 2
%	Dato automático del porcentaje del volumen de cada material con respecto del volumen total de materiales
% POR GRUPO	Dato automático del porcentaje acumulado por grupos según el tipo de material.

4. Valorización según destino de los REDEM

Se analizan y plantean opciones para mantener al máximo el valor de los materiales de manera de evitar que lleguen a ser “residuos” a través del reuso y el reciclaje vía Deconstrucción y se compara con los porcentajes de una Demolición tradicional. No se contempla el escenario de la Demolición Selectiva, ya que según la definición

establecida anteriormente, ésta, se restringe exclusivamente a recuperar materiales para el reciclaje perdiendo integralidad frente a la Deconstrucción.

Se ha encontrado pertinente clasificar a los REDEM según las siguientes sub-opciones de Reuso y Reciclaje:

- En la misma obra
- Fuera de obra
 - Venta
 - Donación

Es necesario detallar o especificar cómo se va a utilizar el material en cada caso para confirmar su viabilidad. Se llena la información en la Ficha 4 y se obtienen al final los totales en porcentaje del volumen para reuso, reciclaje y disposición final en el escenario de Deconstrucción y en el de Demolición tradicional. Se genera un gráfico tipo pastel que resume los porcentajes de reuso, reciclaje y disposición final de cada tipo de demolición.

Ficha 4 – parte 2

FICHA 4: INSTRUCCIONES				
Llenar obligatoriamente los casilleros de color naranja				
Llenar opcionalmente los casilleros de color gris				
Los casilleros de color verde son llenados o calculados automáticamente en base a los datos ingresados en la Ficha 3				
CASILLERO		EXPLICACIÓN		
SUBTIPO		Clasificación abreviada de los RCD o REDEM.		
DETALLE O DESCRIPCIÓN		Dato de la Ficha 3		
Volúmenes parciales (m3)		Dato de la Ficha 3		
DECONSTRUCCIÓN	DESCRIPCIÓN / ESPECIFICACIÓN DEL DESTINO EN CASO DE DECONSTRUCCIÓN		Indicar la manera en la que va a ser reusado, reciclado o desechado el material en el caso de una DECONSTRUCCIÓN	
	REUSO (m3)	en obra	Introducir el volumen en m3 del material que va a ser reusado en el proyecto de obra nueva en el caso de una DECONSTRUCCIÓN	
		fuera de obra	venta	Introducir el volumen en m3 del material que va a ser reusado fuera de la obra por venta en el caso de una DECONSTRUCCIÓN
			donación	Introducir el volumen en m3 del material que va a ser reusado fuera de la obra por donación en el caso de una DECONSTRUCCIÓN
		subtotal m3		Dato automático en función de la suma del volumen de reuso en obra y fuera de ella de cada material en el caso de una DECONSTRUCCIÓN
		%		Dato automático en función del volumen de reuso de cada material en relación al volumen total de materiales en el caso de una DECONSTRUCCIÓN
	RECICLAJE (m3)	en obra	Dato automático en función del volumen de reciclaje de cada material en relación al volumen total de materiales en el caso de una DECONSTRUCCIÓN	
		fuera de obra	venta	Introducir el volumen en m3 del material que va a ser reciclado fuera de la obra por venta en el caso de una DECONSTRUCCIÓN
			donación	Introducir el volumen en m3 del material que va a ser reciclado fuera de la obra por donación en el caso de una DECONSTRUCCIÓN
		subtotal m3		Dato automático en función de la suma del volumen de reciclaje en obra y fuera de ella de cada material en el caso de una DECONSTRUCCIÓN
		%		Dato automático en función del volumen de reciclaje de cada material en relación al volumen total de materiales en el caso de una DECONSTRUCCIÓN
	DISPOSICIÓN FINAL (m3)	en escombreras autorizadas	Dato automático resultante de la resta del volumen disponible de cada material menos el volumen de reuso y el de reciclaje en el caso de una DECONSTRUCCIÓN	
		%	en el caso de una DECONSTRUCCIÓN automático en función del volumen a desechar en escombreras autorizadas de cada material en relación al volumen total de materiales.	
	DEMOLICIÓN TRADICIONAL	DESCRIPCIÓN / ESPECIFICACIÓN DEL DESTINO EN CASO DE DEMOLICIÓN TRADICIONAL		Indicar la manera en la que va a ser reusado, reciclado o desechado el material en el caso de una DEMOLICIÓN TRADICIONAL
REUSO (m3)		en obra	Introducir el volumen en m3 del material que va a ser reusado en el proyecto de obra nueva en el caso de una DEMOLICIÓN TRADICIONAL	
		fuera de obra	venta	Introducir el volumen en m3 del material que va a ser reusado fuera de la obra por venta de una DEMOLICIÓN TRADICIONAL
			donación	Introducir el volumen en m3 del material que va a ser reusado fuera de la obra por donación de una DEMOLICIÓN TRADICIONAL
		subtotal m3		Dato automático en función de la suma del volumen de reuso en obra y fuera de ella de cada material de una DEMOLICIÓN TRADICIONAL
		%		Dato automático en función del volumen de reuso de cada material en relación al volumen total de materiales de una DEMOLICIÓN TRADICIONAL
RECICLAJE (m3)		en obra	Dato automático en función del volumen de reciclaje de cada material en relación al volumen total de materiales de una DEMOLICIÓN TRADICIONAL	
		fuera de obra	venta	Introducir el volumen en m3 del material que va a ser reciclado fuera de la obra por venta de una DEMOLICIÓN TRADICIONAL
			donación	Introducir el volumen en m3 del material que va a ser reciclado fuera de la obra por donación de una DEMOLICIÓN TRADICIONAL
		subtotal m3		Dato automático en función de la suma del volumen de reciclaje en obra y fuera de ella de cada material de una DEMOLICIÓN TRADICIONAL
		%		Dato automático en función del volumen de reciclaje de cada material en relación al volumen total de materiales de una DEMOLICIÓN TRADICIONAL
DISPOSICIÓN FINAL (m3)		en escombreras autorizadas	Dato automático resultante de la resta del volumen disponible de cada material menos el volumen de reuso y el de reciclaje de una DEMOLICIÓN TRADICIONAL	
		%	Dato automático en función del volumen a desechar en escombreras autorizadas de cada material en relación al volumen total de materiales de una DEMOLICIÓN TRADICIONAL	

5. Valorización según tipo de demolición

Se determina el costo, tiempo, recursos humanos necesarios y energía embebida recuperada con la Deconstrucción y con la Demolición tradicional.

En la Ficha **5A** se obtiene la valorización de costos.

En la Ficha **5B** la de tiempo de ejecución.

En la **5C** la de recursos humanos necesarios.

En la Ficha **5D** se determina la energía embebida recuperada

En las tres primeras fichas se deben introducir datos de los costos, tiempo y recursos humanos necesarios respectivamente, mientras que la Ficha **5D** ya tiene por defecto los datos de la energía embebida de cada tipo de material según la Tabla 13, que cabe anotar, no se pudo completar porque no se encontró los datos de algunos materiales.

Tabla 13: Propiedades térmicas y de energía embebida de los tipos de materiales. Elaborado por (Cabezas I., 2018)

CATEGORÍA	RIESGO	NATURALEZA	TIPO	SUBTIPO	Densidad	Energía embebida	Carbón embebido	FUENTE			
					Kg/m ³	Mj/kg	kgCO ₂ /kg				
APROVECHABLES	NO PELIGROSOS	INERTES	PÉTREOS	PIEDRA	2200,00	1,50	0,09	Base de datos del software Archicad			
				ARENA	2200,00	0,08	0,01	Base de datos del software Archicad			
				TIERRA	900,00	0,42	0,02	Base de datos del software Archicad			
				ADOBE	1590,00	0,47	0,06	https://www.victoria.ac.nz/architecture/centres/cbpr/resources/pdfs/ee-coefficients.pdf			
				TAPIAL		0,47		http://www.tectonica-online.com/topics/energy/embodied-energy-materials-enrique-azpilicueta/table/31/			
				BLOQUES DE HORMIGÓN	1400,00	0,72	0,09	Base de datos del software Archicad			
				HORMIGONES	2300,00	1,92	0,20	Base de datos del software Archicad			
				MORTEROS	2200,00	0,08	0,01	Base de datos del software Archicad			
			LODOS								
			CERÁMICOS	CERÁMICAS, BALDOSAS O AZULEJOS	2000,00	6,50	0,48	Base de datos del software Archicad			
				TEJAS	2000,00	3,00	0,24	Base de datos del software Archicad			
				LADRILLOS	1500,00	3,00	0,24	Base de datos del software Archicad			
				VIDRIO	2500,00	15,00	0,91	Base de datos del software Archicad			
			METALES	ACERO	7800,00	20,10	1,46	Base de datos del software Archicad			
				HIERRO	7500,00	25,00	1,21	Base de datos del software Archicad			
				ALUMINIO	2800,00	155,00	9,16	Base de datos del software Archicad			
				COBRE	8900,00	90,00		http://www.tectonica-online.com/topics/energy/embodied-energy-materials-enrique-azpilicueta/table/31/			
				BRONCE							
			ESTAÑO								
			ZINC	7200,00	53,10	3,09	Base de datos del software Archicad				
			PLÁSTICOS	POLIETILTEREFTALATO (PET)		107,00		https://www.victoria.ac.nz/architecture/centres/cbpr/resources/pdfs/ee-coefficients.pdf			
				POLIETILENO (PE)	960,00	77,00		https://www.victoria.ac.nz/architecture/centres/cbpr/resources/pdfs/ee-coefficients.pdf			
				POLIPROPILENO	890,00	80,00		http://www.tectonica-online.com/topics/energy/embodied-energy-materials-enrique-azpilicueta/table/31/			
				PVC	1200,00	80,00		http://www.tectonica-online.com/topics/energy/embodied-energy-materials-enrique-azpilicueta/table/31/			
			ORGÁNICOS	CAUCHO		67,50		https://www.victoria.ac.nz/architecture/centres/cbpr/resources/pdfs/ee-coefficients.pdf			
				FIBRAS VEGETALES	PAPEL / CARTÓN / PRODUCTOS QUE CONTENGAN CELULOSA	1897,00	929,00		http://www.tectonica-online.com/topics/energy/embodied-energy-materials-enrique-azpilicueta/table/31/		
					MADERA	500,00	7,11	0,32	Base de datos del software Archicad		
					BAMBÚ						
					PAJA		0,24		https://www.victoria.ac.nz/architecture/centres/cbpr/resources/pdfs/ee-coefficients.pdf		
					CARRIZO						
					TOTORA						
					CHAMBAS DE CÉSPED, PLANTAS Y ARBOLES						
				TEXTILES EN BASE DE LINO, YUTE, COCO, CÁÑAMO							
				FIBRAS ANIMALES	LANA		106,00		https://www.victoria.ac.nz/architecture/centres/cbpr/resources/pdfs/ee-coefficients.pdf		
			ALGODÓN			143,00		https://www.victoria.ac.nz/architecture/centres/cbpr/resources/pdfs/ee-coefficients.pdf			
			PELO								
			PLUMAS								
			ESPECIALES	POLIESTIRENO	350,00	6,00		http://www.tectonica-online.com/topics/energy/embodied-energy-materials-enrique-azpilicueta/table/31/			
				GYPSUM O TABLEROS DE CARTON-YESO	600,00	5,00		http://www.tectonica-online.com/topics/energy/embodied-energy-materials-enrique-azpilicueta/table/31/			
			NO APROVECHABLES	PELIGROSOS	INERTES	FIBRAS MINERALES	LANA DE VIDRIO	929,00	120,00		http://www.tectonica-online.com/topics/energy/embodied-energy-materials-enrique-azpilicueta/table/31/
							LANA DE ROCA	1200,00	80,00		http://www.tectonica-online.com/topics/energy/embodied-energy-materials-enrique-azpilicueta/table/31/
					RESTOS DE PRODUCTOS QUÍMICOS						
					EMULSIONES						
					ALQUITRÁN						
PINTURAS											
DISOLVENTES											
ACEITES											
ASFALTOS											
RESINAS											
PLASTIFICANTES											
TINTAS											
BETUNES											
BARNICES											
PLANCHAS ONDULADAS DE ASBESTO O PRODUCTOS QUE LO CONTENGAN	757,00	6,00				http://www.tectonica-online.com/topics/energy/embodied-energy-materials-enrique-azpilicueta/table/31/					
LUMINARIAS CONVENCIONALES											
LUMINARIAS FLUORESCENTES											
DESECHOS EXPLOSIVOS											

Ficha 5A – parte 2

FICHA 5A: INSTRUCCIONES			
Llenar obligatoriamente los casilleros de color naranja			
Llenar opcionalmente los casilleros de color gris			
Los casilleros de color verde son llenados o calculados automáticamente			
CASILLERO		EXPLICACIÓN	
SUBTIPO		Clasificación abreviada de los RCD o REDEM.	
DETALLE O DESCRIPCIÓN		Dato de la Ficha 3	
Volúmenes parciales (m3)		Dato de la Ficha 3	
DECONSTRUCCIÓN	EGRESOS POR DESMONTAJE O RECUPERACIÓN DE TODOS LOS MATERIALES	costo unitario (m3)	Ingresar el costo por m ³ de desmontaje del material o elementos.
		cantidad (m3)	Dato automático equivalente al volumen en m ³ disponible de materiales o elementos.
		subtotal	Dato automático en función del costo unitario por la cantidad indicada en los casilleros anteriores.
	INGRESOS POR VENTA	costo unitario (m3)	Ingresar el costo por m ³ en el que se puede vender el material o elementos
		cantidad (m3)	Dato automático de la Ficha 4 equivalente a la sumatoria de la cantidad en m ³ de material o elementos a reusar y reciclar que se van a vender
		subtotal	Dato automático en función del costo unitario por la cantidad indicada en los casilleros anteriores.
	AHORRO POR TRANSPORTE DE MATERIALES A DONAR	costo unitario (m3)	Ingresar el costo por m ³ del costo de carga, transporte y depósito en escombrera autorizada; que se va a evitar al donar el material o elementos
		cantidad (m3)	Dato automático de la Ficha 4 equivalente a la sumatoria de la cantidad en m ³ de material o elementos a reusar y reciclar que se van a donar
		subtotal	Dato automático en función del costo unitario por la cantidad indicada en los casilleros anteriores.
	EGRESOS POR DESALOJO ESCOMBROS (incluye carga, transporte y depósito en escombrera autorizada)	costo unitario (m3)	Ingresar el costo por m ³ de carga, transporte y depósito en escombrera autorizadas
		cantidad (m3)	Dato automático de la Ficha 4 equivalente a la sumatoria de la cantidad en m ³ de material o elementos a desechar en escombreras autorizadas
		subtotal	Dato automático en función del costo unitario por la cantidad indicada en los casilleros anteriores.
	AHORRO POR MATERIALES A REUSAR Y RECICLAR EN EL PROYECTO DE OBRA NUEVA	costo unitario (m3)	Ingresar el costo por m ³ del material nuevo con un porcentaje de castigo según el estado de conservación.
		cantidad (m3)	Dato automático de la Ficha 4 equivalente a la sumatoria de la cantidad en m ³ de material o elementos a reusar y reciclar en el proyecto de obra nueva
		subtotal	Dato automático en función del costo unitario por la cantidad indicada en los casilleros anteriores.
	EGRESOS POR MOVIMIENTOS DE TIERRA POR OBRA NUEVA (incluye alquiler maquinaria y desalojo)	costo unitario (m3)	Ingresar el costo por m ³ del desbanque y desalojo de material de excavación debido al Proyecto de Obra Nueva.
		cantidad (m3)	Ingresar la cantidad total en m ³ material de excavación debido al Proyecto de Obra Nueva.
		subtotal	Dato automático en función del costo unitario por la cantidad indicada en los casilleros anteriores.
SUBTOTAL \$		Dato automático en función de la sumatoria de INGRESOS menos EGRESOS; es decir: INGRESOS POR VENTA mas el COSTO EVITADO POR MATERIALES REUSADOS mas el COSTO EVITADO POR DONACIÓN menos el COSTO DE DESMONTAJE y menos el COSTO DE DESALOJO DE ESCOMBROS.	
DEMOLICIÓN TRADICIONAL	INGRESOS POR VENTA	costo unitario (m3)	Ingresar el costo por m ³ en el que se puede vender el material o elementos
		cantidad (m3)	Dato automático de la Ficha 4 equivalente a la sumatoria de la cantidad en m ³ de material o elementos a reusar y reciclar que se van a vender en el caso de DEMOLICIÓN TRADICIONAL
		subtotal	Dato automático en función del costo unitario por la cantidad indicada en los casilleros anteriores.
	AHORRO POR TRANSPORTE DE MATERIALES A DONAR	costo unitario (m3)	Ingresar el costo por m ³ en el que se puede donar el material o elementos
		cantidad (m3)	Dato automático de la Ficha 4 equivalente a la sumatoria de la cantidad en m ³ de material o elementos a reusar y reciclar que se van a donar
		subtotal	Dato automático en función del costo unitario por la cantidad indicada en los casilleros anteriores.
	EGRESOS POR DEMOLICIÓN SIN RECUPERACIÓN (incluye proceso, carga y disposición final)	costo unitario (m3)	Ingresar el costo por m ³ de demolición sin recuperación que incluye el proceso en sitio, carga y disposición final. En caso de que se disponga del dato por obra total de demolición, únicamente llenar el primer casillero.
		cantidad (m3)	Ingresar la cantidad total disponible en m ³ del material o elementos.
		subtotal	Dato automático en función del costo unitario por la cantidad indicada en los casilleros anteriores.
	EGRESOS POR MOVIMIENTOS DE TIERRA POR OBRA NUEVA (incluye alquiler maquinaria y desalojo)	costo unitario (m3)	Ingresar el costo por m ³ del desbanque y desalojo de material de excavación debido al Proyecto de Obra Nueva.
		cantidad (m3)	Ingresar la cantidad total en m ³ material de excavación debido al Proyecto de Obra Nueva.
		subtotal	Dato automático en función del costo unitario por la cantidad indicada en los casilleros anteriores.
SUBTOTAL \$		Dato automático en función de la sumatoria de los EGRESOS; es decir: COSTO DE DEMOLICIÓN SIN RECUPERACIÓN mas COSTO DE EXCAVACIONES Y DESALOJO DE TIERRA POR OBRA NUEVA	
TOTALES	DECONSTRUCCIÓN		Dato automático del costo total de Deconstrucción
	DEMOLICIÓN TRADICIONAL		Dato automático del costo total de Demolición Tradicional

Ficha 5B –parte 2

FICHA 5B: INSTRUCCIONES		
Llenar obligatoriamente los casilleros de color naranja		
Llenar opcionalmente los casilleros de color gris		
Los casilleros de color verde son llenados o calculados automáticamente		
CASILLERO		EXPLICACIÓN
SUBTIPO		Clasificación abreviada de los RCD o REDEM.
DETALLE O DESCRIPCIÓN		Dato de la Ficha 3
Volúmenes parciales (m3)		Dato de la Ficha 3
DECONSTRUCCIÓN	DIAS ESTIMADOS PARA RECUPERACIÓN DE MATERIALES A REUSAR O RECICLAR	Ingresar los días necesarios para ejecutar el desmontaje del material o elementos.
	DIAS ESTIMADOS PARA DESALOJO ESCOMBROS	Ingresar los días necesarios para ejecutar el desalojo de escombros.
	DIAS ESTIMADOS PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA POR OBRA NUEVA	Ingresar los días necesarios para ejecutar el movimiento de tierra por obra nueva
	SUBTOTAL	Dato automático en función de la sumatoria de días necesarios para el desmontaje, desalojo de escombros de cada material disponible y los movimientos de tierra para la obra nueva
DEMOLICIÓN TRADICIONAL	DIAS ESTIMADOS PARA DEMOLICIÓN SIN RECUPERACIÓN (incluye proceso, carga y disposición final)	Ingresar los días necesarios para ejecutar la demolición con medios mecánicos.
	DIAS ESTIMADOS PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA POR OBRA NUEVA	Ingresar los días necesarios para ejecutar el movimiento de tierra por obra nueva
	SUBTOTAL	Dato automático en función de la sumatoria de días necesarios para la demolición y los movimientos de tierra para la obra nueva
TOTALES	DECONSTRUCCIÓN	Dato automático del total de días necesarios para la Deconstrucción
	DEMOLICIÓN TRADICIONAL	Dato automático del total de días necesarios para la Demolición tradicional

Ficha 5C – parte 1

FICHA 5C: RECURSOS HUMANOS SEGÚN TIPO DE DEMOLICIÓN

SUBTIPO	DETALLE O DESCRIPCIÓN	Volúmenes parciales (m3)	DECONSTRUCCIÓN			SUBTOTAL	DEMOLICIÓN TRADICIONAL		SUBTOTAL
			PERSONAL ESTIMADO PARA RECUPERACIÓN DE MATERIALES A REUSAR O RECICLAR	PERSONAL ESTIMADO PARA DESALOJO ESCOMBROS	PERSONAL ESTIMADO PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA POR OBRA NUEVA		PERSONAL ESTIMADO PARA DEMOLICIÓN SIN RECUPERACIÓN (incluye proceso, carga y disposición final)	PERSONAL ESTIMADO PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA POR OBRA NUEVA	
			+	+	+		+	+	
PIEDRA									
ANCHA									
TIERRA									
BOHE									
TAPAL									
BLOQUES DE HORMIGÓN									
HORMIGONES									
MORTEROS									
LODOS									
CERÁMICAS, BALDOSAS O AZULEJOS									
TEJAS									
LADRILLOS									
VIDRIO									
ACERO									
HIERRO									
ALUMINIO									
COBRE									
BRONCE									
ESTAÑO									
ZINC									
POLITETRAFLUORURO (PTFE)									
POLITILENO (PE)									
POLIPROPILENO									
PVC									
CAUCHO									
PAPEL / CARTÓN / PRODUCTOS QUE CONTENGAN CÉLULOSA									
MADERA									
BAMBÚ									
PAJA									
CARRIZO									
TOTORIA									
CHAMBAS DE CÉSPED, PLANTAS Y ARBOLES									
TEXTILES EN BASE DE LINO, YUTE, COCO, CAÑAMO									
LANA									
ALGODÓN									
PELO									
PLUMAS									
POLIESTIRENO									
GYPSUM O TABLEROS DE CARTÓN-YESO									
OTROS ELEMENTOS (ESPECIFICAR)									
LANA DE VIDRIO									
LANA DE ROCA									
RESTOS DE PRODUCTOS QUÍMICOS									
EMULSIONES									
ALQUITRAN									
PINTURAS									
DISOLVENTES									
ACEITES									
ASFALTOS									
RESINAS									
PLASTIFICANTES									
TINTAS									
BETUNES									
SARNICES									
BLANCHAS ONDULADAS DE ASBESTO O PRODUCTOS QUE LO CONTENGAN									
LAMPARAS CONVENCIONALES									
LAMPARAS FLUORESCENTES									
DESECHOS EXPLOSIVOS									
TOTALES									
			DECONSTRUCCIÓN				DEMOLICIÓN TRADICIONAL		

Datos calculados automáticamente

Ficha 5C – parte 2

FICHA 5C: INSTRUCCIONES		
Llenar obligatoriamente los casilleros de color naranja		
Llenar opcionalmente los casilleros de color gris		
Los casilleros de color verde son llenados o calculados automáticamente		
CASILLERO		EXPLICACIÓN
SUBTIPO		Clasificación abreviada de los RCD o REDEM.
DETALLE O DESCRIPCIÓN		Dato de la Ficha 3
Volúmenes parciales (m3)		Dato de la Ficha 3
DECONSTRUCCIÓN	PERSONAL ESTIMADO PARA RECUPERACIÓN DE MATERIALES A REUSAR O RECICLAR	Ingresar la cantidad de personas necesarias para ejecutar el desmontaje del material o elementos.
	PERSONAL ESTIMADO PARA DESALOJO ESCOMBROS	Ingresar la cantidad de personas necesarias para ejecutar el desalojo de escombros.
	PERSONAL ESTIMADO PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA POR OBRA NUEVA	Ingresar la cantidad de personas necesarias para ejecutar el movimiento de tierra por obra nueva
	SUBTOTAL	Dato automático en función de la sumatoria de personas necesarias para el desmontaje, desalojo de escombros de cada material disponible y los movimientos de tierra para la obra nueva
DEMOLICIÓN TRADICIONAL	PERSONAL ESTIMADO PARA DEMOLICIÓN SIN RECUPERACIÓN (incluye proceso, carga y disposición final)	Ingresar la cantidad de personas necesarias para ejecutar la demolición con medios mecánicos.
	PERSONAL ESTIMADO PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA POR OBRA NUEVA	Ingresar la cantidad de personas necesarias para ejecutar el movimiento de tierra por obra nueva
	SUBTOTAL	Dato automático en función de la sumatoria de personas necesarias para la demolición y los movimientos de tierra para la obra nueva
TOTALES	DECONSTRUCCIÓN	Dato automático del total de la cantidad de personas necesarias para la Deconstrucción
	DEMOLICIÓN TRADICIONAL	Dato automático del total de la cantidad de personas necesarias para la Demolición tradicional

Ficha 5D –parte 1

FICHA 5C: ENERGÍA EMBEBIDA RECUPERADA SEGÚN TIPO DE DEMOLICIÓN

SUBTIPO	Densidad Kg/m3	Índice Energía embebida MJ/kg	MATERIALES A REUSAR Y RECICLAR		DECONSTRUCCIÓN		MATERIALES A REUSAR Y RECICLAR		DEMOLICIÓN TRADICIONAL	
			kg	kg	SUBTOTAL ENERGÍA EMBEBIDA RECUPERADA CON DECONSTRUCCIÓN MJ/kg	m3	kg	SUBTOTAL ENERGÍA EMBEBIDA RECUPERADA CON DEMOLICIÓN TRADICIONAL MJ/kg		
PIEDRA	2.300,00	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-
ARENA	2.200,00	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-
TIERRA	900,00	0,42	-	-	-	-	-	-	-	-
ADOBE	1.500,00	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-
TAPAL	-	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-
BLOQUES DE HORMIGÓN	1.400,00	0,72	-	-	-	-	-	-	-	-
HORMIGONES	2.300,00	1,92	-	-	-	-	-	-	-	-
MORTEROS	2.200,00	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-
LODOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CERÁMICAS, BALDOSAS O AZULEJOS	2.000,00	6,50	-	-	-	-	-	-	-	-
TEJAS	2.000,00	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-
LADRILLOS	1.500,00	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-
VIDRIO	2.500,00	15,00	-	-	-	-	-	-	-	-
ALUMINIO	2.800,00	155,00	-	-	-	-	-	-	-	-
COBRE	8.900,00	90,00	-	-	-	-	-	-	-	-
BRONCE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ESTARNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZINC	7.200,00	53,10	-	-	-	-	-	-	-	-
POLIETILTEREFTALATO (PET)	-	107,00	-	-	-	-	-	-	-	-
POLIETILENO (PE)	960,00	77,00	-	-	-	-	-	-	-	-
POLIPROPILENO	890,00	80,00	-	-	-	-	-	-	-	-
PVC	1.200,00	80,00	-	-	-	-	-	-	-	-
CAUCHO	-	67,50	-	-	-	-	-	-	-	-
PAPEL / CARTÓN / PRODUCTOS QUE CONTENGAN CELULOSA	1.897,00	929,00	-	-	-	-	-	-	-	-
MADERA	500,00	7,11	-	-	-	-	-	-	-	-
BAMBÚ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAJA	-	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-
CARRIZO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTORA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CHAMBAS DE CÉSPED, PLANTAS Y ARBOLES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TEXTILES EN BASE DE LINO, YUTE, COCO, CÁRAMBOLO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LANA	-	106,00	-	-	-	-	-	-	-	-
ALGODÓN	-	143,00	-	-	-	-	-	-	-	-
PELO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLUMAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
POLIESTIRENO	350,00	6,00	-	-	-	-	-	-	-	-
GYPSUM O TABLEROS DE CARTÓN-YESO	600,00	5,00	-	-	-	-	-	-	-	-
OTROS ELEMENTOS (ESPECIFICAR)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LANA DE VIDRIO	929,00	120,00	-	-	-	-	-	-	-	-
LANA DE ROCA	1.200,00	80,00	-	-	-	-	-	-	-	-
RESTOS DE PRODUCTOS QUÍMICOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EMULSIONES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ALQUITRÁN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PINTURAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DISOLVENTES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACEITES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ASFALTOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RESINAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLASTIFICANTES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TINIJAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BETUNES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BARNICES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLANCHAS ONDULADAS DE ASBESTO O PRODUCTOS QUE NO CONTENGAN	757,00	6,00	-	-	-	-	-	-	-	-
LUMINARIAS CONVENCIONALES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LUMINARIAS FLUORESCENTES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DESECHOS EXPLOSIVOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTALES			DECONSTRUCCIÓN			DEMOLICIÓN TRADICIONAL				

Datos automáticos de cada material según fuentes bibliográficas.

Datos de la Ficha 4

Datos de la Ficha 3

Clasificación abreviada de los RCD o REDEM.

Datos calculados automáticamente

Ficha 5D –parte 2

FICHA 5D: INSTRUCCIONES			
Llenar obligatoriamente los casilleros de color naranja			
Llenar opcionalmente los casilleros de color gris			
Los casilleros de color verde son llenados o calculados automáticamente			
CASILLERO		EXPLICACIÓN	
SUBTIPO		Clasificación abreviada de los RCD o REDEM.	
DETALLE O DESCRIPCIÓN		Dato de la Ficha 3	
Volúmenes parciales (m3)		Dato de la Ficha 3	
Densidad Kg/m3		Dato automático de cada material según fuentes bibliográficas.	
Índice Energía embebida MJ/kg		Dato automático de cada material según fuentes bibliográficas.	
DECONSTRUCCIÓN	MATERIALES A REUSAR Y RECICLAR	m3	Dato automático de la Ficha 4 correspondiente a la suma del volumen de materiales a reusar y reciclar en el caso de DECONSTRUCCIÓN
		kg	Dato automático resultante de la cantidad en m3 por la densidad de cada material en el caso de DECONSTRUCCIÓN
	SUBTOTAL ENERGÍA EMBEBIDA RECUPERADA CON DECONSTRUCCIÓN MJ/kg		Dato automático resultante de la cantidad en kg por el índice de Energía Embebida de cada material en el caso de DECONSTRUCCIÓN
DEMOLICIÓN TRADICIONAL	MATERIALES A REUSAR Y RECICLAR	m3	Ingresar la cantidad en m ³ del material o elemento que va a ser vendida de DEMOLICIÓN TRADICIONAL
		kg	Dato automático en función del costo unitario por la cantidad indicada en los casilleros anteriores de DEMOLICIÓN TRADICIONAL
	SUBTOTAL ENERGÍA EMBEBIDA RECUPERADA CON DEMOLICIÓN TRADICIONAL MJ/kg		Dato automático resultante de la cantidad en kg por el índice de Energía Embebida de cada material en el caso de DEMOLICIÓN TRADICIONAL
TOTALES	DECONSTRUCCIÓN		Dato automático del total de Energía Embebida recuperada en el cado de Deconstrucción
	DEMOLICIÓN TRADICIONAL		Dato automático del total de Energía Embebida recuperada en el cado de Demolición tradicional

6. Determinación del impacto según tipo de demolición

Con los resultados de paso anterior que resultan en indicadores se determina el impacto social, económico y natural de cada tipo de demolición con cuya comparación se obtiene cuál de las dos opciones implica menor impacto. Los indicadores que pudieron obtenerse son los siguientes:

- Social
 - Generación de empleo
- Económico
 - Tasa de recuperación de valor económico
 - Costo de operaciones de tratamiento y recuperación de RCD
 - Costos de transporte de RCD
 - Relación costo – tiempo, entendiéndose que sería la relación que corresponda a la duración mínima posible al menor costo.
- Natural
 - La energía embebida de los materiales que componen los REDEM.
 - Uso de la tierra

Ficha 6 – parte 1

FICHA 6: INDICADORES DE IMPACTO SEGÚN TIPO DE DEMOLICIÓN								
MEDIO	INDICADOR	DIMENSIÓN	DECONSTRUCCIÓN	DEMOLICIÓN TRADICIONAL	MENOR IMPACTO			
SOCIAL	Generación de empleo	empleos	602	603	604	CUALQUIERA		
	Tasa de recuperación de valor económico	%	605	0,00%	606	0,000%	607	CUALQUIERA
ECONÓMICO	Costo de operaciones de tratamiento y recuperación de RCD	\$	608	\$	609	\$	610	CUALQUIERA
	Costos de transporte de RCD	\$	611	\$	612	\$	613	CUALQUIERA
	Relación costo - tiempo	\$/T	614		615		616	CUALQUIERA
NATURAL	La energía embebida de los materiales que componen los REDEM.	MJ/kg	617		618		619	CUALQUIERA
	Uso de la tierra	m ³	620		621		622	CUALQUIERA
					DEMOLICIÓN TRADICIONAL	623	0	
					DECONSTRUCCIÓN	624	0	
					MENOR IMPACTO	625	CUALQUIERA	

Datos automáticos de la Ficha 4

Datos automáticos de la Ficha 5A

Datos automáticos de la Ficha 5B

Datos automáticos de la Ficha 5D

Datos automáticos de la Ficha 4

Datos automáticos de la Ficha 5C

Dato automático en función de la comparación de datos

Dato automático que devuelve el número de recurrencias

Dato automático que devuelve la opción que tiene el mayor número de recurrencias

Ficha 6 – parte 2

FICHA 6: INSTRUCCIONES			
Llenar obligatoriamente los casilleros de color naranja			
Llenar opcionalmente los casilleros de color gris			
Los casilleros de color verde son llenados o calculados automáticamente			
MEDIO	INDICADOR	CASILLERO	EXPLICACIÓN
SOCIAL	Generación de empleo	602	Dato automático de la Ficha 5C del total de personas necesarias para la Deconstrucción
		603	Dato automático de la Ficha 5C del total de personas necesarias para la Demolición tradicional
		604	Dato automático en función de la comparación de datos de los casilleros 602 y 603: Si es mayor el valor de la Demolición tradicional, el resultado será DEMOLICIÓN TRADICIONAL, si no el resultado será DECONSTRUCCIÓN
ECONÓMICO	Tasa de recuperación de valor económico	605	Dato automático de la Ficha 4 equivalente a la suma de los % de reuso y reciclaje con la Demolición tradicional
		606	Dato automático de la Ficha 4 equivalente a la suma de los % de reuso y reciclaje con la Deconstrucción
		607	Dato automático en función de la comparación de datos de los casilleros 605 y 606: Si es mayor el valor de la Demolición tradicional, el resultado será DEMOLICIÓN TRADICIONAL, si no el resultado será DECONSTRUCCIÓN
	Costo de operaciones de tratamiento y recuperación de RCD	608	Dato automático de la Ficha 5A equivalente al costo de la Demolición tradicional
		609	Dato automático de la Ficha 5A equivalente al costo de la Deconstrucción
		610	Dato automático en función de la comparación de datos de los casilleros 608 y 609: Si es menor el valor de la Demolición tradicional, el resultado será DEMOLICIÓN TRADICIONAL, si no el resultado será DECONSTRUCCIÓN
	Costos de transporte de RCD	611	Dato automático de la Ficha 5A equivalente a la sumatoria de costos de disposición final con Demolición tradicional
		612	Dato automático de la Ficha 5A equivalente a la sumatoria de costos de disposición final con Deconstrucción
		613	Dato automático en función de la comparación de datos de los casilleros 611 y 612: Si es menor el valor de la Demolición tradicional, el resultado será DEMOLICIÓN TRADICIONAL, si no el resultado será DECONSTRUCCIÓN
	Relación costo - tiempo	614	Dato automático resultante de la división entre el dato del tiempo necesario de la Ficha 5B sobre el costo de la Ficha 5A con la Demolición tradicional
		615	Dato automático resultante de la división entre el tiempo necesario de la Ficha 5B sobre el costo de la Ficha 5A con la Deconstrucción
		616	Dato automático en función de la comparación de datos de los casilleros 614 y 615: Si es menor el valor de la Demolición tradicional, el resultado será DEMOLICIÓN TRADICIONAL, si no el resultado será DECONSTRUCCIÓN
NATURAL	La energía embebida de los materiales que componen los REDEM.	617	Dato automático de la Ficha 5D equivalente al total de energía embebida recuperada con la Demolición tradicional
		618	Dato automático de la Ficha 5D equivalente al total de energía embebida recuperada con la Deconstrucción
		619	Dato automático en función de la comparación de datos de los casilleros 617 y 618: Si es mayor el valor de la Demolición tradicional, el resultado será DEMOLICIÓN TRADICIONAL, si no el resultado será DECONSTRUCCIÓN
	Uso de la tierra	620	Dato automático de la Ficha 4 equivalente al total de m3 de desechos que van a Disposición final con la Demolición tradicional
		621	Dato automático de la Ficha 4 equivalente al total de m3 de desechos que van a Disposición final con la Deconstrucción
		622	Dato automático en función de la comparación de datos de los casilleros 620 y 621: Si es menor el valor de la Demolición tradicional, el resultado será DEMOLICIÓN TRADICIONAL, si no el resultado será DECONSTRUCCIÓN
DEMOLICIÓN TRADICIONAL		623	Dato automático que devuelve el número de recurrencias para DEMOLICIÓN TRADICIONAL
DECONSTRUCCIÓN		624	Dato automático que devuelve el número de recurrencias para DECONSTRUCCIÓN
MENOR IMPACTO		625	Dato automático que devuelve la opción que tiene el mayor número de recurrencias para DEMOLICIÓN TRADICIONAL o DECONSTRUCCIÓN

7. Conclusiones

- La falta de datos de energía embebida de materiales usados localmente, define la necesidad apremiante de compendiarlos para evitar la adopción de datos internacionales que pueden ser no aplicables.
- Para la evaluación del impacto, únicamente se plantea el uso de indicadores en los tres niveles social, económico y natural, ya que no fue posible la aplicación del ACV, dentro de las posibilidades de tiempo y recursos de la investigación, debido a que se requiere implementar software que no está disponible libremente y bases de datos locales que hay aún que desarrollar.

CAPÍTULO 3: Validación de la metodología en el caso de estudio

Como se indicó antes la selección del caso de estudio no respondió a una muestra sino más bien a la facilidad de levantamiento y acceso a información de primera mano de un predio que está ubicado en la calle Haití en el barrio de San Juan, zona peri-céntrica con potencial de densificación.

El inmueble existente se estima que fue construido en el año 1950, tiene un área construida de 291.27 m² en un terreno de 772 m², está deshabitado y en deterioro. Tiene una implantación en forma de C, que consta de: un bloque posterior, el más antiguo, con paredes portantes de adobe y una cubierta de estructura de correas de metal y planchas onduladas de fibrocemento; un bloque en “L” que abarca la fachada frontal y adosamiento lateral derecho, que es de paredes portantes de ladrillo, cubierta de vigas de madera y planchas onduladas de fibrocemento. Tiene un altillo parcial sobre un garaje que corresponde a una modificación posterior. En la parte posterior tiene un terreno vacante que seguramente era la huerta de la vivienda original.



Figura 49: Inmueble existente, caso de estudio, fotos tomadas entre mayo y abril de 2017, planos realizados por (Cabezas I, 2018)

El proyecto de obra nueva en un área de 1268 m² tendrá 8 viviendas, un local comercial y un gran parque-parqueadero. La estructura soportante será metálica, paredes de mampostería en la planta baja, divisiones interiores en plantas altas de eco-panel. Los principios de eficiencia energética, optimización de recursos y la producción de residuos cero son base también del diseño.



Figura 50: Proyecto previsto en el terreno del caso de estudio, imágenes cortesía de Yes Innovation

En los anexos 7 a 9 se puede encontrar información ampliada del estudio de caso en base a la cual se consolidaron los datos para la aplicación de la metodología.

A continuación se tiene la aplicación de la metodología.

1. Recopilación de datos base del caso de estudio

Se realizó la recopilación de datos del caso de estudio de todas las fuentes disponibles:

- Informe de Regulación Urbana (IRM).
- Entrevista a los propietarios.
- Mapas.
- Varias visitas y registro fotográfico.

Ficha 1 aplicada

FICHA 1: DATOS BASE								
FECHA	AÑO:	2018	MES:	3	DÍA:	12		
PROPIETARIO:								
DIRECCIÓN:	N13 HAITI - Oe8-31							
PROFESIONAL:								
DATOS DEL LOTE								
No. PREDIO:	100	31255						
ÁREA TERRENO	101	772,00						
ZONIFICACIÓN	102	D5 (D30480)						
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN CUBIERTA EXISTENTE (m ²)	103	276,56						
COS TOTAL PERMITIDO (%)	104	320%						
ALTURA DE EDIFICACIÓN PERMITIDA (m)	105	16						
NUMERO DE PISOS PERMITIDO	106	4						
FOTOS O IMÁGENES								
	EDIFICIO EXISTENTE			PROYECTO DE OBRA NUEVA				
Fachada Frontal								
Perspectiva								
Vistas panorámicas del interior y exterior								
Vista urbana de la manzana donde se inserta el inmueble								
DATOS DE LOS EDIFICIOS								
				EDIFICIO EXISTENTE		PROYECTO DE OBRA NUEVA		
AÑO DE CONSTRUCCIÓN				108	1940			
VIDA ÚTIL REAL				109	60			
VIDA ÚTIL PROYECTADA						110	50	
VIDA ÚTIL EXTENDIDA				111	10			
CALIDAD FÍSICA	FUNCIONAL	USO (Tipología)	EDIFICABILIDAD	ALTIMETRIA DE EDIFICACIÓN (m)	112	6	113	16
				ÁREA DE CONSTRUCCIÓN (m ²)	114	291,27	115	1268,1
				VIVIENDA	116	2	117	8
				EDUCACIÓN	118	0	119	0
				SALUD	120	0	121	0
				CULTURA	122		123	
				COMERCIO	124	0	125	1
				TRANSPORTE	126		127	
				INDUSTRIA	128		129	
				DEPORTES	130		131	
				OFICINAS	132		133	
				OTRO (especificar)	134		135	
				ÁREA VERDE (m ²)	136	328	137	215,7
CAPACIDAD FÍSICA	FUNCIONAL	CONFORT	¿Tal cual está el edificio existente es posible de usar en condiciones de confort?	¿Se percibe humedad y/o temperatura extremas insoportables?	138	GENERALIZADO(A)		
				¿Se percibe ruido perturbador, constante e inevitable?	139	NINGUNO(A)		
				¿Se percibe falta de iluminación natural o artificial?	140	LOCALIZADO(A)		
				¿Se perciben olores molestos o desagradables?	141	LOCALIZADO(A)		
		SALUBRIDAD	¿Se observan rastros o presencia de plagas?	142	GENERALIZADO(A)			
			TÉCNICA	¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos no estructurales (pisos, techos, paredes)? Indique en qué grado.	143	GENERALIZADO(A)		
¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos estructurales (columnas, paredes portantes, vigas, losas)? Indique en qué grado.	144	LOCALIZADO(A)						
¿Cree usted que los elementos estructurales con patologías pueden fallar (romperse, caer)?	145	NO						
CALIDAD ECONÓMICA	¿Es el valor comercial de suelo mayor que el del edificio?			146	SI			
	¿Las rentas producidas por el edificio existente cubren los costos de mantenimiento?			147	NO			
CALIDAD URBANA	¿La edificación se integra coherentemente en la manzana?			148	SI	149	SI	
	¿El edificio alberga más de una tipología?			150	SI	151	SI	

NOTAS ACLARATORIAS
 * Si las paredes, pisos o techos son estructurales, llenar solo el casillero siguiente

2. Ayuda a la decisión del caso de estudio

Según los datos ingresados en la Ficha 2, son notables algunas relaciones estimadas de 4:1, que se presentan entre los datos del inmueble existente y el proyecto de obra nueva, como:

- Vida útil
- Habitantes estimados
- COS total
- Unidades de vivienda
- Densidad poblacional

En base a los cálculos predeterminados, la recomendación resultante es el Fin de vida del inmueble existente.

Ficha 2 aplicada

FICHA 2: AYUDA A LA DECISIÓN							
PARÁMETROS		EDIFICIO EXISTENTE	PROYECTO DE OBRA NUEVA		RECOMENDACIÓN		
VIDA ÚTIL EXTENDIDA versus VIDA ÚTIL PROYECTADA		10,00	202	50,00	249	FIN DE VIDA	
HABITANTES ESTIMADOS		7,56	204	30,24	250	FIN DE VIDA	
CALIDAD FÍSICA	EDIFICABILIDAD	ALTURA DE EDIFICACIÓN (m)	6,00	206	16,00	251	FIN DE VIDA
		ÁREA DE CONSTRUCCIÓN (m2)	291,27	208	1.268,10	252	FIN DE VIDA
		OCUPACIÓN DEL SUELO - COS TOTAL (%)	0,38	210	1,64	253	FIN DE VIDA
	USO (Tipología)	VIVIENDA	2,00	212	8,00	254	FIN DE VIDA
		EDUCACIÓN	-	214	-	255	CUALQUIERA
		SALUD	-	216	-	256	CUALQUIERA
		CULTURA	-	218	-	257	CUALQUIERA
		COMERCIO	-	220	1,00	258	FIN DE VIDA
		TRANSPORTE	-	222	-	259	CUALQUIERA
		INDUSTRIA	-	224	-	260	CUALQUIERA
		DEPORTES	-	226	-	261	CUALQUIERA
		OFICINAS	-	228	-	262	CUALQUIERA
		ÁREA VERDE	-	230	-	263	CUALQUIERA
	OTRO (especificar)	328,00	232	215,70	264	MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN	
	CONFORT	¿Se percibe humedad y/o temperatura extremas insoportables?	GENERALIZADO(A)			265	FIN DE VIDA
		¿Se percibe ruido perturbador, constante e inevitable?	NINGUNO(A)			266	MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN
		¿Se percibe falta de iluminación natural o artificial?	LOCALIZADO(A)			267	MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN
		¿Se perciben olores molestos o desagradables?	LOCALIZADO(A)			268	MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN
	SALUBRIDAD	¿Se observan rastros o presencia de plagas?	GENERALIZADO(A)			269	FIN DE VIDA
	TÉCNICA	¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos no estructurales (pisos, techos, ...)?	GENERALIZADO(A)			270	FIN DE VIDA
¿Se observan afectaciones (patologías) en elementos estructurales (columnas, paredes, ...)?		LOCALIZADO(A)			271	MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN	
¿Cree usted que los elementos estructurales con patologías pueden fallar (romperse, caer)?		NO			272	FIN DE VIDA	
CALIDAD ECONÓMICA	¿Es el valor comercial de suelo mayor que el del edificio?	SI			273	FIN DE VIDA	
	¿Las rentas producidas por el edificio existente cubren los costos de mantenimiento?	NO			274	MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN	
CALIDAD URBANA	¿La edificación se integra coherentemente en la manzana?	SI	244	SI	275	MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN	
	¿El edificio alberga más de una tipología?	SI	246	SI	276	MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN	
	Densidad poblacional (Hab / Ha)	97,93	248	391,71	277	FIN DE VIDA	
					278	8	
					279	13	
RECOMENDACIÓN					280	FIN DE VIDA	

Relación 4:1

FIN DE VIDA

3. Levantamiento de datos y caracterización de los REDEM del caso de estudio

Con los datos levantados en sitio, se realizaron los planos y modelación tridimensional de todos los componentes del inmueble existente (ver Figura 51 y Anexo 7) (con los programas AutoCAD y Archicad, versión educativa), obteniéndose varios datos que constan en las tablas 14 a 17.

Se utilizó la tecnología BIM, porque permite estimar los REDEM más acertadamente que con medios manuales o tradicionales de cálculo y sin necesidad de ejecutar la demolición, permitiendo prever las mejores acciones sostenibles para el caso de estudio posteriormente en la puesta en obra.

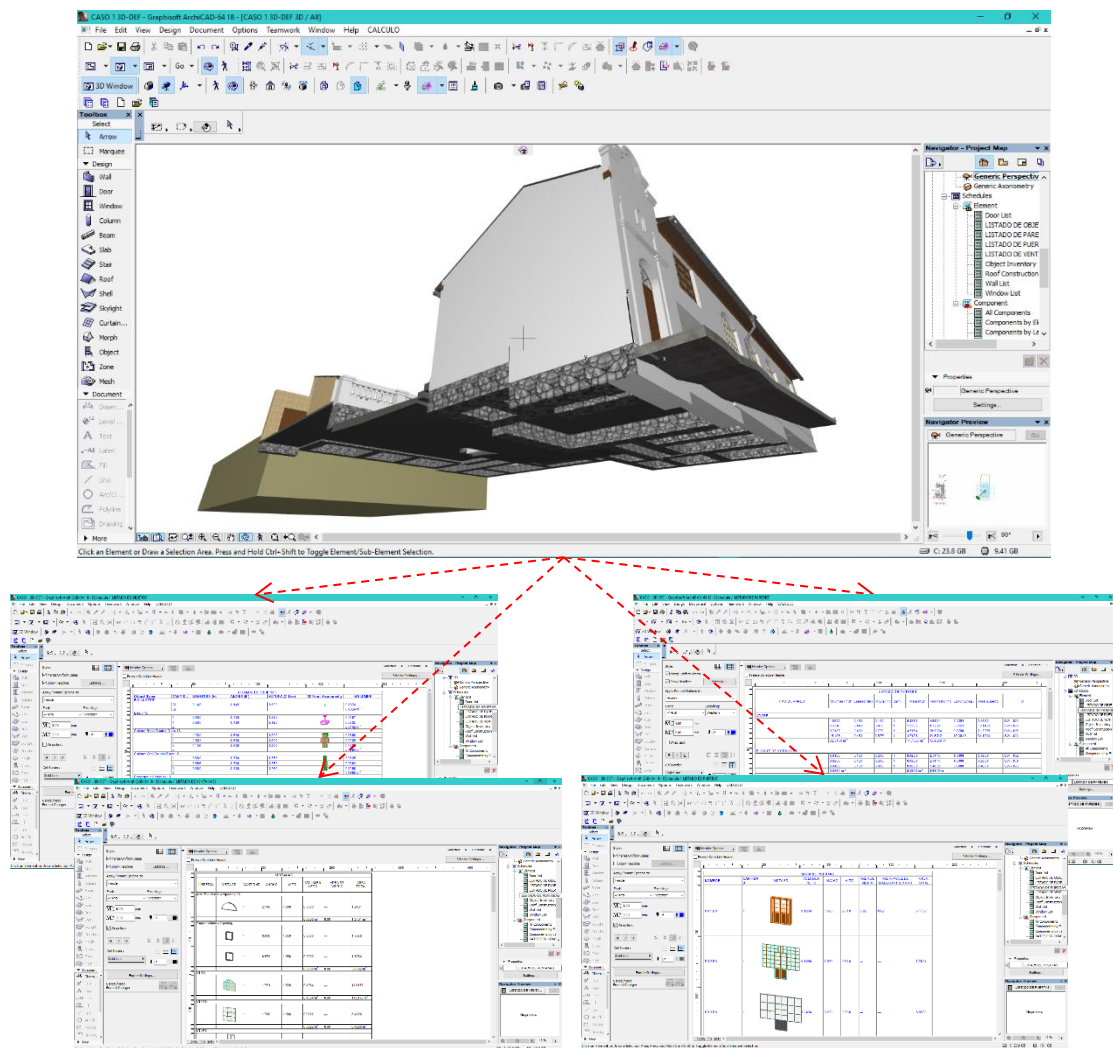


Figura 51: Interfaz de la aplicación para el modelizado BIM, elaborado por (Cabezas I., 2017)

Tabla 14: Datos de componentes de REDEM del Caso de estudio. Elaborado por (Cabezas I., 2018)

Componente	Volumen (m3)	Área cubierta (m2)	Área pisos / tumbados (m2)	Área paredes (m2)	Área piso ext (m2)	Longitud vigas (m)	Energía embebida (MJ)	Carbón embebido (kgCO2)	Masa (kg)	Espesor (m)	ID
ADOBE	32,34	0,00	0,00	11,76	0,00	0,00	145532,95	11642,64	48510,98		
ALERO DE DUELA DE MADERA	0,20	0,00	9,83	0,00	0,00	0,00	698,61	31,44	98,26		
BLOQUE DE HORMIGON	0,09	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	86,69	10,60	120,40		
CIM PIEDRA BASILICA 0.60x0.60m	48,97	0,00	0,00	83,25	0,00	0,00	636613,36	47011,45	97940,52		
CIM PIEDRA BASILICA 0.60x0.60m + PARED PIEDRA VARIABLE	37,23	0,00	0,00	154,32	0,00	0,00	483982,17	35740,22	74458,80		
CORREA G 100x50x15x2	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	49,74	19554,24	1420,36	972,85		
CORREA G 80x40x10x2	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	167,52	1612,06	117,09	80,20		
DINTELES DE MADERA	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	22,83	10,66	0,48	1,50		
FIBROCEMENTO	3,39	301,86	0,00	0,00	0,00	0,00	70070,50	4671,37	5077,57		
HORMIGON SIMPLE	1,61	0,00	0,88	0,40	0,00	9,48	7097,03	731,88	3696,37		
LADRILLO 15x30x8cm	172,36	0,00	7,97	68,02	0,00	8,57	775624,59	62049,97	258541,53		
LADRILLO JUNTO CIMIENTO	0,25	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	3297,04	243,47	507,24		
LADRILLO SOBRE CIMIENTO (3F) 1 LADO EXT	1,58	0,00	0,00	12,49	0,00	0,00	20546,53	1517,28	3161,00		
LADRILLO SOBRE CIMIENTO (3F) VISTO	1,95	0,00	0,00	8,18	0,00	0,00	25285,74	1867,25	3890,11		
LAMINA PLASTICA ONDULADA	0,07	13,43	0,00	0,00	0,00	0,00	2675,45	162,31	178,36		
PIEDRA BASILICA	6,98	0,00	0,00	11,21	0,00	0,00	23050,11	1383,01	15366,74		
PISO DE DUELA DE MADERA	1,16	0,00	57,79	0,00	0,00	0,00	4109,09	184,94	577,93		
PISO HORMIGON 10cm + CERAMICA 10mm											
BALDOSA CERAMICA	0,11		11,01				1430,65	105,65	220,10	0,01	SLA - 003
HORMIGON SIMPLE	0,35		11,01				1546,58	159,49	805,51	0,03	SLA - 003
PIEDRA BOLA	0,93		11,01				3081,96	184,92	2054,64	0,08	SLA - 003
	1,39	0,00	33,02	0,00	0,00	0,00	6059,19	450,06	3080,25		
PISO PIE BOL+LADRILLO+MORTERO CAL ARENA											
MORTERO CAL ARENA	0,25		8,38				44,82	2,77	553,31	0,03	SLA - 003
LADRILLO	0,76		8,38				3417,35	273,39	1139,12	0,08	SLA - 003
PIEDRA BOLA	0,95		8,38				3132,57	187,95	2088,38	0,10	SLA - 003
MORTERO CAL ARENA	0,20		6,72				35,90	2,22	443,26	0,03	SLA - 002
LADRILLO	0,67		6,72				3020,82	241,67	1006,94	0,08	SLA - 002
PIEDRA BOLA	0,84		6,72				2769,09	166,15	1846,06	0,10	SLA - 002
	3,67	0,00	45,30	0,00	0,00	0,00	12420,56	874,14	7077,06		
PISO PIE BOL+MORT CAL ARENA+ BALD CEM											
BALDOSA DE CEMENTO	0,40		20,06				5215,67	385,16	802,41	0,02	SLA - 003
MORTERO CAL ARENA	0,60		20,06				107,24	6,62	1323,98	0,03	SLA - 003
PIEDRA BOLA	1,60		20,06				5295,92	317,76	3530,62	0,08	SLA - 003
	2,61	0,00	60,18	0,00	0,00	0,00	10618,83	709,53	5657,00		
PISO PIE BOLA+MORT CEMENTO											
MORTERO DE CEMENTO	2,88		96,05				513,48	31,70	6339,24	0,03	SLA - 003
PIEDRA BOLA	7,70		96,05				25421,88	1525,31	16947,92	0,08	SLA - 003
MORTERO DE CEMENTO	0,51		16,97				90,71	5,60	1119,88	0,03	SLA - 004
PIEDRA BOLA	1,53		16,97				5058,07	303,48	3372,05	0,08	SLA - 004
	12,63	0,00	226,03	0,00	0,00	0,00	31084,14	1866,09	27779,09		
PISO PIE BOLA+MORTERO CAL ARENA+BALDOSA CEMENTO+VINIL											
VINIL	0,13		62,60				1114,98	82,34	171,53	0,00	SLA - 001
VINIL	0,10		48,70				867,36	64,05	133,44	0,00	SLA - 002
BALDOSA DE CEMENTO	1,25		62,60				16277,02	1202,00	2504,16	0,02	SLA - 001
BALDOSA DE CEMENTO	0,97		48,70				12662,24	935,06	1948,04	0,02	SLA - 002
MORTERO CAL ARENA	1,88		62,60				334,68	20,66	4131,86	0,03	SLA - 001
MORTERO CAL ARENA	1,46		48,70				260,36	16,07	3214,26	0,03	SLA - 002
PIEDRA BOLA	5,03		62,60				16596,29	995,78	11064,19	0,08	SLA - 001
PIEDRA BOLA	3,90		48,70				12857,39	771,44	8571,59	0,08	SLA - 002
	14,71	0,00	445,22	0,00	0,00	0,00	60970,32	4087,39	31739,07		
PISO PIE BOLA+MORTERO CAL ARENA+CERAMICA											
BALDOSA CERAMICA	0,05		5,32				691,91	51,09	106,45	0,01	SLA - 002
MORTERO CAL ARENA	0,16		5,32				28,45	1,76	351,28	0,03	SLA - 002
PIEDRA BOLA	0,43		5,32				1405,10	84,31	936,74	0,08	SLA - 002
	0,64	0,00	15,97	0,00	0,00	0,00	2125,47	137,16	1394,46		
PISO PIEDRA BOLA+MORT CEMENTO											
MORTERO DE CEMENTO	1,99		66,25				354,22	21,87	4373,04	0,03	
PIEDRA BOLA	5,30		66,25				17490,80	1049,45	11660,53	0,08	
	18,79				66,25		62001,34	3720,08	41334,23		TR - 001
	18,79	0,00	0,00	0,00	66,25	0,00	62001,34	3720,08	41334,23		
TUMBADO DE CARRIZO											
PANETE DE TIERRA	0,80		161,17				303,63	15,90	722,93	0,01	SLA - 009
MORTERO CAL ARENA	3,22		322,35				895,52	49,58	4984,91	0,01	SLA - 009
CARRIZO	6,45		161,17				22917,63	1031,45	3223,29	0,04	SLA - 009
PANETE DE TIERRA	0,14		27,48				51,93	2,72	123,65	0,01	SLA - 010
MORTERO CAL ARENA	0,55		54,96				152,83	8,46	851,81	0,01	SLA - 010
CARRIZO	1,10		27,48				3907,34	175,86	549,56	0,04	SLA - 010
	12,25	0,00	754,60	0,00	0,00	0,00	28228,88	1283,98	10456,15		
VIGAS DE MADERA	3,54	0,00	0,00	0,00	0,00	154,26	12591,19	566,69	1770,91		
VIGAS DE MADERA RUSTICA	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	12,99	2716,18	122,25	382,02		

Tabla 15: Datos de puertas del Caso de estudio. Elaborado por (Cabezas I., 2018)




















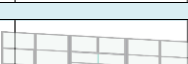




LIBRERIA	CANTIDAD	VISTA 3D	ANCHO (m)	ALTO (m)	VOLUMEN NETO (m3)	AREA DE VIDRIO	AREA DE PANEL DE MADERA O	AREA TOTAL (m2)
MADERA / MADERA VIDRIO								
PM1 EX	1		0,1254	1,580	2,010	0,92	0,62	3,1758
PM2 EX	1		0,1090	2,950	2,610	---	---	7,7004
PU 20 EX	1		0,0414	1,055	2,100	---	---	2,2157
PU1 EX	2		0,0928	0,970	2,535	---	---	2,4590
PU10 EX	1		0,0565	0,880	2,100	---	---	1,8480
PU11 EX	1		0,0630	0,890	2,100	---	---	1,8690
PU12 EX	1		0,0623	0,880	2,100	---	---	1,8480
PU13 EX	1		0,0630	0,890	2,100	---	---	1,8690
PU14 EX	1		0,0941	1,289	2,250	---	---	2,9005
PU2 EX	2		0,3110	2,420	1,860	---	---	4,5019
PU3 EX	1		0,0590	0,820	2,100	---	---	1,7220
PU4 EX	1		0,0622	0,820	2,270	---	---	1,8614
PU5 EX	1		0,0590	0,820	2,100	---	---	1,7220
PU6 EX	1		0,0575	0,900	2,100	---	---	1,8900
PU7 EX	1		0,0566	0,882	2,100	---	---	1,8532
PU8 EX	1		0,0575	0,900	2,100	---	---	1,8900
PU9 EX	1		0,0525	0,810	2,100	---	---	1,7010
PU15 EX	1		0,0686	0,973	2,100	---	---	2,0433
PU16 EX	1		0,0931	1,355	2,100	---	---	2,8446
HIERRO Y VIDRIO								
PM3 EX	1		0,0434	3,290	2,700	---	---	8,8830
PM4 EX	1		0,0382	2,454	3,089	---	---	7,5798
PU 17 EX	1		0,0059	0,897	1,820	---	---	1,6334
PU18 EX	1		0,0059	0,850	1,930	0,70	---	1,6405
PU19 EX	1		0,0049	0,690	1,820	0,56	---	1,2558

Tabla 16: Datos de ventanas del Caso de estudio. Elaborado por (Cabezas I., 2018)














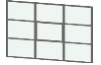











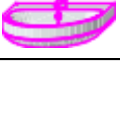
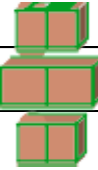
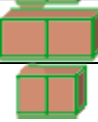
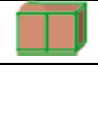






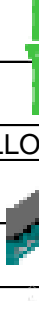
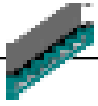

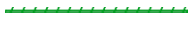









LIBRERIA	VISTA 3D	CANTIDAD	ANCHO (m)	ALTO (m)	VOLUMEN NETO (m3)	AREA DE VIDRIO (m2)	AREA DE PANEL DE MADERA O METAL (m2)	AREA TOTAL (m2)
MADERA / MADERA Y VIDRIO								
V1 EX		1,00	1,721	1,520	0,1054	1,04		11,8177
V15 EX		1,00	0,700	0,760	0,0006	0,71		0,4155
V17 EX		1,00	0,890	1,360	0,0279	0,67		3,5425
V18 EX		1,00	1,310	1,560	0,1111	1,22		11,5667
V19 EX		1,00	1,290	1,560	0,1097	1,21		11,4195
V2 EX		1,00	1,505	1,521	0,0965	1		10,6205
V20 EX		1,00	1,290	1,560	0,1097	1,2		11,4203
V21 EX		2,00	1,505	1,401	0,1864	1,25		22,4792
V3 EX		1,00	1,725	1,522	0,1060	1,24		11,8479
V4 EX		1,00	1,490	1,271	0,0921	1,04		10,2522
V5 EX		1,00	0,940	0,960	0,0356	0,5		4,5741
V6 EX		1,00	0,901	1,050	0,0372	0,53		4,7949
V7 EX		2,00	1,303	1,520	0,0880	2,26		11,2180
		15,00	16,57	17,57	1,11	13,87	0,00	125,97
HIERRO Y VIDRIO								
V10 EX		1,00	1,760	1,900	0,0222	3,29		8,4220
V11 EX		1,00	1,633	2,699	0,0207	3,10		7,8353
V12 EX		1,00	0,561	1,600	0,0060	0,88		2,2874
V13 EX		1,00	2,637	2,140	0,0371	5,57		13,9567
V14 EX		1,00	0,900	0,420	0,0029	0,37		1,2381
V16 EX		1,00	0,960	0,760	0,0056	0		2,3763
V22 EX		1,00	1,500	1,200	0,0122	1,77		4,7721
V8 EX		1,00	3,350	1,900	0,0416	6,28		15,6785
V9 EX		1,00	2,630	1,900	0,0330	4,92		12,4829
		9,00	15,93	14,52	0,18	26,18	0,00	69,05

Tabla 17: Datos de mobiliario y elementos decorativos del Caso de estudio. Elaborado por (Cabezas I., 2018)

NOMBRE DEL OBJETO	VISTA 3D	CANTIDAD	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN NETO (m3)
BALAUSTRE						
		32	0,148	0,148	0,600	0,1824
		32,00	0,15	0,15	0,60	0,18
Basin 18						
		1	0,600	0,450	0,850	0,0107
		1	0,660	0,480	0,190	0,0035
		2,00	1,26	0,93	1,04	0,01
Cabinet Base Double Door 18						
		1	1,200	0,600	0,900	0,1360
		1	1,804	0,600	0,900	0,2235
		3	1,136	0,600	0,900	0,4389
		5,00	4,14	1,80	2,70	0,80
Cabinet Wall Double Door 18						
		1	0,600	0,300	0,750	0,0335
		1	0,666	0,300	0,750	0,0364
		3	0,800	0,300	0,750	0,1269
		5,00	2,07	0,90	2,25	0,20
Downspout Complex 18						
		1	1,000	1,000	1,986	0,0000
		1	1,000	1,000	2,500	0,0000
		1	1,000	1,000	3,430	0,0001
		2	1,000	1,000	3,196	0,0000
		5,00	4,00	4,00	11,11	0,00
ESCALERA ALTILLO						
		1	1,000	1,000	1,315	0,5061
		1,00	1,00	1,00	1,32	0,51
Gutter 18						
		1	9,507	0,140	0,100	0,0000
		1	11,962	0,140	0,100	0,0000
		1	13,325	0,140	0,100	0,0000
		1	15,879	0,140	0,100	0,0000
		4,00	50,67	0,56	0,40	0,00
Modular Wardrobe 18						
		1	2,780	0,700	2,710	0,6244
		1	3,220	0,658	2,710	0,6039
		2,00	6,00	1,36	5,42	1,23
Sink Belfast 18						
		1	0,600	0,500	0,150	0,0207
		1,00	0,60	0,50	0,15	0,02
WC 18						
		3	0,350	0,640	0,400	0,0483
		3,00	0,35	0,64	0,40	0,05

Ficha 3 aplicada

FICHA 3: CARACTERIZACION DE LOS REDEM																						
CATEGORIA	RIESGO	NATURAL DAÑO	TIPO	SUBTIPO	DETALLE O DESCRIPCION	ESTADO DE CONSERVACION	POSIBLE DESTINO	Cantidad	Longitud (m)	Ancho (m)	Altura o espesor (m)	Área (m ²)	Volumenes parciales (m ³)	Volumen disponible (m ³)	%	% POR GRUPO						
APROVECHABLES	NO PELIGROSOS	INERTES	PÉTREOS	PIEDRA	Piedra basilica	BUENO	REUSO					248,78	93,18	120,56	12%	79%						
					Piedra bola	BUENO	REUSO				335,35	27,38										
				TIERRA	Tierra de excavación	BUENO	REUSO										656,00	656,00	63%			
					ADOBE	Adobes bloque más antiguo	BUENO	REUSO							11,76		32,34	32,34	3%			
				BLOQUES DE HORMIGON	Bloques de hormigon en areas mas jóvenes	MALO	RECICLAJE / DISPOSICIÓN FINAL								0,25		0,09	0,09	0%			
					HORMIGONES	Hormigón simple	MALO	RECICLAJE / DISPOSICIÓN FINAL				9,48			12,28		1,96	1,96	0%			
				MORTEROS	Mortero cal - arena	MALO	RECICLAJE / DISPOSICIÓN FINAL								529,09		8,32	14,64	1%			
					Mortero de cemento	MALO	RECICLAJE / DISPOSICIÓN FINAL								179,27		5,38					
					Pañete de tierra	MALO	RECICLAJE / DISPOSICIÓN FINAL								188,65		0,94					
				CERÁMICOS	AZULEJOS	Baldosas de cemento	MALO	RECICLAJE / DISPOSICIÓN FINAL							131,37		2,63	2,79	0%			
			Baldosa cerámica			MALO	RECICLAJE / DISPOSICIÓN FINAL							16,33	0,16							
			LADRILLOS	Ladrillos bloque en L	BUENO	REUSO					10,51			112,86	177,57	177,57	17%					
				METALES	HIERRO	Correas G 100x50x15x2	BUENO	REUSO								0,13	0,14	0%				
			Correas G 80x40x10x2	BUENO		REUSO				49,74	167,52											
			PLÁSTICOS	PVC	Lámina plástica ondulada	MALO	RECICLAJE / DISPOSICIÓN FINAL							13,43	0,07	0,29	0%					
					Vinil	MALO	RECICLAJE / DISPOSICIÓN FINAL							111,30	0,22							
			ORGANICOS	NO PELIGROSOS	FIBRAS VEGETALES	MADERA	Aleros de duela de madera	BUENO	REUSO						9,83	0,20	6,14	1%				
							Dinteles de madera	BUENO	REUSO				22,83						0,48			
						Piso de duela de madera	BUENO	REUSO								57,79	1,16	3,54	1%			
						Vigas de madera	BUENO	REUSO				154,26					3,54					
						Vigas de madera rustica	BUENO	REUSO									12,99	0,76				
						CARRIZO	Carrizo en tumbados	MALO	RECICLAJE / DISPOSICIÓN FINAL								188,65	7,55	7,55	1%		
						CHAMBAS DE CESPED, PLANTAS Y ARBOLES	Plantas y arboles mayores	BUENO	REUSO									20,00	20,00	2%		
						OTROS ELEMENTOS (ESPECIFICAR)	NO PELIGROSOS	NO PELIGROSOS	OTROS ELEMENTOS (ESPECIFICAR)	Puertas de madera / madera y vidrio	BUENO	REUSO		6,00					0,39	0,39	0%	
										Puertas de hierro y vidrio	BUENO	REUSO		5,00						0,10	0,10	0%
										Ventanas de madera / madera y vidrio	BUENO	REUSO		1,00						0,02	0,02	0%
			Ventanas de hierro y vidrio	BUENO	REUSO						9,00						0,00	-	0%			
			Mobiliario y piezas sanitarias / escaleras / canales y bajantes																-	0%		
			Balaustres	BUENO	REUSO						32,00							0,18	0,18	0%		
			Lavamanos	BUENO	REUSO						2,00							0,01	0,01	0%		
			Muebles de cocina bajos	MALO	RECICLAJE / DISPOSICIÓN FINAL						5,00							0,80	0,80	0%		
			Muebles de cocina altos	BUENO	REUSO						5,00							0,20	0,20	0%		
			Poncheras y bajantes de agua lluvia								5,00							0,00	0,00	0%		
Escalera metalica que va a altillo	BUENO	REUSO		1,00							0,51	0,51	0%									
Canales de agua lluvia				4,00							0,00	-	0%									
Armarios	BUENO	REUSO		2,00							1,23	1,23	0%									
Fregadero de platos	BUENO	REUSO		1,00							0,02	0,02	0%									
Inodoros	BUENO	REUSO		3,00							0,05	0,05	0%									
NO APROVECHABLES	PELIGROSOS	PLANCHAS ONDULADAS DE ASBESTO O PRODUCTOS QUE LO CONTENGAN	Planchas onduladas de fibrocemento	BUENO	REUSO							301,86	3,39	3,39	0%							
TOTALES														1.047	100%							

Porcentaje mayor corresponde a PÉTREOS

Porcentaje menor corresponde a METALES

1047 m³ equivalentes a 175 volquetas (6m³)

Según los datos del caso de estudio, el volumen total de REDEM es de 1047 m³, incluida la tierra de excavación junto con plantas y árboles mayores que se deben reubicar por el proyecto de obra nueva.

Si separamos el volumen de tierra de excavación y árboles, el volumen de REDEM del inmueble existente solo es de 371 m³, y dividimos para su área de construcción (291 m²) obtenemos un índice m³ REDEM /m² obra igual a 1.27; valor que está dentro del rango de referencia de otros países y ciudades encontrado según la Tabla 12, entre 0.732 hasta 1.4727. Si dividimos el volumen de tierra y arboles (676 m³), para el área del proyecto de obra nueva (1268 m²), tenemos un índice referencial de 0.53, que; sin embargo, puede variar mucho según el partido arquitectónico de implantación y condiciones particulares del nuevo edificio (Tabla 18).

Tabla 18: Cálculo de índices referenciales de m³ REDEM /m² según resultados del caso de estudio, elaborado por (Cabezas I., 2018)

DESCRIPCION	m2	m3 REDEM	m3 TIERRA DE EXCAVACION Y ARBOLES	INDICE
Inmueble existente	291	371		1,27
Proyecto nuevo	1268		676,00	0,53

Si proyectamos el índice m³ REDEM /m² obra obtenido de 1.27 según los datos de la SHTV de los m² derrocados en Quito con permiso desde enero 2014 a julio 2017, al 100, 75 y 50% (pues requiere más validaciones en más casos y diferentes tipologías constructivas para adoptarlo como representativo), los m³ de REDEM generados por mes en el DMQ, variarían entre 4600 a 9200 m³ (Tabla 19); cifras que distan considerablemente del promedio mensual de los 160000 m³ aprox. que llegan a las escombreras y corresponderían a no más de un 5.75%.

Situación que se puede explicar en el hecho de que en este porcentaje no se incluyen los residuos de construcción de obra nueva y que la composición de escombros que llegan a los sitios oficiales es muy variada e incluye una diversidad de otros elementos fuera de

los de la industria de la construcción. Pero este dato también puede indicar que no todas las demoliciones que se dan en el DMQ se realizan con los permisos reglamentarios y por eso no constan en los datos proporcionados por la SHTV.

Tabla 19: Proyección de m³ de REDEM a nivel urbano según el índice referencial del caso de estudio, elaborado por (Cabezas I., 2018)

Índice del caso de estudio		m ² derrocados DMQ enero 2014 a jul 2017	m ² derrocados x año DMQ	m ² derrocados x mes DMQ	m ³ REDEM x mes DMQ
100%	1,27	304273	86.935	7.245	9201
75%	0,95				6900
50%	0,64				4600

Los porcentajes mayores de los REDEM del inmueble existente corresponden a los cerámicos y a los pétreos, si los sumamos equivalen a más del 90% (Figura 52). También llama la atención que el porcentaje de metales, que es prácticamente el único tipo de materiales que sí se recicla comúnmente de manera informal, es mínimo en relación al volumen total.

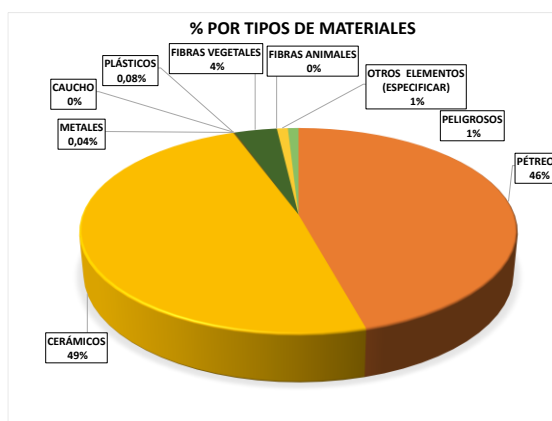


Figura 52: Composición de los REDEM del inmueble existente del caso de estudio. Elaborado por (Cabezas I., 2018)

Si se incluye la tierra de excavación para la ejecución del proyecto de obra nueva, la composición de los REDEM corresponde mayoritariamente a los pétreos (ver Figura 53), seguido por el volumen de los materiales cerámicos, que sumados llegan prácticamente

al 96%; lo que induce a pensar en que si se los maneja adecuadamente con el reuso o reciclaje a escala urbana, probablemente se podría evitar la extracción de materia prima virgen de minas.

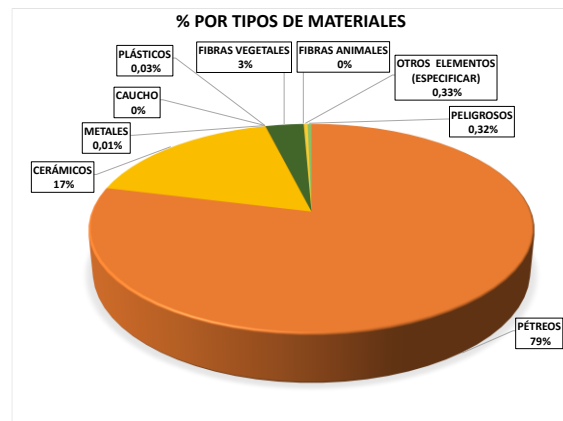


Figura 53: Composición de los REDEM del inmueble existente incluida la tierra de excavación del caso de estudio. Elaborado por (Cabezas I., 2018)

Es claro que este resultado está asociado a la tipología constructiva del inmueble, que tiene como elementos predominantes el adobe y el ladrillo, y un bajo o casi inexistente porcentaje de elementos compuestos de difícil separación. Hay que notar también que este tipo de materiales ocuparán un considerable espacio para su almacenamiento y tratamiento, más aun si se agrega la tierra de excavación, que deberá preverse durante la ejecución de la obra nueva.

4. Valorización según destino de los REDEM del caso de estudio

Luego de un arduo trabajo en equipo con los diseñadores del proyecto de obra nueva se definieron idealmente los volúmenes de materiales a reusar y reciclar, considerando lo más viable y aplicable en la realidad del proyecto de obra nueva, para la opción de Deconstrucción. También se definieron los volúmenes típicos de reuso, reciclaje y disposición final si se hiciera una Demolición tradicional.

Según los resultados obtenidos de la Ficha 4, con la Deconstrucción se puede llegar a un reuso del 96% y apenas un 4% va a disposición final, mientras que con la Demolición

tradicional el 99% va a disposición final, es decir a aumentar el volumen y consecuentes problemas en las escombreras (Ver Figura 54).

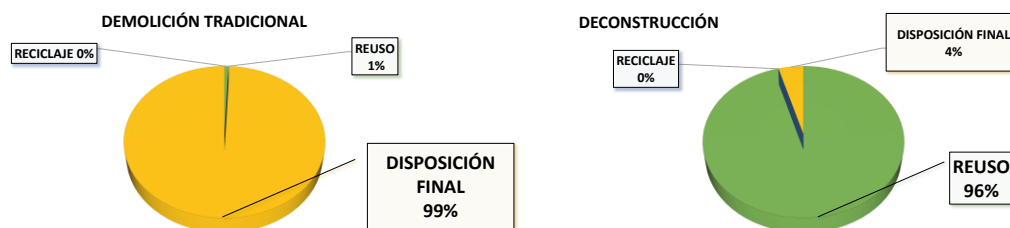


Figura 54: Porcentajes de reuso, reciclaje y disposición final de los REDEM según tipo de demolición del caso de estudio. Elaborado por (Cabezas I., 2018)

Comparando con la meta de la UE para el 2020, de reciclar el 70% de los RCD, el porcentaje del 96% es completamente alentador y alienta a verificarlo en obra y establecer de primera mano los requerimientos de área y condiciones especiales para el reuso de los REDEM en la misma obra.

Si se proyecta a nivel urbano en el DMQ, el porcentaje de reuso con Deconstrucción obtenido del caso de estudio a la mitad, es decir, a un 47.49% sobre los m³ de REDEM mensuales en el DMQ obtenidos en la Tabla 19, los m³ que se evitaría desechar en las escombreras serían mínimo de 2000 m³ (Tabla 20), es decir alrededor de 300 volquetas de 6 m³.

Tabla 20: m³ REDEM que se no se desecharían en las escombreras aplicando la Deconstrucción a nivel urbano.

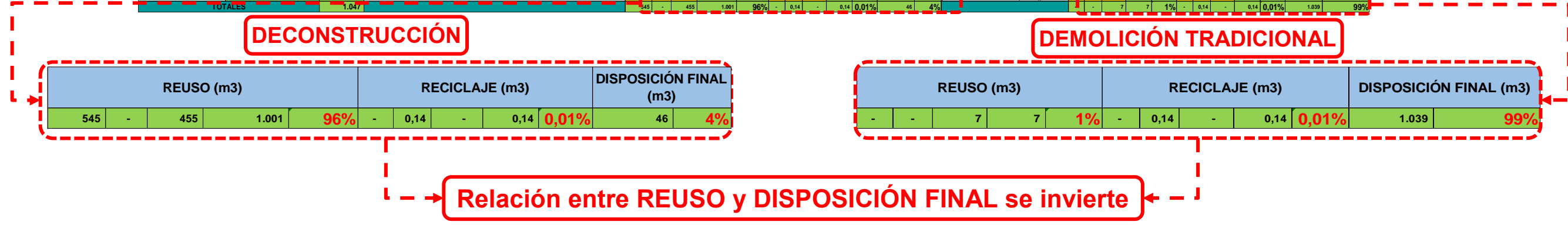
m ³ REDEM x mes DMQ	% REUSO TEORICO DEL CASO DE ESTUDIO	% REUSO CASTIGADO AL 50%	m ³ REDEM x mes evitados DMQ
9201	95,57%	47,79%	4.397
6900			3.297
4600			2.198

Pero estos valores variarán según se puedan sincerar los porcentajes de RCD y REDEM que realmente se producen en Quito, mismos que no fue posible determinar por la falta de datos y la demanda mayor de tiempo y recursos no disponibles en esta investigación. Una de las vías más expeditas para contar con los datos reales de REDEM a nivel urbano, sería la implementación obligatoria de planes o memorias técnicas de demolición y tratamiento de los REDEM, basadas en índices locales oficiales que deberían proveer las instituciones de gobierno, junto con el control y fiscalización necesarios. Pero además deberían darse planes o instrumentos de concienciación y fomento de la aplicación de las 3R para reducir el impacto de los REDEM y generación de empresas de economía circular que configuren una real sostenibilidad.

Los volúmenes asignados en la Ficha 4, para reuso, reciclaje y disposición final, en el caso de Deconstrucción, traducidos a en un diagrama de flujos o conocido como de Sankey se pueden observar en la Figura 55 más adelante.

Ficha 4 aplicada

FICHA 4: VALORIZACION SEGUN DESTINO DE LOS REDEM																				
SUBTIPO	DETALLE O DESCRIPCION	Volumenes parciales (m3)	DESCRIPCION / ESPECIFICACION DEL DESTINO EN CASO DE DECONSTRUCCION	DECONSTRUCCION										DESCRIPCION / ESPECIFICACION DEL DESTINO EN CASO DE DEMOLICION TRADICIONAL	DEMOLICION TRADICIONAL					
				REUSO (m3)				RECICLAJE (m3)			DISPOSICION FINAL (m3)				REUSO (m3)		RECICLAJE (m3)		DISPOSICION FINAL (m3)	
				en obra	fuera de obra	subtotal m³	%	en obra	fuera de obra	subtotal m³	%	en escombros autorizados	%		en obra	fuera de obra	subtotal m³	%	en escombros autorizados	%
PEDRA	Piedra basáltica	93,18	Empedrado permeable de la zona de circulación auto y parqueamiento (363 m2) / Reuso directo	93,18			100%													
	Piedra bola	27,38	- Fondos de cimentación - Decoración de jardín y caminería - Parte superior de los pozos de infiltración - Filtros de aguas grises	27,38			100%													
TIERRA	Tierra de excavación	656,00	Estrategia de minimización del volumen de excavación de tierra: - Realización de parqueaderos en superficie, - Adecuación del terreno para una excavación mínima* - Muro perimetral: (0,4x2,3x96m > 90m3) - Tierra a cualificar para su uso en pared (bloque, tapial o homgón de tierra; a confirmar) - Jardines (145 m2): Montículos, jardín, macetas - Aprovechamiento exterior: realización de taludes y terrazas agrícolas en zonas de pendiente, acuerdo en preparación con una comunidad de agricultores en Pichincha	207,70	448,30	656,00	100%													
ADOBES	Adobes bloque más antiguo	32,34	Muro perimetral (0,4x2,3x96m > 90m3) / Titulación del adobe para recuperar tierra y preparación del muro de tierra (adobe, tapial o homgón de tierra, a confirmar)	32,34			100%													
BLOQUES DE HORMIGON	Bloques de hormigon en areas mas juvenes	0,09	A disposición final				0%													
HORMIGONES	Hormigón simple	1,96	A disposición final				0%													
MORTEROS	Mortero cal-arena	8,32	A disposición final				0%													
	Mortero de cemento	5,38	A disposición final				0%													
CERÁMICAS, BALDOSAS O AZULEJOS	Pañete de tierra	0,94	A disposición final				0%													
	Baldosas de cemento	2,63	A disposición final				0%													
LADRILLOS	Baldosa cerámica	0,16	A disposición final				0%													
	Ladrillos bloque en L	177,57	Muros escaleras bloque jardín - Cimentación y base del muro perimetral de tierra (0,3x2,3x6m) Ladrillos rojos para titulación en agregados que pueden ser en 2 capas con 2 grosos: - Base permeable y reservorio agua con agregados de ladrillo en sub-capas del empedrado para la zona de circulación y parqueadero auto (0,3x2x0,3m) Ladrillos rojos, titulación en agregados: - Pisos de infiltración de agua (10 pozos de 2m3 cada uno) - Drenaje perimetral de paredes (1x4x 0,3 x 0,3) - Bancos realizados de galones de agregados de ladrillo (5 bancos) - Drenaje de macetas en terraza (2, 1x0,2x0,45) - Base de caminería de jardín (20x1 x 1,2x0,1) Ladrillos recuperados maestra: - Muros escaleras bloque jardín - Cimentación y base del muro perimetral de tierra (0,3x2,3x6m) Ladrillos rojos para titulación en agregados que pueden ser en 2 capas con 2 grosos: - Base permeable y reservorio agua con agregados de ladrillo en sub-capas del empedrado para la zona de circulación y parqueadero auto (0,3x2x0,3m) Ladrillos rojos, titulación en agregados: - Pisos de infiltración de agua (10 pozos de 2m3 cada uno) - Drenaje perimetral de paredes (1x4x 0,3 x 0,3) - Bancos realizados de galones de agregados de ladrillo (5 bancos) - Drenaje de macetas en terraza (2, 1x0,2x0,45) - Base de caminería de jardín (20x1 x 1,2x0,1)	160,40		160,40	90%													
HIERRO	Correas G 100x50x15x2	0,13	Venta a recicladores				0%	0,13	0,13	100%										
	Correas G 80x40x10x2	0,01	Venta a recicladores				0%	0,01	0,01	100%										
PVC	Lámina plástica ondulada	0,07	A disposición final				0%													
	Vinil	0,22	A disposición final				0%													
MADERA	Aleros de duela de madera	0,20	A disposición final				0%													
	Dinteles de madera	0,48	Dinteles de puerta (Aprovechamiento al 90% de los 23m disponibles)	0,4308		0,43	90%													
CARBONO	Piso de duela de madera	1,16	- Muebles oficina YES (25 m2) / 80% utilizable y necesidad de preparación de la madera - Revestimiento interior decorativo de pared en la entrada del bloque calle (20m2)	0,3984	0,5263	0,92	80%													
	Vigas de madera	3,54	Elementos verticales para la pared de escaleras con el vidrio recuperado / 70% utilizable (total: 166m)	2,48		2,48	70%													
CHARRAS DE CESPED, PLANTAS Y ARBOLLES	Elementos verticales para la pared de escaleras con el vidrio recuperado / 70% utilizable (total: 166m)	0,76	Elementos verticales para la pared de escaleras con el vidrio recuperado / 70% utilizable (total: 166m)	0,53		0,53	70%													
	Carrazos en turnados	7,55	A disposición final				0%													
OTROS ELEMENTOS (ESPECIFICAR)	Plantas y arboles mayores	20,00	Rintegración en jardines de la obra nueva	20,00		20,00	100%													
	Puertas de madera / madera y vidrio	0,39	Reuso en construcciones provisionales para obra nueva	0,39		0,39	100%													
PLANCHAS ONDULADAS DE ASBESTO O PRODUCTOS QUE LO CONTENGAN	Puertas de hierro y vidrio	0,10	Reuso en construcciones provisionales para obra nueva	0,10		0,10	100%													
	Ventanas de madera / madera y vidrio	0,02	Reuso en construcciones provisionales para obra nueva	0,02		0,02	100%													
OTROS ELEMENTOS (ESPECIFICAR)	Ventanas de hierro y vidrio	-	Reuso en construcciones provisionales para obra nueva	-		-	0%													
	Mobiliario y piezas sanitarias / escaleras / canchales y bajantes	-	Reuso en construcciones provisionales para obra nueva	-		-	0%													
	Balaustrés	0,18	Donación a trabajadores o interesados	0,18		0,18	100%													
	Lavamanos	0,01	Donación a trabajadores o interesados	0,01		0,01	100%													
	Muebles de cocina bajos	0,80	Donación a trabajadores o interesados	0,80		0,80	100%													
	Muebles de cocina altos	0,20	Donación a trabajadores o interesados	0,20		0,20	100%													
	Poncheras y bajantes de agua lluvia	0,00	Donación a trabajadores o interesados	0,00		0,00	100%													
	Escalera metálica que va a ahuilto	0,51	Donación a trabajadores o interesados	0,51		0,51	100%													
	Canales de agua lluvia	-	Donación a trabajadores o interesados	-		-	0%													
	Amarros	1,23	Donación a trabajadores o interesados	1,23		1,23	100%													
	Fregadero de platos	0,02	Donación a trabajadores o interesados	0,02		0,02	100%													
	Inodoros	0,05	Donación a trabajadores o interesados	0,05		0,05	100%													
TOTALES		1,047	Donar a recicladores/maestros/construtores interesados (A desmontar con precaución por el probable contenido en asbesto (302 m2))	545	455	1,001	96%	0,14	0,14	0,01%	46	4%	7	7	1%	0,14	0,14	0,01%	1,039	99%



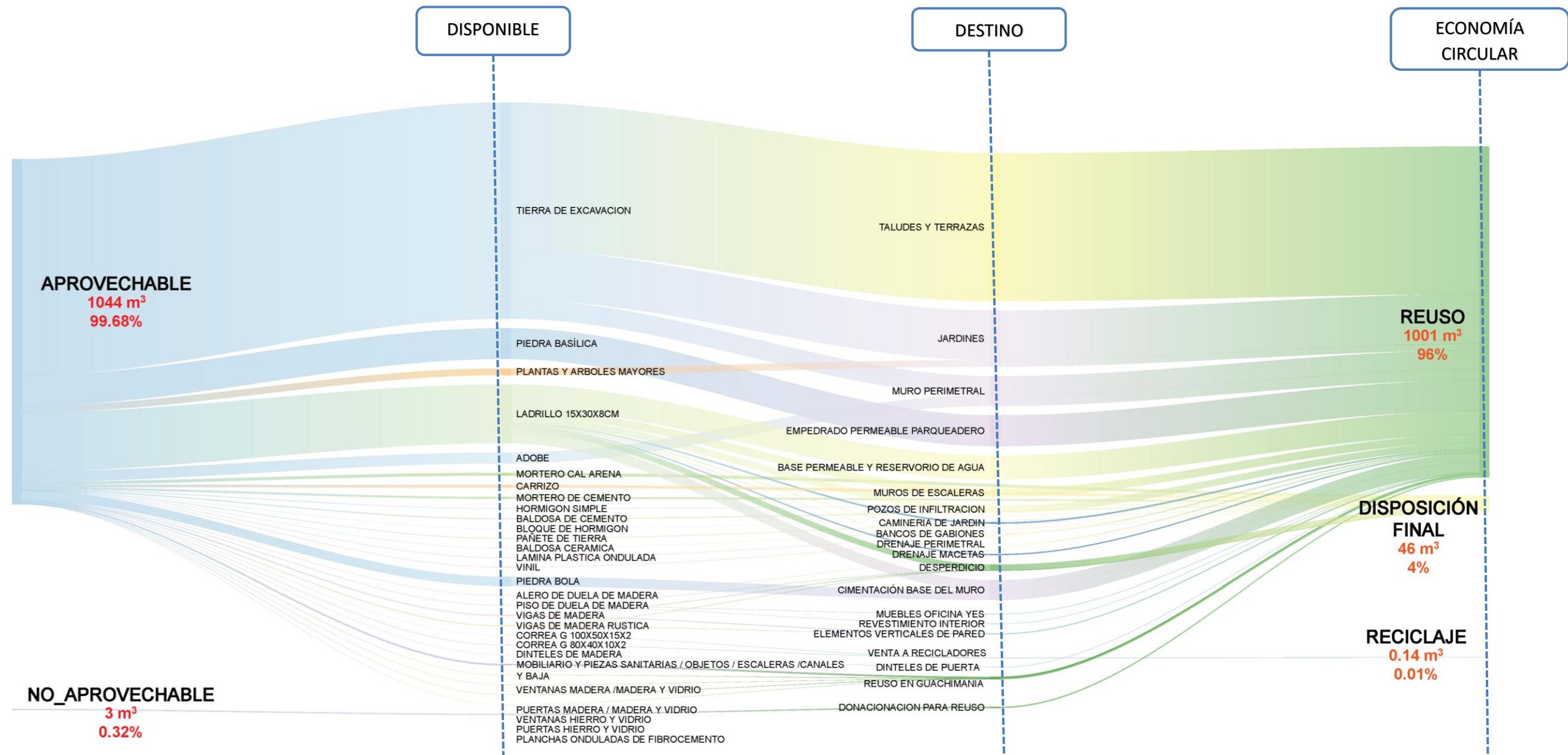


Figura 55: Diagrama de flujo o Sankey de los REDEM del Caso de estudio. Elaborado con Google development e-sankey diagram (Cabezas, I., 2018)

5. Valorización según tipo de demolición de los REDEM del caso de estudio

En la Ficha 5A, de los costos para deconstrucción y para demolición tradicional, se consideró la asignación de costos estimados de acuerdo a referencias similares con un incremento incluso del 30% en el caso de la Deconstrucción ya que no hay datos locales específicos al respecto. Los costos para Demolición tradicional corresponden a costos referenciales de mercado.

Para llenar las Fichas 5B y 5C se estimaron los días y personal necesarios para ejecutar el desmontaje de todos los materiales y elementos en el caso de la deconstrucción y demolición respectivamente, estos valores deberán confirmarse con los reales de la puesta en obra.

Para la puesta en obra de la deconstrucción será necesario capacitar previamente al personal, para subsanar la posible falta de experiencia en este tipo de procedimientos.

Ficha 5B aplicada

FICHA 5B: TIEMPO SEGÚN TIPO DE DEMOLICIÓN									
SUBTIPO	DETALLE O DESCRIPCION	Volumenes parciales (m3)	DECONSTRUCCIÓN				DEMOLICIÓN TRADICIONAL		
			DIAS ESTIMADOS PARA RECUPERACIÓN DE MATERIALES A REUSAR O RECICLAR	DIAS ESTIMADOS PARA DESALOJO ESCOMBROS	DIAS ESTIMADOS PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA POR OBRA NUEVA	SUBTOTAL	DIAS ESTIMADOS PARA DEMOLICIÓN SIN RECUPERACIÓN (incluye proceso, carga y disposición final)	DIAS ESTIMADOS PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA POR OBRA NUEVA	SUBTOTAL
PIEDRA	Piedra basilica	93,18		6,00	0,00		6,00		15,00
	Piedra bola	27,38		2,00	-0,00		2,00		-
TIERRA	Tierra de excavación	656,00				15,00			15,00
ADOBE	Adobes bloque más antiguo	32,34		5,00	0,00		5,00		-
BLOQUES DE HORMIGON	Bloques de hormigon en areas mas jóvenes	0,09	1,00		0,01		0,01		-
HORMIGONES	Hormigón simple	1,96	1,00		0,12		0,12		-
MORTEROS	Mortero cal - arena	8,32	1,00		0,52		0,52		-
	Mortero de cemento	5,38	1,00		0,34		0,34		-
CERÁMICAS, BALDOSAS O AZULEJOS	Pañete de tierra	0,94		1,00	0,06		1,06		-
	Baldosas de cemento	2,63	2,00		0,16		0,16		-
	Baldosa cerámica	0,16	1,00		0,01		0,01		-
LADRILLOS	Ladrillos bloque en L	177,57		10,00	1,07		11,07		-
HIERRO	Correas G 100x50x15x2	0,13		3,00	-		3,00		-
	Correas G 80x40x10x2	0,01		1,00	-		1,00		-
PVC	Lámina plástica ondulada	0,07		1,00	0,00		1,00		-
	Vinil	0,22		1,00	0,01		1,01		-
MADERA	Aleros de duela de madera	0,20					-		-
	Dinteles de madera	0,48		2,00	0,01		2,01		-
	Piso de duela de madera	1,16		3,00	0,00		3,00		-
	Vigas de madera	3,54		3,00	0,01		3,01	15,00	-
	Vigas de madera rustica	0,76		3,00	0,07		3,07		-
CARRIZO	Carrizo en tumbados	7,55					-		-
CHAMBAS DE CESPED, PLANTAS Y	Plantas y arboles mayores	20,00	5,00		-		-		-
OTROS ELEMENTOS (ESPECIFICAR)	Puertas de madera / madera y vidrio	0,39		2,00	-		2,00		-
	Puertas de hierro y vidrio	0,10		2,00	-		2,00		-
	Ventanas de madera / madera y vidrio	0,02		3,00	-		3,00		-
	Ventanas de hierro y vidrio	-		3,00	-		3,00		-
	Mobiliario y piezas sanitarias / escaleras / canales y bajantes	-		2,00	-		2,00		-
	Balaustrés	0,18					-		-
	Lavamanos	0,01					-		-
	Muebles de cocina bajos	0,80					-		-
	Muebles de cocina altos	0,20					-		-
	Poncheras y bajantes de agua lluvia	0,00					-		-
	Escalera metalica que va a altillo	0,51					-		-
	Canales de agua lluvia	-					-		-
	Armarios	1,23					-		-
	Fregadero de platos	0,02					-		-
Inodoros	0,05					-		-	
PLANCHAS ONDULADAS DE	Planchas onduladas de fibrocemento	3,39	3,00	3,00			3,00		-
TOTALES			DECONSTRUCCIÓN				78,00	DEMOLICIÓN TRADICIONAL	30,00
RELACIÓN									2,6

**Relación de tiempo
 Deconstrucción versus Demolición tradicional
 2.6:1**

Ficha 5C aplicada

FICHA 5C: RECURSOS HUMANOS SEGÚN TIPO DE DEMOLICIÓN									
SUBTIPO	DETALLE O DESCRIPCION	Volumenes parciales (m3)	DECONSTRUCCIÓN				DEMOLICIÓN TRADICIONAL		
			PERSONAL ESTIMADO PARA RECUPERACIÓN DE MATERIALES A REUSAR O RECICLAR	PERSONAL ESTIMADO PARA DESALOJO ESCOMBROS	PERSONAL ESTIMADO PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA POR OBRA NUEVA	SUBTOTAL	PERSONAL ESTIMADO PARA DEMOLICIÓN SIN RECUPERACIÓN (incluye proceso, carga y disposición final)	PERSONAL ESTIMADO PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA POR OBRA NUEVA	SUBTOTAL
PIEDRA	Piedra basilica	93,18				16,00			4,00
	Piedra bola	27,38				-			-
TIERRA	Tierra de excavación	656,00			4,00	4,00		4,00	4,00
ADOBES	Adobes bloque más antiguo	32,34				-			-
BLOQUES DE HORMIGON	Bloques de hormigon en areas mas jóvenes	0,09				-			-
HORMIGONES	Hormigón simple	1,96				-			-
	Mortero cal - arena	8,32				-			-
MORTEROS	Mortero de cemento	5,38				-			-
	Pañete de tierra	0,94				-			-
CERÁMICAS, BALDOSAS O AZULEJOS	Baldosas de cemento	2,63				-			-
	Baldosa cerámica	0,16				-			-
LADRILLOS	Ladrillos bloque en L	177,57				-			-
HIERRO	Correas G 100x50x15x2	0,13				-			-
	Correas G 80x40x10x2	0,01				-			-
PVC	Lámina plástica ondulada	0,07				-			-
	Vinil	0,22				-			-
	Aleros de duela de madera	0,20				-			-
MADERA	Dinteles de madera	0,48				-			-
	Piso de duela de madera	1,16				-			-
	Vigas de madera	3,54				-			-
	Vigas de madera rustica	0,76				-			-
CARRIZO	Carrizo en tumbados	7,55				-			-
CHAMBAS DE CESPED, PLANTAS Y	Plantas y arboles mayores	20,00				-	4,00		-
	Puertas de madera / madera y vidrio	0,39	12,00	4,00		-			-
	Puertas de hierro y vidrio	0,10				-			-
	Ventanas de madera / madera y vidrio	0,02				-			-
	Ventanas de hierro y vidrio	-				-			-
	Mobiliario y piezas sanitarias / escaleras / Balaustres	0,18				-			-
OTROS ELEMENTOS (ESPECIFICAR)	Lavamanos	0,01				-			-
	Muebles de cocina bajos	0,80				-			-
	Muebles de cocina altos	0,20				-			-
	Poncheras y bajantes de agua lluvia	0,00				-			-
	Escalera metalica que va a altillo	0,51				-			-
	Canales de agua lluvia	-				-			-
	Armarios	1,23				-			-
	Fregadero de platos	0,02				-			-
	Inodoros	0,05				-			-
PLANCHAS ONDULADAS DE	Planchas onduladas de fibrocemento	3,39				-			-
TOTALES			DECONSTRUCCIÓN			20,00	DEMOLICIÓN TRADICIONAL		8,00
RELACIÓN						2,5			

**Relación de mano de obra
 Deconstrucción versus Demolición tradicional
 2.5:1**

Ficha 5D aplicada

FICHA 5C: ENERGÍA EMBEBIDA RECUPERADA SEGÚN TIPO DE DEMOLICIÓN											
SUBTIPO	DETALLE O DESCRIPCION	Volumenes parciales (m3)	Densidad Kg/m3	Índice Energía embebida MJ/kg	DECONSTRUCCIÓN			DEMOLICIÓN TRADICIONAL			
					MATERIALES A REUSAR Y RECICLAR		SUBTOTAL ENERGÍA EMBEBIDA RECUPERADA CON DECONSTRUCCIÓN MJ/kg	MATERIALES A REUSAR Y RECICLAR		SUBTOTAL ENERGÍA EMBEBIDA RECUPERADA CON DEMOLICIÓN TRADICIONAL MJ/kg	
					m3	kg		m3	kg		
PIEDRA	Piedra basílica	93,18	2.200,00	1,50	93,18	204.996,00	307.494,00	-	-	-	-
	Piedra bola	27,38			27,38	60.236,00	90.354,00	-	-	-	-
TIERRA	Tierra de excavación	656,00	900,00	0,42	656,00	590.400,00	247.968,00	-	-	-	-
ADOBE	Adobes bloque más antiguo	32,34	1.590,00	0,47	32,34	51.420,60	24.167,68	-	-	-	-
BLOQUES DE HORMIGÓN	Bloques de hormigón en áreas más jóvenes	0,09	1.400,00	0,72	-	-	-	-	-	-	-
HORMIGONES	Hormigón simple	1,96	2.300,00	1,92	-	-	-	-	-	-	-
MORTEROS	Mortero cal - arena	8,32			-	-	-	-	-	-	-
	Mortero de cemento	5,38	2.200,00	0,08	-	-	-	-	-	-	-
	Pañete de tierra	0,94			-	-	-	-	-	-	-
CERÁMICAS, BALDOSAS O AZULEJOS	Baldosas de cemento	2,63			-	-	-	-	-	-	-
	Baldosa cerámica	0,16	2.000,00	6,50	-	-	-	-	-	-	-
LADRILLOS	Ladrillos bloque en L	177,57	1.500,00	3,00	160,40	240.600,00	721.800,00	-	-	-	-
HIERRO	Correas G 100x50x15x2	0,13			0,13	944,25	23.606,25	0,13	944,25	23.606,25	
	Correas G 80x40x10x2	0,01	7.500,00	25,00	0,01	78,00	1.950,00	0,01	78,00	1.950,00	
PVC	Lámina plástica ondulada	0,07			-	-	-	-	-	-	-
	Vinil	0,22	1.200,00	80,00	-	-	-	-	-	-	-
MADERA	Aleros de duela de madera	0,20	1.897,00	929,00	-	-	-	-	-	-	-
	Dinteles de madera	0,48			0,43	215,41	1.531,58	-	-	-	-
	Piso de duela de madera	1,16	500,00	7,11	0,92	462,36	3.287,38	0,53	263,15	1.871,00	
	Vigas de madera	3,54			2,48	1.239,67	8.814,02	-	-	-	-
	Vigas de madera rústica	0,76			0,53	267,37	1.900,97	-	-	-	-
CARRIZO	Carrizo en tumbados	7,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CHAMBAS DE CESPED, PLANTAS Y ARBOLES	Plantas y arboles mayores	20,00	-	-	20,00	-	-	-	-	-	-
OTROS ELEMENTOS (ESPECIFICAR)	Puertas de madera / madera y vidrio	0,39	465,00	7,69	0,39	179,40	1.379,56	0,39	179,40	1.379,56	
	Puertas de hierro y vidrio	0,10	7.500,00	25,00	0,10	737,25	18.431,25	0,10	737,25	18.431,25	
	Ventanas de madera / madera y vidrio	0,02	465,00	7,69	0,02	9,63	74,02	0,02	9,63	74,02	
	Ventanas de hierro y vidrio	-	7.500,00	25,00	-	-	-	-	-	-	-
	Mobiliario y piezas sanitarias / escaleras / canales y bajantes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Balaustres	0,18	2.000,00	1,34	0,18	364,80	488,83	0,18	364,80	488,83	
	Lavamanos	0,01	2.200,00	27,50	0,01	31,24	859,10	0,01	31,24	859,10	
	Muebles de cocina bajos	0,80	600,00	5,00	0,80	479,04	2.395,20	0,80	479,04	2.395,20	
	Muebles de cocina altos	0,20	600,00	5,00	0,20	118,08	590,40	0,20	118,08	590,40	
	Poncheras y bajantes de agua lluvia	0,00		51,00	0,00	-	-	0,00	-	-	-
	Escalera metálica que va a altito	0,51	7.500,00	25,00	0,51	3.795,75	94.893,75	0,51	3.795,75	94.893,75	
	Canales de agua lluvia	-		51,00	-	-	-	-	-	-	-
	Armarios	1,23	600,00	5,00	1,23	736,98	3.684,90	1,23	736,98	3.684,90	
	Fregadero de platos	0,02	7.500,00	25,00	0,02	155,25	3.881,25	0,02	155,25	3.881,25	
	Inodoros	0,05	2.200,00	27,50	0,05	106,26	2.922,15	0,05	106,26	2.922,15	
PLANCHAS ONDULADAS DE ASBESTO O PRODUCTOS QUE LO CONTENGAN	Planchas onduladas de fibrocemento	3,39	757,00	6,00	3,39	2.562,52	15.375,12	3,39	2.562,52	15.375,12	
TOTALES					DECONSTRUCCIÓN		1.577.849,42	DEMOLICIÓN TRADICIONAL		172.402,79	
RELACIÓN							9,2				

**Relación de energía embebida recuperada
 Deconstrucción versus Demolición tradicional
 9.2:1**

Los resultados obtenidos en las 4 fichas son los siguientes:

- El costo de la Deconstrucción puede ser menor 2.4 veces al de la Demolición tradicional.
- El tiempo para la Deconstrucción es 2.6 veces mayor al que llevaría la Demolición tradicional.
- El personal necesario es para la Deconstrucción 2.5 veces mayor al necesario para la Demolición tradicional.
- La energía embebida recuperada con la Deconstrucción es 9.2 veces mayor que la de la Demolición tradicional.

Lo que se puede interpretar hasta aquí es que la Deconstrucción, sin implicar mayor costo, a nivel social ocupa más personal durante más tiempo y representaría el menor impacto al ambiente natural por la alta recuperación de energía embebida al reusar la mayor cantidad de materiales.

6. Determinación del impacto según tipo de demolición del caso de estudio

Como se puede observar en la Ficha 6, en la mayoría de indicadores la opción que menor impacto tiene es la Deconstrucción, sobre todo en los indicadores del impacto al medio natural, que generalmente es el que menos se toma en cuenta. La proporción costo-tiempo, la única en la que en este caso resulta más favorable con la Demolición tradicional, podría variar si se tradujera en el beneficio económico, el social, al emplear más recursos humanos.

Ficha 6 aplicada

FICHA 6: INDICADORES DE IMPACTO SEGÚN TIPO DE DEMOLICIÓN									
MEDIO	INDICADOR	DIMENSIÓN		DECONSTRUCCIÓN		DEMOLICIÓN TRADICIONAL		MENOR IMPACTO	
SOCIAL	Generación de empleo	empleos	602	20,00	603	8,00	604	DECONSTRUCCIÓN	
ECONÓMICO	Tasa de recuperación de valor económico	%	605	95,58%	606	0,013%	607	DECONSTRUCCIÓN	
	Costo de operaciones de tratamiento y recuperación de RCD	\$	608	\$ 4.406,94	609	\$ 6.452,41	610	DECONSTRUCCIÓN	
	Costos de trasporte de RCD	\$	611	\$ 289,08	612	\$ 6.452,41	613	DECONSTRUCCIÓN	
	Relación costo - tiempo	\$/ T	614	56,50	615	215,08	616	DEMOLICIÓN TRADICIONAL	
NATURAL	La energía embebida de los materiales que componen los REDEM.	MJ/kg	617	1.468.125,36	618	62.678,73	619	DECONSTRUCCIÓN	
	Uso de la tierra	m ³	620	46,25	621	1.039,40	622	DECONSTRUCCIÓN	
							DEMOLICIÓN TRADICIONAL	623	1
							DECONSTRUCCIÓN	624	6
RESULTADO								625	DECONSTRUCCIÓN

Menor impacto ←

7. Conclusiones

- De acuerdo a los resultados del caso de estudio:
 - La Deconstrucción es la opción con la que se más se reduce el volumen de los residuos que irían a parar en los sitios de disposición final, lo que implica una menor ocupación de suelo para escombreras. Sin embargo, esto implica una mejor planificación de las áreas disponibles en la misma obra o en sitios cercanos para la clasificación, tratamiento y almacenamiento según se requiera.
 - El impacto social positivo es mayor con la Deconstrucción, ya que ocupa más plazas de empleo que la Demolición tradicional, que se reduce a un grupo humano mínimo y máquinas como la retroexcavadora. Si bien podría requerirse mayor especialización de la mano de obra para la Deconstrucción, se estima que el tiempo de capacitación es manejable versus los beneficios que representa.
 - Con la Deconstrucción el impacto negativo al medio natural, es el que más ampliamente se reduce, lo que implica una indiscutible vía de actuación sostenible para los REDEM.
- Debido a la estimación adoptada para varios datos requeridos por la metodología, sobre todo para la deconstrucción, por la falta de datos al menos referenciales de experiencias similares, será necesario que cuando se ejecute la puesta en obra se obtengan los datos reales y llegar a unos resultados definitivos.
- Las proyecciones urbanas según los índices del caso de estudio son alentadores como para emprender estudios a escala mayor.

Conclusiones finales y recomendaciones

En relación a las preguntas de investigación y objetivos planteados se presentan las siguientes:

- Los residuos generados por la demolición de edificios en Quito sí pueden ser recursos para la construcción, si se manejan a través de procesos planificados que incluyan la Deconstrucción o Demolición selectiva y aplicación de las 3R, para disminuir su impacto.
- Se determinaron varias ventajas al incorporar un proceso de valoración, evaluación y tratamiento de los REDEM, de manera teórica, que ameritan ser corroboradas con la puesta en obra del caso de estudio y la validación en otros más, para obtener una retroalimentación que permita su optimización.

Con respecto al estado del arte se puede decir que:

- El incorporar el DFR o el DFD para la reducción de los REDEM en la enseñanza académica y de actualización de los profesionales de la construcción, debería ser considerado como mandatorio.
- Las normativas sobre demolición y los REDEM, deberían ser más específicas incorporando guías prácticas, formatos técnicos de declaración y sistemas de control e incentivos efectivos que logren la concienciación masiva y aplicación de las 3R para reducir el impacto. De tal manera que vayan más allá de solo asegurar el pago por la disposición final.
- Ante el escaso y naciente desarrollo de los métodos de gestión y evaluación específicos para los REDEM; se confirma la necesidad de desarrollar métodos propios que incluyan la filosofía de las 3R y el ACV y que se adapten a la realidad local y recursos disponibles.

Sobre el planteamiento de la metodología se tiene que:

- Es imperiosa la necesidad de desarrollar bases de datos de los materiales presentes a nivel local que permitan usar sistemas más integrales que los índices o indicadores, como el ACV, para evaluar más efectivamente su impacto como REDEM.

Según los resultados de la aplicación de la metodología en el caso de estudio se puede decir que:

- Se confirmó que para el manejo del fin de vida del inmueble existente, la deconstrucción versus la demolición tradicional es la opción que más ventajas representa en todos los niveles de impacto, sobre todo al medio natural. Sin embargo, al ser resultados teóricos, deben confirmarse con la puesta en obra para establecer el porcentaje de distorsión y las dificultades de implementación.
- Es necesario validar la metodología en un más amplio espectro de casos que permitan consolidarla como una herramienta multi-escala de diagnóstico y políticas acertadas para el manejo de los REDEM.

En base a lo anterior, se aspira dar continuidad a la investigación con el proyecto MINUR en las siguientes líneas de investigación:

- Implementación de programas de capacitación para los involucrados en la construcción, sobre las 3R, Deconstrucción, manejo de REDEM, DFR o DFD y economía circular aplicada.
- Planteamiento de mecanismos de incentivos y reglamentos específicos que puedan elevarse a normas para fomentar las 3R, la Deconstrucción, el manejo adecuado de los REDEM y la economía circular en la construcción.
- Continuar con el planteamiento de metodologías de gestión y evaluación de los REDEM locales.
- Consolidación de datos locales para viabilizar la aplicación del ACV para evaluar el impacto de los REDEM.
- Factibilidad de la creación de bancos de almacenaje o procesamiento de los REDEM y RCD, que no pueden ser reutilizados en la misma obra.
- Incorporación de políticas de inclusión social y comercio justo de los REDEM, que incluyan a grupos informales y empresas que ya trabajen con éstos como materia prima secundaria o que puedan hacerlo.
- Utilización de plataformas informáticas que faciliten la el intercambio de los REDEM y RCD.

ANEXOS

Anexo 1: Descarga de residuos en quebradas

Ver partes resaltadas en amarillo.



DAÑOS. Daños al ambiente y al paisaje urbano ocasionan descargas en quebradas.

Con operativos se quiere mantener las quebradas limpias

Desde el aluvión de octubre anterior en la Panamericana se han retenido a 20 volquetas.

Con la amenaza de lluvia en el ambiente, un equipo de gestión de riesgos recorría con una camioneta doble cabina las quebradas de Calderón. La inspección sorpresa tenía como objetivo detectar si había personas arrojando basura o escombros.

Al frente de este grupo se encontraba el comisario de uso de suelo de la Agencia Metropolitana de Control (AMC) Patricio Jiménez, quien explicó que estas inspecciones se realizan con apoyo de las policías Nacional y Metropolitana. El funcionario explicó que el objetivo es evitar que continúen las descargas que afectan a las quebradas y al ambiente y que ponen en situación de riesgo a las poblaciones aledañas.

Materiales

El comisario también confirmó que estas inspecciones han servido para retener a 20 volquetas que realizaban descargas de tierra, piedras, bloques de cemento y otros materiales de desechos de construcciones.

Esta veintena de casos se realizaron luego de que en noviembre anterior se redoblaran los controles tras el aluvión que se registró en el kilómetro 5 del tramo Calderón - Guayllabamba de la vía Panamericana Norte y que sepultó a dos personas.

En total, desde enero del año anterior hasta la fecha, se han levantado 1.700 expedientes de sanciones por descargas ilegales, precisa un informe de la AMC.

Legislación

De acuerdo con la legislación vigente, el arrojar basura, escombros de la construcción u otros desechos constituye una infracción ambiental. Las ordenanzas municipales 332 y 321 establecen sanciones económicas de hasta 10 Remuneraciones Básicas Unificadas (750 dólares) y la retención de la unidad.

En la inspección sorpresa, que se realizó el último martes, el equipo de control llegó hasta la quebrada Chaquilsca Huayco, ubicada bajo las dos lomas de La Bota, al norte.

En el sitio los inspectores observaron cómo el ingreso de volquetas ha generado surcos y desniveles en el mismo filo de la quebrada, cuyo interior ya no luce con el verdor de la naturaleza sino con montículos grises de cemento, acero y concreto.

Vecinos

Esta semana Quito también sintió una de las consecuencias de este tipo de descargas clandestinas con el taponamiento con basura de la quebrada de San Isidro del

Escombreras autorizadas

La alternativa legal para que los ciudadanos puedan deshacerse de escombros son las dos escombreras autorizadas por la Secretaría del Ambiente y la Empresa Pública de Gestión de Residuos Sólidos, según las autoridades.

La primera es la de El Troje, localizada en el extremo sur de la ciudad, en la avenida Simón Bolívar, cerca del límite con el cantón Mejía (Machachi). La segunda se habilitó a inicios de este año y se encuentra en Oyacoto, al costado de la Panamericana Norte en la vía a Guayllabamba.

Inca, que formó el represamiento de al menos 1.800 metros cúbicos de aguas de lluvia.

Cerca de esta zona del taponamiento mencionado, en el barrio Buenos Aires de La Bota, bajo las casas asentadas en la loma de La Bota, los moradores de la calle Félix Barreiro también expresaron su preocupación por la reciente tala de árboles cerca de la quebrada.

Carlos Tipán, habitante de esa zona, comentó que "desde la escuela hemos venido escuchando que no hay que talar los árboles que sostienen a los taludes y quebradas. Por eso no sé cómo es que se permite que los talen. Ojalá intervengan porque aquí hay muchas viviendas que podrían resultar afectadas". (JCER)

Figura 56: Con operativos se quiere mantener las quebradas limpias. Fuente: Diario La Hora, jueves 16 de febrero de 2017 Quito, pg. 3; URL: <https://lahora.com.ec/noticia/1102031071/nacional>

Anexo 2: Legalización de sitios clandestinos y sanciones por botar desechos fuera de escombreras autorizadas

Ver partes resaltadas en amarillo.

Miércoles 26 de octubre del 2016 / EL COMERCIO // 7

QUITO

CIUDAD El Municipio ha abierto 110 expedientes para sancionar a quienes botan desechos en laderas

Oyacoto es sitio preferido para escombreras

Evelyn Jácome, redactora
 njarrin@elcomercio.com (I)

Se lo hace a escondidas, especialmente en la noche, mirando a un lado y otro para asegurarse de que nadie le observa. Arrojar basura o escombros en lugares no autorizados es una práctica frecuente en la capital. Emaseo, la empresa que se encarga de la recolección de los desechos sólidos en Quito, tiene identificados 157 puntos críticos donde las personas acostumbran arrojar ese tipo de desperdicios.

Se los clasifica como puntos de bajo, medio y alto impacto: en estos tercetos son en los que arrojan escombros, usualmente quebradas y zonas alejadas con poca vigilancia. Así lo explica Juan Pablo Muñoz, subdirector de Operaciones de Emaseo. Ocurre principalmente en quebradas de Lloa, Tanlagua, Rumicucho, Calderón, Pintag, Nayón, Llano Chico y más.

Arrojar un costal de tierra, de cemento o cualquier tipo de basura a una quebrada genera un impacto ambiental (contaminación de fuentes hídricas), urbanístico, estético y además, puede desencadenar un problema mayor.

Verónica Arias, titular de la Secretaría de Ambiente, explica que los desechos hacen que las quebradas se tapen y el agua no pueda fluir por el cauce natural, lo que puede generar aluviones, como el ocurrido el domingo en la noche en el sector de Oyacoto.

Según el Ministerio de Obras Públicas, el deslizamiento que atrapó a 50 vehículos en la Panamericana Norte y quitó la vida a una madre y su hija, pudo ser provocado por la presencia de escombreras y botaderos ilegales ubicados en la parte alta de la montaña en Zabala y San Miguel del Común.

Esos dos son precisamente los lugares donde más expedientes por arrojar escombros en lugares no autorizados ha abierto la Agencia de Control en lo que va del año. Gabriela Tarredregui, supervisora de la entidad, explica que de enero a julio se abrieron 110 expedientes en todo el distrito y los infractores han tenido que pagar una multa del 50% de un Salario Mínimo.

Ignacio Coreya, morador del sector del aluvión, dice que esta zona se inunda cuando hay lluvias. Según Coreya, el problema de los escombros es común en los barrios altos del norte y pide más contenidos y vigilancia.

Larredregui asegura que en el sector de Calderón realizan operativos al menos una vez a la semana, debido a la cantidad de denuncias que recibe ya que es una zona conflictiva. Sin embargo, como la infracción ocurre la mayoría de veces en la noche, es complicado evitarla.

Para constatar la gravedad del problema basta recorrer la parte alta de Calderón. Casi cada pliegue de la tierra, cada unión de lomas, tiene huellas de haber recibido algún tipo de desperdicio. Lo mismo ocurre en las quebradas del noroccidente de la ciudad, en Atucucho, Toctiucú, Catzuquí de Velasco, Santa María, Men del Hierro, Culebrillas...

Todo desecho de construcción necesita ser tratado técnicamente. En Quito hay dos escombreras autorizadas: El Troje (sur), que recibe al día entre 800 y 700 volquetas, y en Piedras Negras, (Tumbaco) que recibe unos 20 camiones al día.

Santiago Andrade, gerente de Operaciones de la Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Emgirs), que maneja las escombreras, explica que ese tipo de material no puede ser dispuesto sin supervisión, sino que debe ser correctamente ubicado y compactado técnicamente para que no sea vulnerable a deslizamientos. Cuando se lo hace de la manera correcta, indica, el terreno queda firme y seguro. Pero cuando el escombros se arrojan en quebradas anti-técnicamente, el riesgo es inevitable.

El problema es que en la capital, las personas no se preocupan de la disposición final de los escombros, pese a que la Ordenanza 332 regula la actividad. Cuando se hace alguna construcción, el dueño de la propiedad se encarga de contratar una volqueta y pagar entre USD 40 y 100 para que se lleve el material.

José Armijos, quien maneja una volqueta que opera en San Antonio de Pichincha desde hace 15 años, asegura que viajar desde el norte hasta El Troje para dejar los escombros, le resulta imposible debido a la distancia. De hacerlo, debería cobrar el doble y nadie lo contrataría. Así que, con resignación, cuenta que arroja el material en una de las escombreras ilegales de la Mitad del Mundo.

Precisamente el mes pasado la Emgirs llegó a un acuerdo con la comunidad de Cocotog, norte de la ciudad, para habilitar en la quebrada de Gualapata una escombrera. También, hay un proyecto para hacerlo en San Antonio.

La solución no es cerrar las escombreras ilegales, según Arias, porque los infractores buscarían otro espacio. Asegura que se está haciendo un análisis para determinar cómo trabajar con ellos. Ya clara que el tema va más allá del control, y aterriza en un problema de conciencia ciudadana.



Ayer por la mañana, se inició la recolección la limpieza de quebradas que van a dar al sector de Oyacoto.

50
 POR CIENTO
 de un salario mínimo
 es la multa por botar
 escombros.



Figura 57: Oyacoto es sitio preferido para escombreras. Fuente: Diario El Comercio, miércoles 26 de octubre del 2016, pg. 7; URL: <http://www.elcomercio.com/actualidad/oyacoto-escombreras-basura-inundacion-panamericana.html>

Anexo 3: Datos de RCD en escombreras autorizadas de Quito

Tabla 21: Volumen de escombros ingresados a las escombreras autorizadas de Quito desde abril del 2015 a abril 2017. Fuente: EMGIRS-EP

AÑO	MES	ESCOMBRERA	ESCOMBROS INGRESADO S m3	TOTAL MES	TOTAL AÑO
2015	Abril	El Troje 4	95.672,93	95672,93	1085024,30
	Mayo	El Troje 4	78.567,95	85329,02	
		Piedras Negras	6.761,07		
	Junio	El Troje 4	83.471,62	91103,01	
		Piedras Negras	7.631,39		
	Julio	El Troje 4	101.033,86	109614,18	
		Piedras Negras	8.580,32		
	Agosto	El Troje 4	116.479,81	124429,63	
		Piedras Negras	7.949,82		
	Septiembre	El Troje 4	144.114,09	153449,01	
		Piedras Negras	9.334,92		
	Octubre	El Troje 4	Diurno	232.073,86	
Nocturno			10.530,40		
Piedras Negras		7.192,06			
Noviembre	El Troje 4	Diurno	94.950,59	101231,56	
		Nocturno	594,20		
	Piedras Negras	5.686,77			
Diciembre	El Troje 4	Diurno	67.855,03	74398,64	
		Nocturno	885,58		
	Piedras Negras	5.658,03			
2016	Enero	El Troje 4	Diurno	81.387,12	88605,28
			Nocturno	1.005,34	
		Piedras Negras	6.212,82		
	Febrero	El Troje 4	Diurno	130.274,50	138354,64
			Nocturno	1.228,33	
		Piedras Negras	6.851,81		
	Marzo	El Troje 4	Diurno	198.040,50	209082,43
			Nocturno	4.316,00	
		Piedras Negras	6.725,93		
	Abril	El Troje 4	Diurno	130.777,56	135740,53
			Nocturno	1.117,48	
		Piedras Negras	3.845,49		
	Mayo	El Troje 4	Diurno	127.461,19	135839,06
			Nocturno	2.811,26	
		Piedras Negras	5.566,61		
	Junio	El Troje 4	Diurno	167.992,91	179697,13
			Nocturno	1.265,80	
		Piedras Negras	10.438,42		
	Julio	El Troje 4	Diurno	203.904,10	220542,68
			Nocturno	10.889,58	
		Piedras Negras	5.749,00		
	Agosto	El Troje 4	Diurno	178.034,46	205715,53
			Nocturno	19.866,63	
		Piedras Negras	7.814,44		
Septiembre	El Troje 4	Diurno	119.074,07	150118,32	
		Nocturno	22.836,25		
	Piedras Negras	8.208,00			
Octubre	El Troje 4	Diurno	141.222,94	190969,42	
		Nocturno	44.473,48		
	Piedras Negras	5.273,00			
Noviembre	El Troje 4	Diurno	149.941,58	195625,19	
		Nocturno	35.010,72		
	Piedras Negras	6.077,00			
Diciembre	El Troje 4	Diurno	121.551,33	152580,52	
		Nocturno	13.355,19		
	Piedras Negras	4.504,00			
		Oyacoto	13.170,00		

2017	Enero	El Troje 4	Diurno	138.724,00	198621,50	864538,50
			Nocturno	33.054,00		
		Piedras Negras		4.699,00		
		Oyacoto		22.144,50		
	Febrero	El Troje 4	Diurno	137.274,50	220678,00	
			Nocturno	57.105,50		
		Piedras Negras		6.305,00		
		Oyacoto		19.993,00		
	Marzo	El Troje 4	Diurno	96.726,50	208708,00	
			Nocturno	55.372,50		
		Piedras Negras		5.682,00		
		Oyacoto		50.927,00		
	Abril	El Troje 4	Diurno	77.501,50	236531,00	
Nocturno			65.149,00			
Piedras Negras		6.267,00				
Oyacoto		87.613,50				
PROMEDIO m3				158097,34	1317477,84	
				MENSUAL	ANUAL	

Anexo 4: Volúmenes de RCD desechados por escombrera.

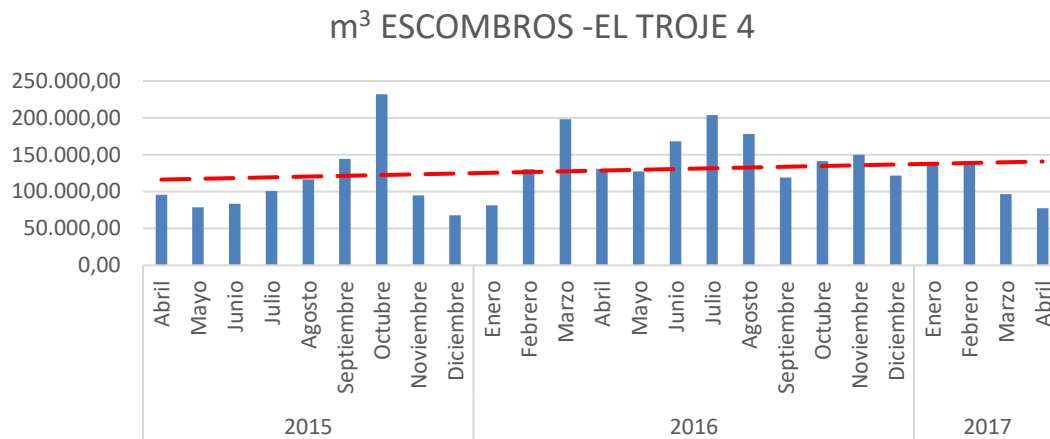


Figura 58: Volumen de escombros ingresados a la escombrera El Troje 4 de Quito desde abril del 2015 a abril 2017. Fuente: Datos de la EMGIRS-EP procesados por (Cabezas I., 2017)

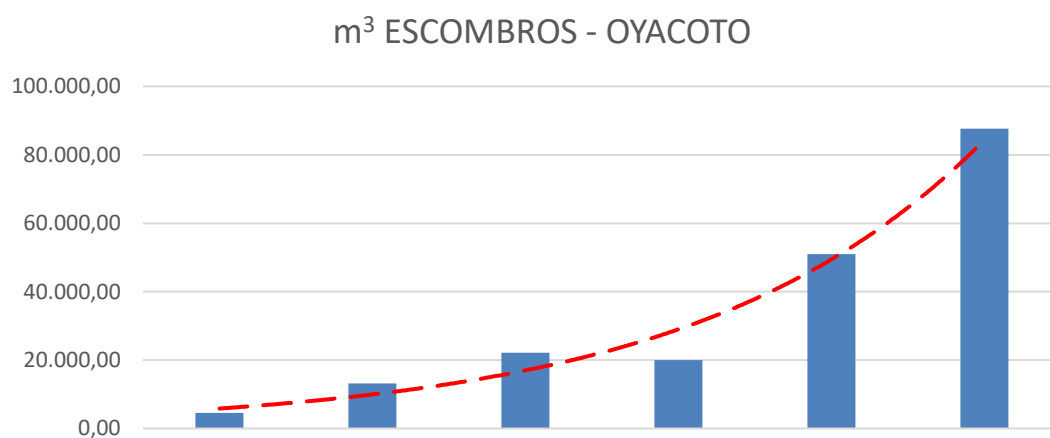


Figura 59: Volumen de escombros ingresados a la escombrera Oyacoto de Quito desde abril del 2015 a abril 2017. Fuente: Datos de la EMGIRS-EP procesados por (Cabezas I., 2017)

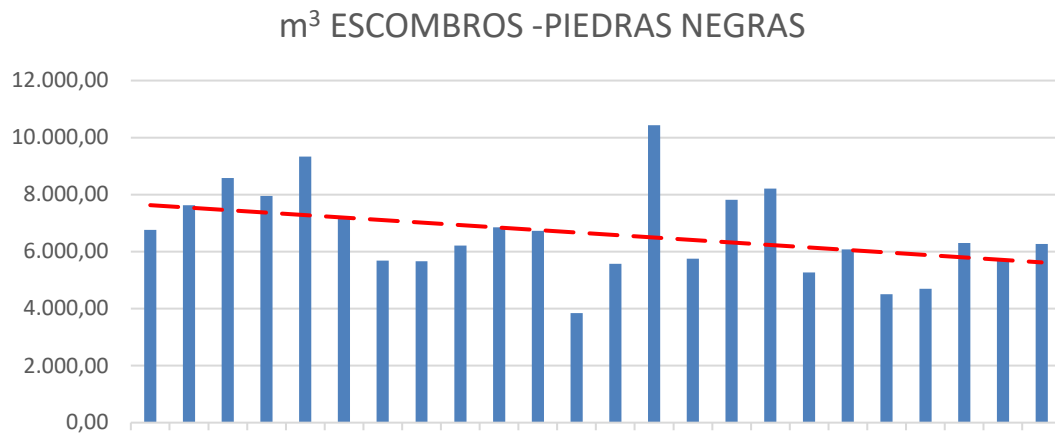


Figura 60: Volumen de escombros ingresados a la escombrera Oyacoto de Quito desde abril del 2015 a abril 2017. Fuente: Datos de la EMGIRS-EP procesados por (Cabezas I., 2017)

Anexo 5: m² derrocados en el DMQ**Tabla 22: resumen de los datos de m² derrocados con licencia LMU-20 simplificada entre enero 2014 a julio 2017, fuente SHTV.**

Parroquia	Cantidad m ²	Valor Unitario	Subtotal
SIN PARROQUIA	40,00	\$ 10,00	\$ 400,00
Alangasi	5277,99	\$ 22,39	\$ 186.164,05
Amaguania	535,22	\$ 16,00	\$ 5.473,40
Belisario Queved	8771,95	\$ 11,02	\$ 170.906,14
Calacali	482,09	\$ 6,92	\$ 2.045,90
Calderon	5282,86	\$ 14,20	\$ 42.401,75
CARCELÉN	1676,75	\$ 133,33	\$ 184.189,72
Centro Historico	128,97	\$ 30,38	\$ 3.918,11
CHECA	15,00	\$ -	\$ -
CHILIBULO	1277,92	\$ 3,13	\$ 1.000,00
CHILLOGALLO	1233,56	\$ 15,42	\$ 7.897,80
Chimbacalle	3165,62	\$ 5,45	\$ 14.706,26
Cochapamba	80,42	\$ 10,00	\$ 804,20
COMITÉ DEL PUEBLO	2637,86	\$ 9,91	\$ 34.412,97
Concepcion	2519,55	\$ 108,25	\$ 39.637,54
CONOCOTO	6254,76	\$ 14,18	\$ 52.180,48
COTOCOLLAO	3223,01	\$ 22,96	\$ 50.873,08
Cumbaya	15975,44	\$ 14,45	\$ 209.797,72
EL CONDADO	1148,29	\$ 53,13	\$ 23.474,33
El Quinche	151,86	\$ 13,00	\$ 2.097,44
GUAMANÍ	12240,75	\$ 12,77	\$ 18.655,81
Guayllabamba	380,00	\$ 2,00	\$ 760,00
Iniaquito	143618,31	\$ 8,22	\$ 1.798.605,56
Itchimbia	3589,71	\$ 19,53	\$ 77.190,72
JIPIJAPA	4356,66	\$ 24,28	\$ 37.504,46
Kennedy	2468,64	\$ 14,92	\$ 44.895,11
LA ARGELIA	934,35	\$ 32,78	\$ 5.199,11
LA ECUATORIANA	500,38	\$ 21,10	\$ 5.483,15
La Ferroviaria	1373,51	\$ 17,43	\$ 9.893,41
LA LIBERTAD	802,83	\$ 18,45	\$ 8.093,44
La Magdalena	8545,99	\$ 9,60	\$ 69.854,35
LA MENA	420,87	\$ 1,25	\$ 1.560,05
La Merced	80,00	\$ 25,00	\$ 2.000,00
Llano Chico	178,00	\$ 17,50	\$ 2.140,00
Mariscal Sucre	6891,75	\$ 18,69	\$ 134.893,34
Nayon	157,05	\$ -	\$ -
PIFO	1500,37	\$ 12,50	\$ 387,50
Pintag	84,00	\$ 18,00	\$ 984,00
Pomasqui	3732,00	\$ 55,00	\$ 5.880,00
PONCEANO	7561,52	\$ 13,94	\$ 77.096,76
PUELLARO	120,00	\$ -	\$ -
Puembo	9693,52	\$ 14,45	\$ 50.167,28
Puengasi	10,00	\$ 235,73	\$ 2.357,30
Quitumbe	530,35	\$ 17,34	\$ 9.809,20
Rumipamba	10998,66	\$ 17,00	\$ 86.752,95
S.Isidro del Inc	534,83	\$ 15,00	\$ 7.983,80
S.Jose de Minas	196,00	\$ -	\$ -
San Antonio	1957,60	\$ 10,94	\$ 17.776,14
SAN BARTOLO	2518,44	\$ 7,55	\$ 16.817,83
San Juan	1290,81	\$ 27,45	\$ 41.197,82
Solanda	1122,17	\$ 14,27	\$ 14.825,32
TABABELA	458,42	\$ 2,50	\$ 1.492,10
TUMBACO	9029,88	\$ 12,35	\$ 75.692,83
TURUBAMBA	6025,43	\$ 44,11	\$ 36.190,20
YARUQUÍ	426,99	\$ 13,76	\$ 6.211,46
ZÁMBIZA	63,77	\$ -	\$ -
TOTALES	304272,68		\$ 3.700.731,89

Anexo 6: Herramientas informáticas del ACV relacionadas con la evaluación de impactos de los RCD y REDEM

Tabla 23: Herramientas de ACV para RCD. Fuente: Adaptada de (Rivela, 2012, págs. 86-87) y (Mohamed, 2015, pág. 157), elaborada en Excel por (Cabezas, 2017)

SOFTWARE O HERRAMIENTA	PAIS	AUTOR	VERSION(es)	URL	BREVE DESCRIPCION	NIVEL
SimaPro	Países bajos	PRé Consultants	PAGADA / 30 DIAS PRUEBA / EDUCATIVA	www.simapro.com	Permite el uso de bases de datos de inventario propias del usuario o bibliográficas como BUWAL, IDEMAT, ETH, I/MAM. Permite realizar ACVs completos con múltiples métodos de evaluación de impactos	General
Gabi	Alemania	Universidad de Stuttgart (Alemania) / PE International	PAGADA / 30 DIAS PRUEBA	www.gabi-software.com	Además de las posibilidades convencionales de ACV, este programa permite asociar costes a los flujos y realizar análisis económicos	General
SMART SPP (Proyecto) / ES2_SMART_SPP_LCC_CO2_tool_v2.xls (Herramienta Excel)	Europa	Autores: Dominik Seebach (Oko-Institut e.V.), Aure Adell (Ecoinstitut Barcelona); Co-autor: Philipp Tepper (CLEI) Derechos de autor: El consorcio SMART SPP, resp. ICLEI – Gobiernos Locales por la Sostenibilidad, 2011.	GRATUITA	www.smart-spp.eu	Se usa en contratación pública de productos y proyectos nuevos en Barcelona, España.	General
Herramientas VERDE / VERDE Residencial VERDE Equipamiento (Herramientas Excel)	España	Green Building Council España	GRATUITA	www.gbce.es/es/pagina/certificacion-verde	Las herramientas VERDE tienen como objetivo dotar de una metodología de evaluación de la sostenibilidad de los edificios.	General
Umberto	Alemania	lfu-Institut		www.umberto.de	Utiliza las bases de datos Ecoinvent 3 y Gabi, crea modelos gráficos claros y concisos del CV del producto y además presenta los resultados del ACV con tablas, gráficos y diagramas Sankey	General
OpenLCA		Iniciativa de PRé Consultants y PE International, (Participan University of Leiden, University of Berkeley, EPFL Lausanne, Harvard School of Public Health, Syvatica, Universität Wuppertal, Joint Research Centre of the European Commission y el Centre de Ressources des Technologies pour l'Environnement (CRTE) de Luxemburgo)			Puede ser modificado por cualquier persona. Utiliza varias bases de datos como: ecoinvent 3, Gabi y ELCD.	General
MEDECO, Métré des DEchets de Construction					Se basa en los conceptos de "deconstrucción" y demolición selectiva para todo el sector de la construcción.	Específico
PBRs Waste Calculator / PBRsWasteCalculatorv13.xls (Herramienta Excel)	Emiratos Arabes	Department of Urban Planning and Municipalities - Abu Dhabi		www.upc.gov.ae/en/estdama/pearl-rating-system/pearl-building-rating-system	El PBRs es aplicable a todas las tipologías de edificios, sus sitios y las instalaciones asociadas, incluidos hospitales, almacenes, edificios industriales, laboratorios y hoteles.	Específico
UrbicAD Gestión de Residuos de Construcción y Demolición	España	UrbicAD™ architecture S.L.	PAGADA	www.urbicad.com/mico/residuos.htm	Aplicación de software adaptada a la Ley 22/2011 de 28 de julio de residuos y suelos contaminados al R.D. 105/2008 (y demás normativa autonómica como el D.89/2010 de Cataluña y el D.112/2012 del País Vasco) por el que se regula la producción y gestión de los RCDs, y que permite desarrollar tanto en obras de Edificación como en Obra Civil. (Se base en BIM de Revit)	Específico
BRE SMARTWaste	Reino Unido	BRE	PAGADA (PERO ON LINE)	www.smartwaste.co.uk/	SMARTWaste es una herramienta de informes ambientales en línea diseñada por BRE para ayudar a la industria de la construcción a monitorear e informar sobre áreas como la generación y gestión de residuos, planes de gestión de desechos del sitio, uso de energía y agua, madera sostenible y suministro de materiales e impactos de carbono del transporte.	General
Wisard	(Francia)	Pricewaterhouse Coopers		www.pwcglobal.com	Indicado para análisis del impacto económico y medioambiental de residuos sólidos municipales	
TEAM	Francia	Ecobilan PwC			Permite gestionar largas BBDD y modelar cualquier sistema de ACV de productos, procesos y actividades de una empresa de acuerdo a las normas UNE-E ISO.	

Anexo 7: Planos del edificio existente

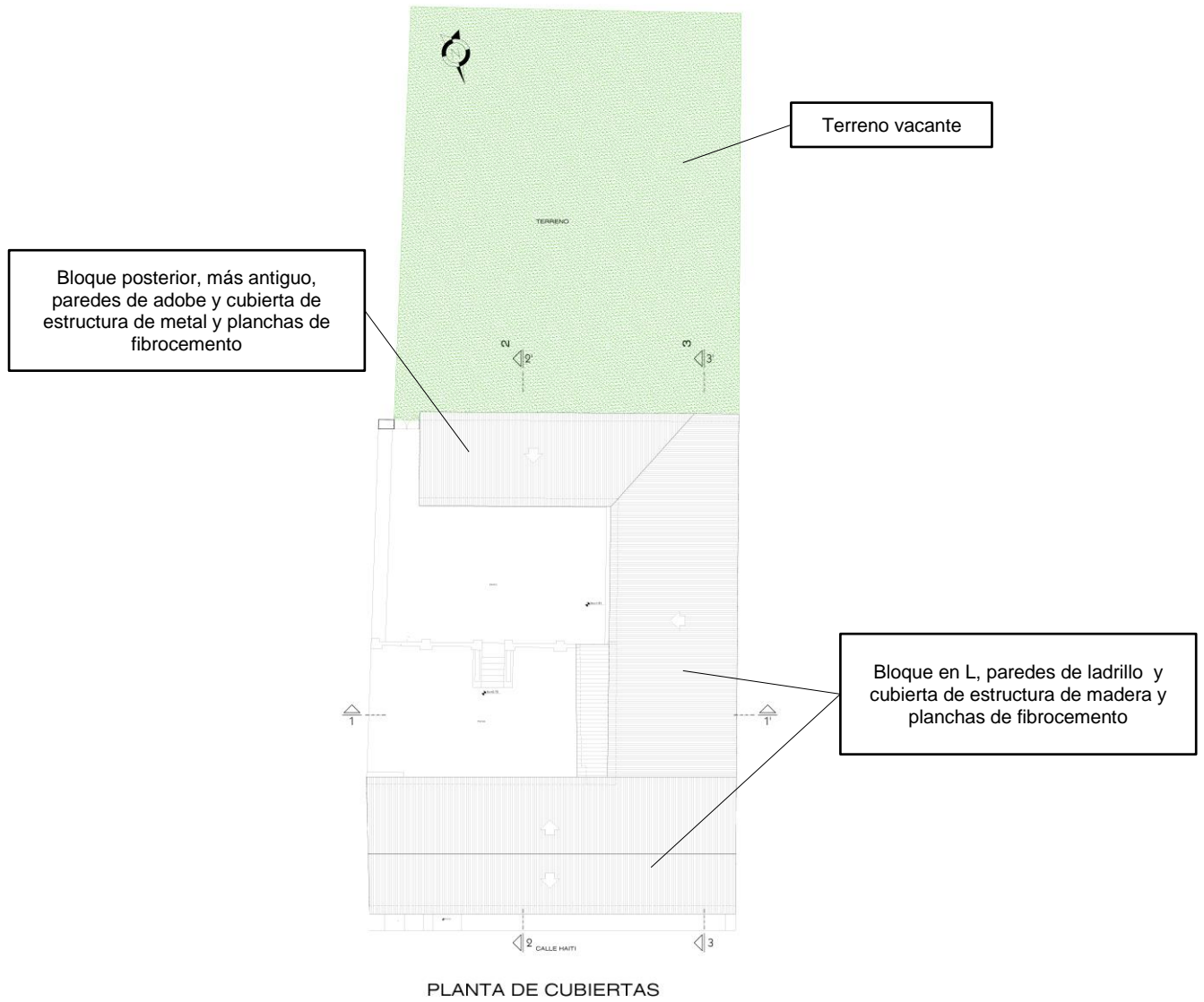


Figura 61: Planta de cubiertas inmueble existente, Elaborado por (Cabezas I., 2017)

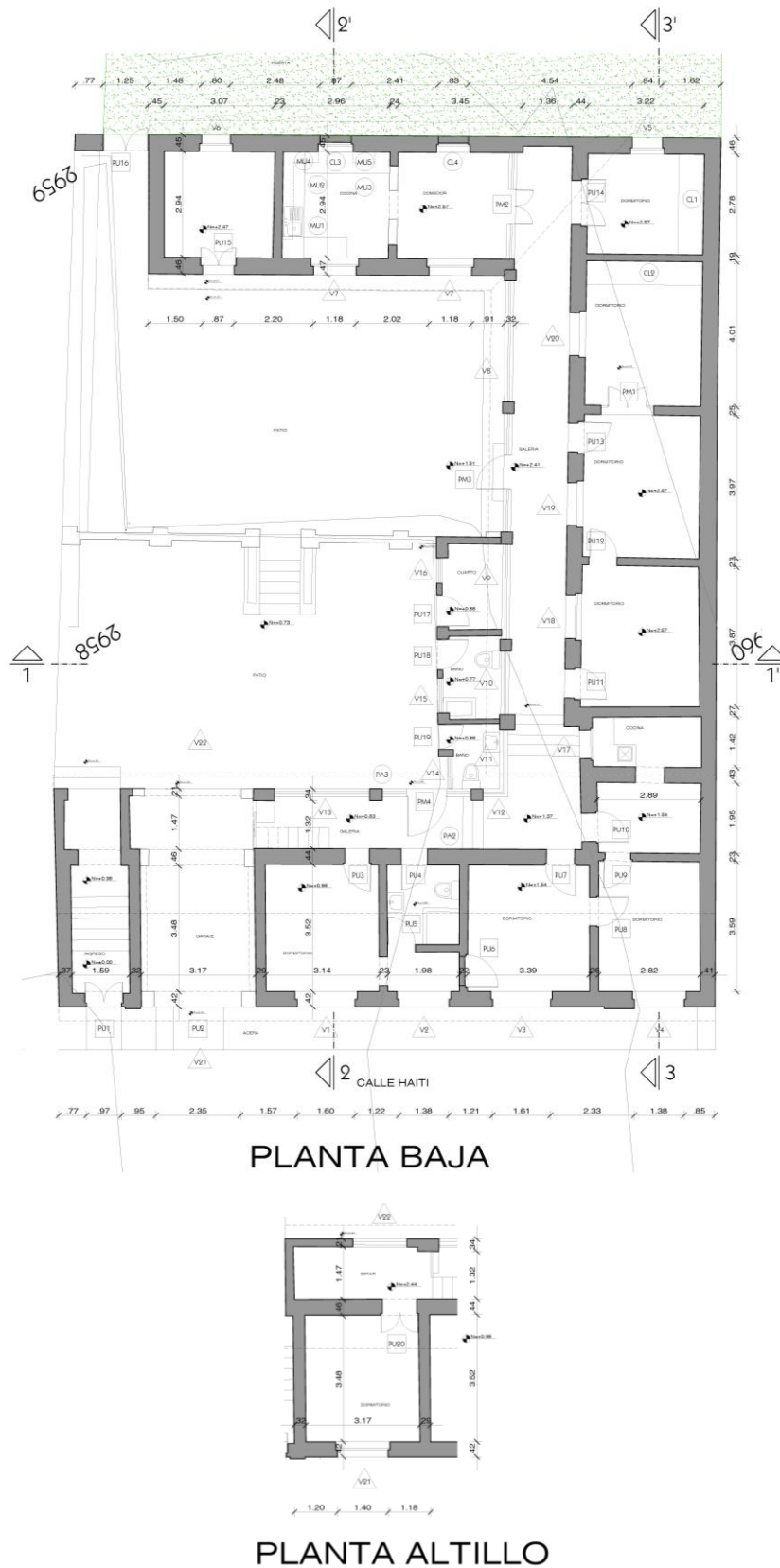


Figura 62: Plantas inmueble existente. Elaboradas por (Cabezas I., 2017)

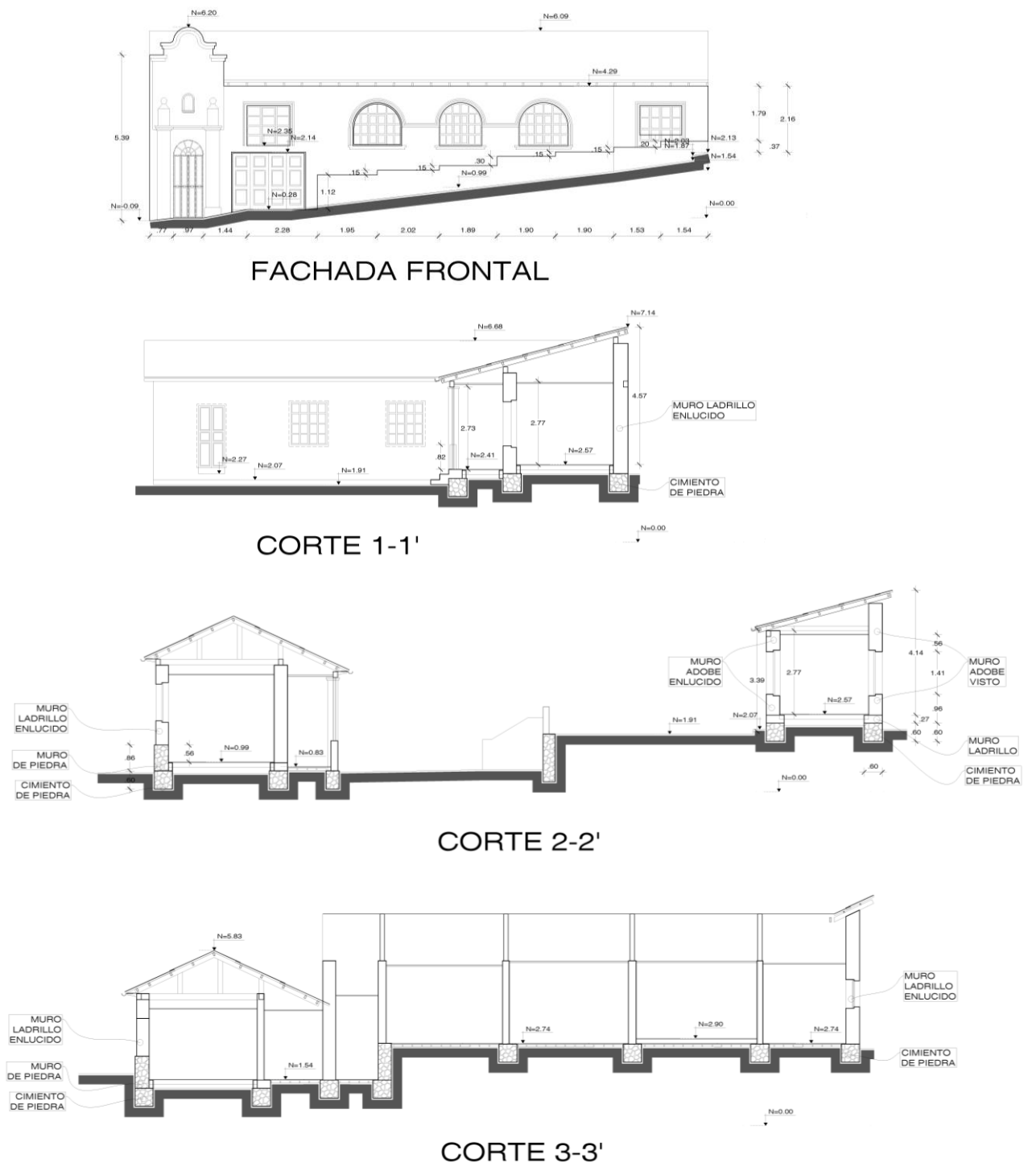


Figura 63: Fachada principal y cortes inmueble existente. Elaboradas por (Cabezas I., 2017)

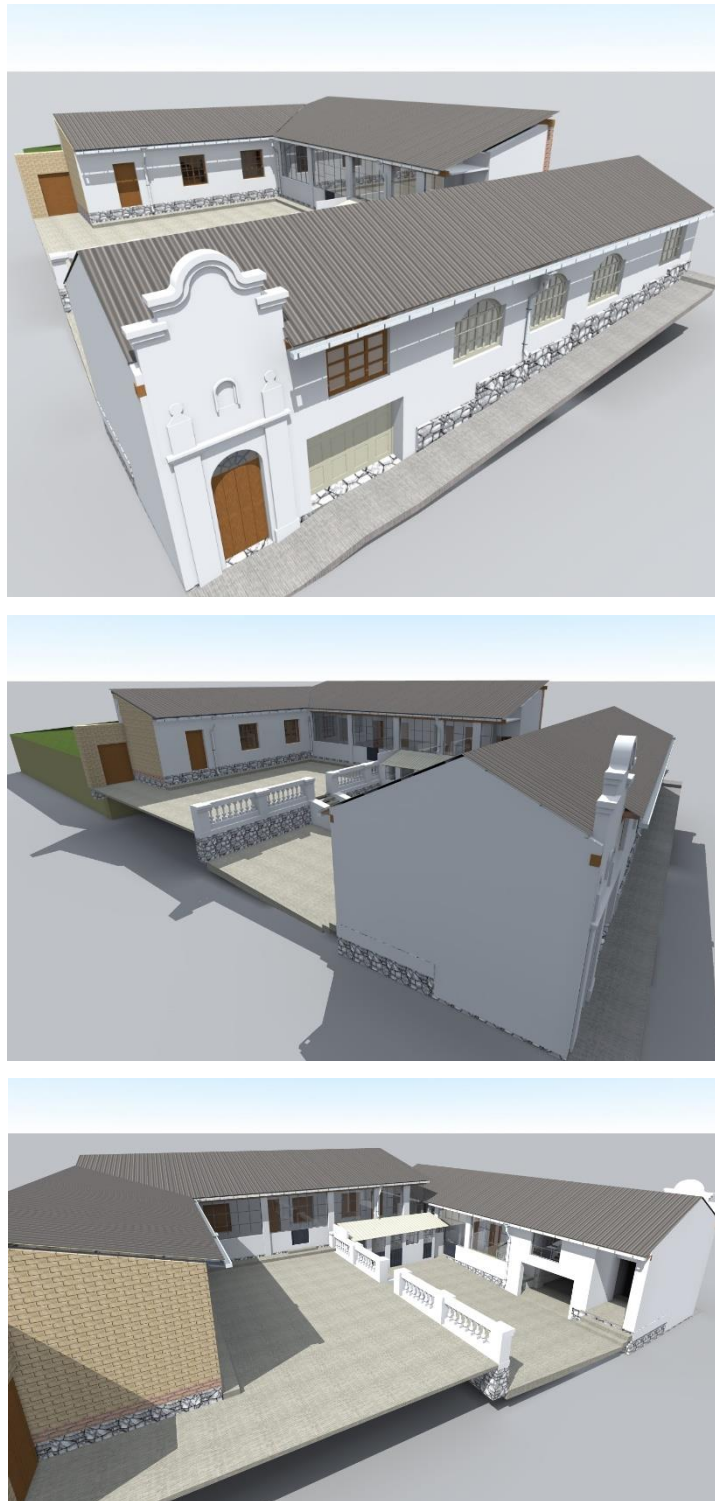


Figura 64: Imágenes del modelo virtual BIM del inmueble existente. Elaborado por (Cabezas I., 2017)

Anexo 8: Registro fotográfico del inmueble existente



Figura 65: Vistas interiores del inmueble existente. Fuente: fotos tomadas en abril de 2017 (Cabezas I., 2017)

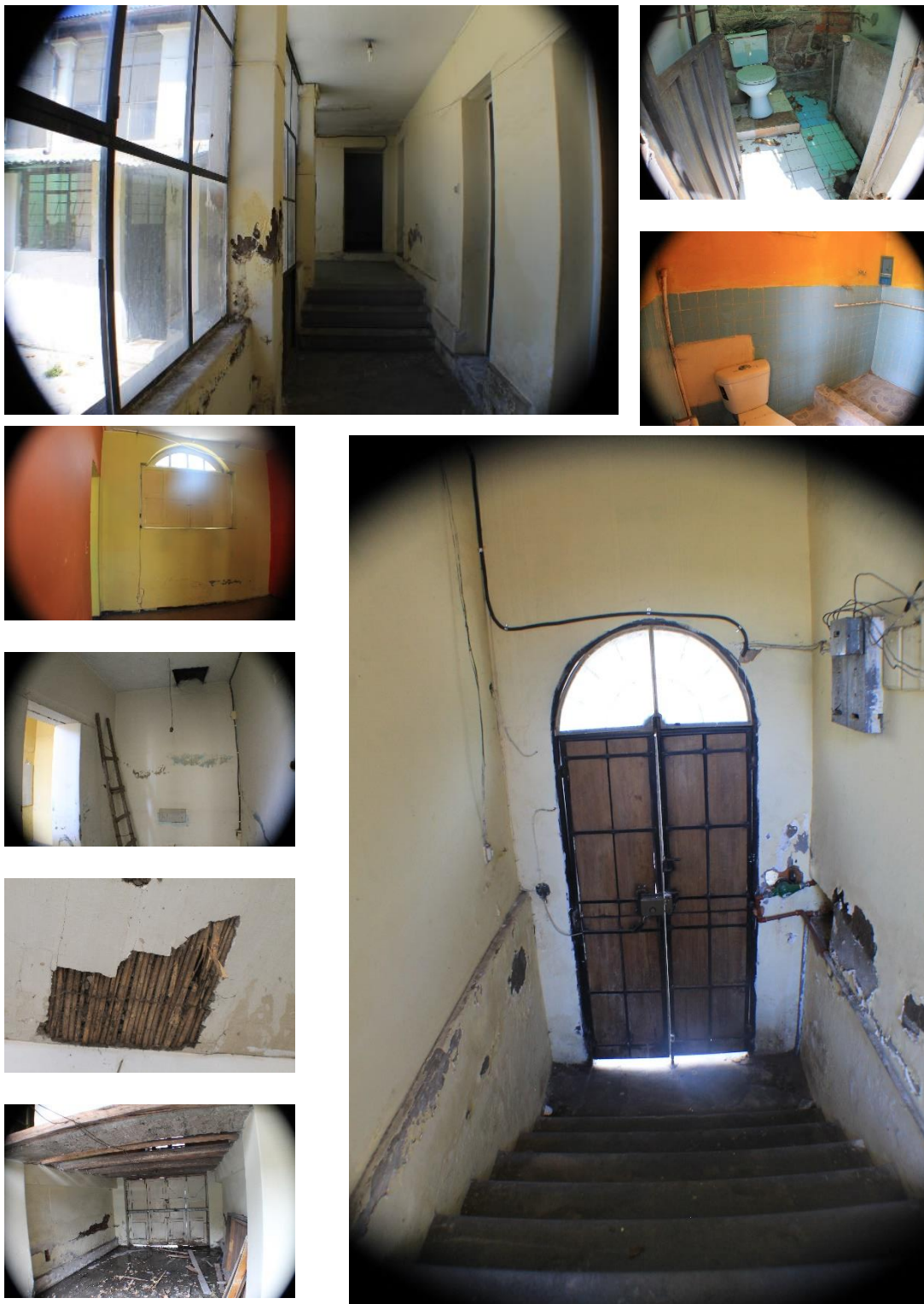


Figura 66: Vistas interiores del inmueble existente. Fuente: fotos tomadas en abril de 2017 (Cabezas I., 2017)

Anexo 9: Planos del proyecto de obra nueva

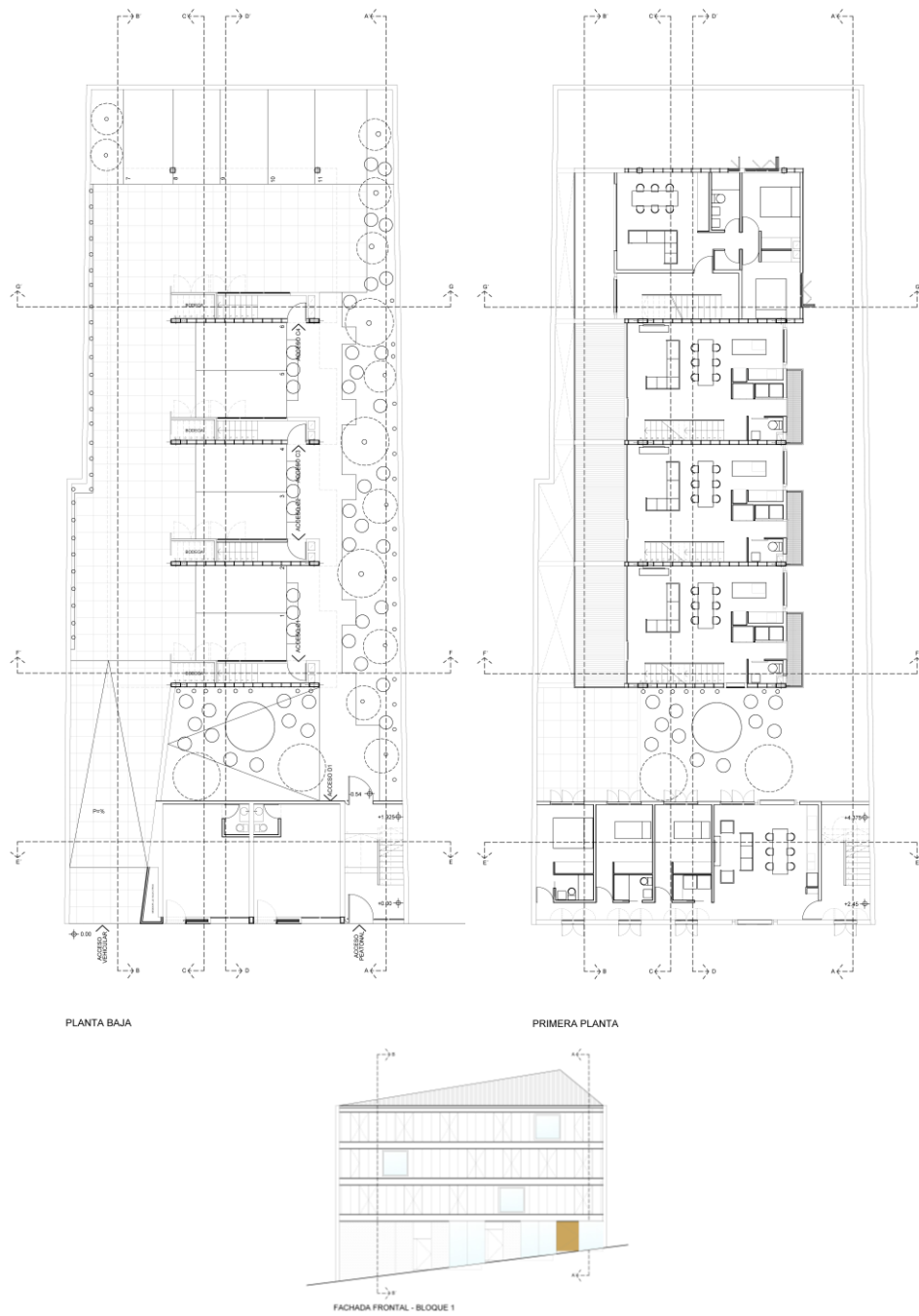


Figura 67: Plantas y fachada principal del proyecto de obra nueva. Fuente: cortesía de Yes Innovation

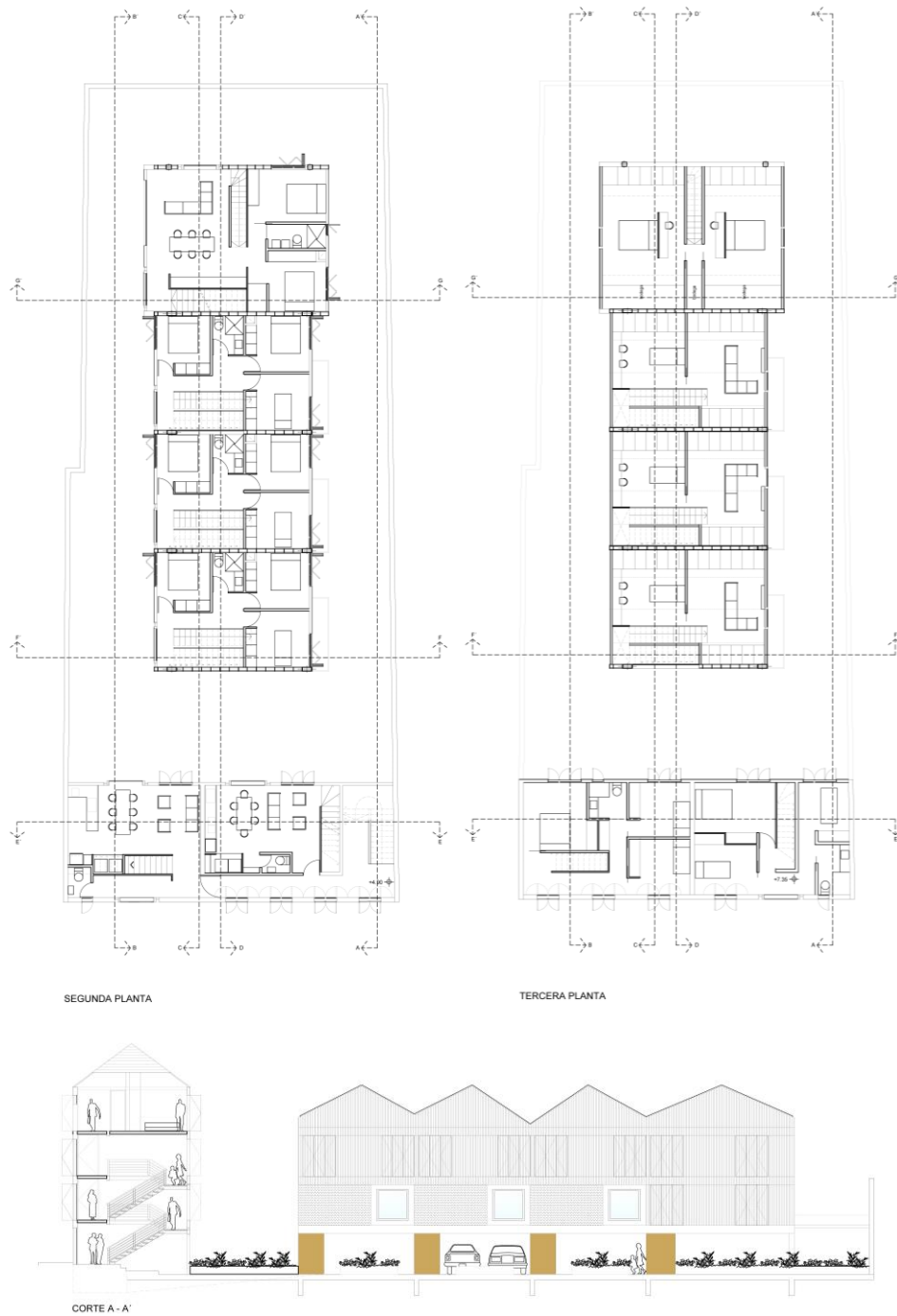


Figura 68: Plantas y corte del proyecto de obra nueva. Fuente: cortesía de Yes Innovation

Bibliografía

- Acosta, D. (2009). Arquitectura y construcción sostenibles: conceptos, problemas y estrategias. *DEARQ - Revista de Arquitectura / Journal of Architecture*, núm. 4, 4(2011-3188), 14-23. Recuperado el 27 de enero de 2017, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=341630313002>
- Agencia Estatal de España. (2 de julio de 2001). *Boletín Oficial del Estado*. Obtenido de <https://www.boe.es/boe/dias/2001/07/12/pdfs/A25305-25313.pdf>
- Agencia Estatal Española. (13 de febrero de 2008). Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. *BOE-A-2008-2486*. España: Ministerio de la Presidencia. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/pdf/2008/BOE-A-2008-2486-consolidado.pdf>
- Agudelo, M., & Rodríguez, J. (2014). Estimación de generación y composición de residuos de construcción en la ciudad de Villavicencio. *V Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja*. Tunja. Obtenido de <http://ustatunja.edu.co/cong-civil/images/Articulos/-ESTIMACION%20DE%20GENERACION%20Y%20COMPOSICION%20DE%20RESIDUOS%20DE%20CONSTRUCCION%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20VILLAVICENCIO.pdf>
- Angulo, S., Echevengúá, C., Lorenzetti, A., & Passos, T. (11 de julio de 2011). Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 16(3), 299-306. Recuperado el 22 de septiembre de 2017, de <http://producao.usp.br/handle/BDPI/4401>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi, Ecuador: Asamblea Nacional Constituyente. Obtenido de https://www.asambleanacional.gob.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Barroso, V. (19 de julio de 2013). Análisis de la gestión de residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Andalucía. *Trabajo Fin de Carrera*. Sevilla, España: ETSI. Recuperado el 31 de julio de 2017, de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/30186/fichero/Cap%C3%ADtulo+16.pdf>

- Buildings department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region. (2004). *Code of practice for demolition of buildings*. Recuperado el 6 de diciembre de 2017, de http://www.bd.gov.hk/english/documents/code/Demolition_e2004.pdf
- Calvo, N., Varela-Candamio, L., & Novo-Corti, I. (20 de enero de 2014). A Dynamic Model for Construction and Demolition (C&D) Waste Management in Spain: Driving Policies Based on Economic Incentives and Tax Penalties. *Sustainability*, 6, 416-435. doi:10.3390/su6010416
- Canadian Standards Association. (diciembre de 1995). Guideline on Durability in Buildings S478-95. Canadá. Recuperado el 20 de octubre de 2017, de http://www.assetinsights.net/Library/Life_Expectancy_Table_CSA_Guideline_on_Durability_1995.pdf
- Carvajal, J., & Carmona, C. (junio de 2016). Gestión integral de residuos de construcción y demolición en Colombia: una aproximación basada en la metodología del marco lógico*. *Producción + Limpia*, 11(1), 117-128. Recuperado el 22 de septiembre de 2017, de <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v11n1/v11n1a12.pdf>
- Castaño, J., Rodríguez, R., Lasso, L., Cabrera, A., & Ocampo, M. (15 de octubre-diciembre de 2013). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes. *Tecnura*, 17(38), 121-129.
- CELADE. (2017). *Cepal*. Recuperado el 22 de abril de 2018, de <https://www.cepal.org/es/temas/proyecciones-demograficas/estimaciones-proyecciones-poblacion-total-urbana-rural-economicamente-activa>
- Centro de Noticias ONU. (10 de julio de 2014). *Naciones Unidas Departamento de Asuntos Económicos y Sociales*. Recuperado el 30 de noviembre de 2017, de <http://www.un.org/es/development/desa/news/population/world-urbanization-prospects-2014.html>
- Chacón, J. (2008). Historia ampliada y comentada del análisis de ciclo de vida (ACV). *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería N° 72*, 37-70.
- Chen, X., & Lu, W. (10 de enero de 2017). Identifying factors influencing demolition waste generation in Hong Kong. *Journal of Cleaner Production*, 141, 799-811. doi:10.1016/j.jclepro.2016.09.164

- CIFFUL. (2013). *Guide pratique sur le réemploi/réutilisation des matériaux de construction*. (É. d. Liège, Ed.) Recuperado el 9 de diciembre de 2017
- CITE. (agosto de 2016). Recuperado el 12 de diciembre de 2017, de <http://cite.flacsoandes.edu.ec/media/2016/10/ciudades-completo-27-10-16.pdf>
- Comision Europea. (septiembre de 2016). *Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE*. Recuperado el 17 de enero de 2018, de <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/20509/attachments/1/translations/es/renditions/pdf>
- Commonwealth of Australia. (2011). Construction and demolition waste guide - Recycling and re-use across the supply chain. Recuperado el 13 de septiembre de 2017, de <https://www.environment.gov.au/system/files/resources/b0ac5ce4-4253-4d2b-b001-0becf84b52b8/files/case-studies.pdf>
- Concejo Metropolitano de Quito. (12 de agosto de 2010). Ordenanza Metropolitana No. 322. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Concejo Metropolitano de Quito. (3 de octubre de 2016). Ordenanza Metropolitana No. 138. *Sistema de Manejo Ambiental - Registro Oficial N° 853*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Crowe, D. A. (2 de junio de 2015). *IFC*. Recuperado el 22 de abril de 2017, de "Perú Apuesta por la Construcción Sostenible con Nuevo Código apoyado por IFC": <http://ifcextapps.ifc.org/ifcext/pressroom/IFCPressRoom.nsf/0/912E5487FDFD C01E85257E58005B89C2>
- Cuenca Rosillo, M. d., & Espinoza Carvajal, K. J. (abril de 2014). Densificación de la ciudad: aproximación desde la arquitectura. En M. L.-U. Cataluña (Ed.), *I Congreso Internacional de Vivienda Colectiva Sostenible*, (págs. 378-383). Barcelona. Obtenido de <http://upcommons.upc.edu/handle/2099/15339>
- Cuvi, N. (2016). Un análisis de la resiliencia en Quito, 1980-2015. *Bitácora Urbano Territorial*, 25(2), 35-42. doi:<http://dx.doi.org/10.15446/bitacora.v2n25.52036>
- Del Río, M., Villoria, P., & Torrijos, F. (2017). Logística inversa aplicada a las empresas de edificación. Fase demolición. *Building & Management*, 1(2), 12-23. doi:10.20868/bma.2017.2.3550

- Edwards, B. H. (2004). *Guía básica de la sostenibilidad*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A.
- El Comercio.com. (19 de agosto de 2011). Revista Construir: Cras, para demoler sin hacer 'crash'. *El Comercio*. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/tendencias/construir/cras-demoler-crash.html>.
- Elgizawy, S., El-Haggar, S., & Nassar, K. (10 de marzo de 2016). Approaching Sustainability of Construction and Demolition Waste Using Zero Waste Concept. *Low Carbon Economy*(7), 1-11. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.4236/lce.2016.71001>
- EMGIRS-EP. (17 de junio de 2015). Recuperado el 18 de mayo de 2017, de <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/noticiasep/158-quito-cuenta-con-tres-espacios-para-la-disposicion-de-los-escombros>
- Escamilla, L., Ramirez de Alba, H., & Cruz, A. (2012). Metodología para el reciclaje de Edificios: una propuesta técnica. *XVIII Congres Nacional de Ingeniería Estructural*. Acapulco.
- Eurostat. (26 de octubre de 2017). *Eurostat*. Recuperado el 10 de mayo de 2018, de http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_wasgen&lang=en
- Fernández, D. (julio de 2016). Guía práctica para la gestión de residuos de construcción y demolición en Castilla y León. Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales. Trabajo Fin de Grado. Valladolid, España: Universidad de Valladolid. Recuperado el 1 de mayo de 2017, de <http://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/18241/1/TFG-P-416.pdf>
- FLACSO, Sede Ecuador. (2001). *La ciudad construida. Urbanismo en América Latina*. (F. Carrión, Ed.) Quito. Recuperado el 7 de diciembre de 2017, de https://works.bepress.com/fernando_carrion/108/
- García L., M. G. (noviembre de 2014). Gestión Técnica de Seguridad y Ambiente para Actividades de Demolición de Viviendas entre 40 y 60 Años de Construcción en el Sector Centro Norte de la Ciudad de Quito. *Trabajo de Titulación presentado como requisito para la obtención del título de Magíster en Seguridad, Salud y Ambiente*, 110-111. Quito, Pichincha, Ecuador. doi:<http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3612>

- García, J. (febrero de 2016). *Gestión de residuos de la construcción y la demolición en Chile*. Recuperado el 13 de mayo de 2017, de Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción: http://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Fichas%20TC3%A9cnicas/chile_bp.pdf
- H. Congreso Nacional. (2004). *Ley de gestión ambiental, codificación*. H. Congreso Nacional. Recuperado el 27 de julio de 2017
- Hermida, M., Hermida, C., Cabrera, N., & Calle, C. (vol.41 no.124 Santiago set. 2015 de 2015). La densidad urbana como variable de análisis de la ciudad. El caso de Cuenca, Ecuador. *EURE Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, 41(124), 25-44. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612015000400002>
- Hernández, S. (agosto de 2011). Aplicación de la información de la vida útil en la planeación y diseño de proyectos de edificación. *Acta Universitaria*, 21(2), 37-42. Recuperado el 16 de diciembre de 2016, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41619838005>
- Hernández, S. (agosto de 2014). Planeación de la vida útil en proyectos arquitectónicos. (U. A. México, Ed.) *Temas de Ciencia y Tecnología*, 18(53), 53 - 58. Obtenido de http://www.utm.mx/edi_anteriores/temas53/T53_2Nota2.pdf
- Hobbs, G., & Adams, K. (2017, junio 21-23). Reuse of building products and materials – barriers and opportunities. *International HISER Conference on Advances in Recycling and Management of Construction and Demolition Waste* (pp. 109-113). Delft: Delft University of Technology. Retrieved septiembre 22, 2017, from <http://www.ct.gov>. (2018). <http://www.ct.gov>. Recuperado el 10 de mayo de 2018, de <http://www.ct.gov/deep/cwp/view.asp?a=2714&q=469620>
- INEC. (2015). *Encuesta de edificaciones 2015*. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Edificaciones/2015/2015_EDIFICACIONES_PRESENTACION.pdf

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). NEC-11 Eficiencia energética en la construcción en Ecuador, Capítulo 13-5. Ecuador.
- International Standards Organization. (2006). ISO 14044:2006 Environmental management - Life cycle assessment - requirements and guideline INES.
- IPCC. (s.f.). *Intergovernmental Panel on Climate Change*. Recuperado el 27 de abril de 2017, de Glossary of Terms used in the IPCC Third Assessment Report: <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>
- ITEC. (2000). *Plan de gestión de residuos de construcción y demolición*. (R. Mercè, Ed.) Recuperado el 17 de julio de 2017, de https://itec.es/servicios/librospdf/pdfs/Proyecto%20Life.%20Plan%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20residuos%20en%20las%20obras%20de%20construcci%C3%B3n%20y%20demolici%C3%B3n_ITeC_2000.pdf
- Leciñena, N. (11 de enero de 2010). Demoliciones. La Almunia, Zaragoza, España: Escuela Univeristaria Politécnica La lumina de Doña Godina. Recuperado el 11 de diciembre de 2017, de <https://es.slideshare.net/lecilop/demoliciones>
- Lesheni, J. (2016). Implementación del Modelo para la Gestión Integral del Reciclaje de los RCD en el Taller de Eco-Materiales de Manicaragua. Trabajo de Diploma. Santa Clara, Cuba: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Recuperado el 7 de julio de 2017, de <http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7405/Tesis%20Completa%20Johanna.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lund, H. F. (2001). *Manual McGraw-Hill de Reciclaje* (Vol. 2). (A. García B., Ed., J. I. Tejero Monzón, J. L. Gil Diaz, Marcel, & J. L. Rodriguez Frutos, Trads.) Aravaca, España: McGraw-Hill, Inc.
- Madrid Ruiz, C. (14 de noviembre de 2008). Guía práctica del proyecto de demolición, proyecto final de Carrera. Cartagena, Colombia: Universidad Politécnica de Cartagena. Obtenido de <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/557/pfc2641.pdf?sequence=1>
- Marcos Verduque, C. (mayo de 2013). *Técnicas de demolición detalladas por elementos, voladuras*. Recuperado el 6 de diciembre de 2017, de

<https://carlosmarcosverduque.files.wordpress.com/2013/05/demoliciones-por-elementos-y-voladuras1.pdf>

- Martel, G. (2008). Caracterización de residuos de la construcción y demolición de edificaciones para su aprovechamiento. Tesis de maestría. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 9 de mayo de 2018, de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2613/martelvargas.pdf?sequence=1>
- Martinez Bertrand, C. (2008). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCDS): importancia de la recogida para optimizar su posterior valorización. *Conama 9*. Madrid. Obtenido de http://www.conama9.conama.org/conama9/download/files/CTs/2633_CMartinez.pdf
- Martínez, M. (2 de junio de 2017). Modelo metodológico para el estudio urbano-ambiental desde el concepto de análisis de ciclo de vida en el edificio. *Revista de urbanismo*, 36, 1-13. doi:10.5354/0717-5051.2017.45173
- Mejía, E., Giraldo, J., & Martínez, L. (20 de julio de 2013). Residuos de construcción y demolición. Revisión sobre su composición, impactos y gestión. *CINTEX*, 18, 105-130. Recuperado el 15 de marzo de 2018, de <http://www.pascualbravo.edu.co:5056/cintexpb/index.php/cintex/article/view/52/54>
- Mercante, I. (2007). Caracterización de residuos de la construcción. Aplicación de los índices de generación a la gestión ambiental. *Revista Científica de UCES*, XI(2), 86-109. Recuperado el 15 de mayo de 2017, de http://dspace.uces.edu.ar:8180/xmlui/bitstream/handle/123456789/152/Caracterizaci%C3%B3n_de_residuos.pdf
- Ministerio de Ambiente Gobierno de España. (27 de noviembre de 2007). Plan nacional integrado de residuos (PNIR) 2008-2015, Versión preliminar, Anexo 6. España. Recuperado el 15 de marzo de 2018, de http://www.cepcos.es/Uploads/docs/pnir_anexo_06.pdf
- Ministerio de Finanzas del Ecuador. (16 de marzo de 2017). <http://www.finanzas.gob.ec>. Obtenido de <http://www.finanzas.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2016/04/Anexo_Acuerdo-Ministerial-067-
Normativa-de-Contabilidad-Gubernamental.pdf

Ministerio de la Vivienda. (1975). Norma Tecnológica de la Edificación NTE-ADD/1975. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes. Demoliciones". España. Recuperado el 22 de marzo de 2018, de http://www.preoc.es/download/ADS/D01ZA250/NTE-ADD%20Demoliciones.pdf?cookie_check=1

Ministerio del Ambiente. (21 de diciembre de 2012). Listados nacionales de sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales. *Suplemento - Registro Oficial N° 856*. Quito, Ecuador. Recuperado el 17 de julio de 2017, de http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/AM-142_Listados-SQP-DP-y-DE.pdf

Ministerio del Ambiente. (31 de octubre de 2012). *Programa 'PNGIDS' Ecuador*. Recuperado el 18 de enero de 2018, de <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>

Ministerio del Ambiente. (4 de mayo de 2015). Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. *Edición Especial N° 316 - Registro Oficial*. Quito, Ecuador. Recuperado el 17 de enero de 2018

Mohamed, F. (2015). Evaluación de los impactos ambientales de una incineradora de residuos sólidos urbanos con recuperación de energía mediante el análisis de ciclo de vida. Tesis doctoral. Málaga, España. Recuperado el 10 de mayo de 2018, de https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/11922/TD_MIMUN_MOHAMED_Fauzi.pdf?sequence=1

Monroy, M. (Julio-Diciembre de 2015). Índice de generación de escombros producidos en la construcción de vivienda en la zona urbana de Sincelejo, Sucre, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*(7(2)), 197-201. Obtenido de <http://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/276>

Monte Wong, M. (Julio de 2015). Análisi del cycle de vida (ACV) del materials de la construcció (Treball de fi de grau). España: Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2117/77221>

- Mora, P. (febrero de 2018). *Hospitales de escombros. Guía de referencia para la gestión de espacios de resguardo de escombros simbólicos*. Santiago, Chile. Recuperado el 13 de abril de 2018, de <http://casadelaciudad.org/wp-content/uploads/2015/05/Hospitales.-FINAL-web-CDLC-1.pdf>
- Mora-Barrantes, J. C., Sibaja-Brenes, J. P., & Molina-León, O. M. (julio - septiembre de 2016). Aplicación de un método para evaluar el impacto ambiental de proyectos de construcción edificaciones universitarias. *Tecnología en Marcha*, 29(3), 132-145. doi: <http://dx.doi.org/tm.v29i3.2893>
- Morán del Pozo, J., Valdés, A., Aguado, P., Guerra, M., & Medina, C. (enero-abril de 2011). Estado actual de la gestión de residuos de construcción y demolición: limitaciones. *Informes de la Construcción*, 63(521), 89-95. doi:10.3989/ic.09.038
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (30 de diciembre de 2011). Ordenanza No. 170 Plan Metropolitano de Desarrollo del Distrito Metropolitano de Quito. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 6 de agosto de 2017, de http://www.aeropuertoquito.com/transparencia/2013/S/Plan_metropo_desarrollo-2012-2022.pdf
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (noviembre de 2014). Diagnóstico Estratégico del Distrito Metropolitano de Quito. Quito, Ecuador. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1760003410001diagn%C3%B3stico_15-11-2014.pdf
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (13 de febrero de 2015). Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 22 de julio de 2017, de <http://www.quito.gob.ec/documents/PMDOT.pdf>
- Muñoz, E., Jara, A., & Cárdenas, J. (2011). Residuos sólidos del proceso de construcción de viviendas en Chile –cuantificación, caracterización y establecimiento de indicadores. *VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis*. Recuperado el 30 de octubre de 2016, de http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2011/2011_artigo_136.pdf

- Ortegón, E., Pacheco, J., & Prieto, A. (julio de 2015). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Recuperado el 11 de mayo de 2018, de https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol_econ/documentos/ILPES_CEPAL_Marco_Logico_Metodologia.pdf
- Oyenuga, A., & Bhamidiarri, R. (noviembre de 2015). Sustainable Approach to Managing Construction and Demolition Waste: An Opportunity or a New Challenge? *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 4(11), 10368-10378. doi:10.15680/IJIRSET.2015.0411007
- Pérez, M. (2014). Legislación, normativa y proyectos oficiales del Ecuador vinculados a la Arquitectura y la Construcción Sostenible. *ASRI - Arte y sociedad. Revista de Investigación*(7). Recuperado el 29 de noviembre de 2016, de <http://asri.eumed.net/7/arquitectura.pdf>
- Pinzón, A. (enero de 2014). Lineamientos para la prevención de impactos ambientales negativos de la demolición de edificaciones. Tesis de maestría. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado el 23 de octubre de 2017, de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/13509/PinzonGaitanAndreaViviana2014.pdf?sequence=1>
- PNGIDS-Ministerio de Ambiente. (20 de enero de 2015). Recuperado el 10 de mayo de 2018, de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/PNGIDS1.pdf>
- Presidencia de la República. (12 de abril de 2017). Código Orgánico del Ambiente. *Registro Oficial N° 983*. Quito, Ecuador. Recuperado el 17 de enero de 2018
- Quesada, F. (junio de 2018). Desarrollo de nuevos métodos de Evaluación Sustentable de la edificación a partir de la revisión del Estado del Arte. *ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno*(37), 51-70. doi:<http://dx.doi.org/10.5821/ace.13.37.4871>
- Real Academia Española. (2018). *DLE*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=L1TjrM9>
- Rivela, B. (2012). Propuesta metodológica de aplicación sectorias de análisis de ciclo de vida (ACV) para la evaluación ambiental de la edificación en España. Tesis

- doctoral. España: Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado el 6 de diciembre de 2016, de <http://oa.upm.es/14912/1/BeatrizRivela.pdf>
- Rojas Arias, J. C. (La planificación territorial y el urbanismo desde el diálogo y la participación. Actas del XI Coloquio Internacional de Geocrítica, Universidad de Buenos Aires, 2-7 de mayo de 2010. de mayo de 2010). La política de la demolición: renovación urbana y hábitat social en Francia y en Colombia. En L. p. Aires (Ed.), *La planificación territorial y el urbanismo desde el diálogo y la participación. Actas del XI Coloquio Internacional de Geocrítica*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Recuperado el 13 de junio de 2017, de <http://www.filo.uba.ar/contenidos/investigacion/institutos/geo/geocritica2010/552.htm>
- Safe Work Australia. (septiembre de 2016). *Code of Practice Demolition Work*. Recuperado el 6 de diciembre de 2017, de http://www.safework.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0015/52161/demolition-work-work-code-of-practice-0916.pdf
- Sánchez, E. (junio de 2011). Diseño sostenible: adaptabilidad y deconstrucción. Tesis de Maestría. España: Universidad Politécnica de Cataluña. Recuperado el 1 de enero de 2017, de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/13750>
- Secretaría de Ambiente del DMQ. (2012). Instructivo de Aplicación de la Ordenanza Metropolitana No. 404. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 6 de octubre de 2017, de <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/biblioteca-digital/category/15-marco-normativo?download=339:instructivo-om-404>
- Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2016). Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos del Distrito Metropolitano de Quito. Quito, Pichincha, Ecuador: Secretaría de Ambiente. Recuperado el 2 de junio de 2017
- Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. (2015). *Gestion integral de RCD*. Recuperado el 14 de marzo de 2018, de <http://www.ambientebogota.gov.co/web/publicaciones-sda/cartilla-rcd>
- Secretaria General de Planificación Quito. (2017). *Geoportal SMI-Q*. Recuperado el 1 de abril de 2017, de Datos abiertos Quito: <http://geoportal.quito.gob.ec/smiq/>

- Serrano, A., Quesada, F., López, M., Guillen, V., & Orellana, D. (octubre de 2015). Sobre la evaluación de la sostenibilidad de materiales de construcción. *ASRI Arte y Sociedad, Revista Investigación*(9). Recuperado el 2017, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5227715.pdf>
- Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. (s.f.). Limpieza y protección de la edificación construcción o adecuación de espacios provisionales para el desarrollo de la obra a intervenir. Colombia. Obtenido de http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/8830/pdf/limpieza_proteccion_edificacion.pdf
- Sobotkaa, A., & Czaja, J. (2015). Analysis of the factors stimulating and conditioning application of reverse logistics in construction. *Procedia Engineering*(122), 11 – 18. Recuperado el 3 de junio de 2017, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187770581503091X>
- Symonds Group Ltd. (febrero de 1999). *Report to DGXI, European Commission Construction and demolition waste management practices, and their economic impacts*. Obtenido de http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/cdw/cdw_chapter1-6.pdf
- Tao, Y., Geoffrey, Q. S., Qian, S., Xiaodong, L., Clyde Zhengdao, L., & K. X. (10 de abril de 2017). Managing social risks at the housing demolition stage of urban redevelopment projects: A stakeholder-oriented study using social network analysis. *International Journal of Project Management*(35), 925–941. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.04.004>
- Tascón, D. (12 de junio de 2017). Modelo dinámico para contrastar el desempeño ambiental, social y económico de estrategias para la gestión de Residuos de Construcción y Demolición en Bogotá D.C. Tesis de maestría. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado el 22 de septiembre de 2017, de <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/6318>
- Tecnologías Limpias en la Industria Minero-Metalúrgica. (2007). *Tecnologías Limpias en la Industria Minero-Metalúrgica* © 2007. Recuperado el 17 de enero de 2018, de http://www.tecnologiaslimpias.cl/ecuador/ecuador_leyesamb.html

- Televistazo. (19 de enero de 2016). www.ecuavisa.com. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 16 de diciembre de 2017, de <http://www.ecuavisa.com/articulo/televistazo/noticias/126455-inicia-construccion-segunda-fase-del-metro-quito>
- Thomsen, A., & Van der Flier, K. (2010). Demolition in Europe; volume, motives and research approach. En IAHS (Ed.), *IAHS World Congress On Housing Science: Design, Technology, Refurbishment and Management Of Buildings*. 37. Santander: Delft University of Technology. Recuperado el 22 de septiembre de 2017, de <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:5d2395aa-7c73-4ede-bf8e-f69adf5aa454/>
- Timothy J., W., & Bradley Guy, G. (2003). Deconstruction and design for reuse: choose to reuse. En C. Abdol R. (Ed.), *Proceedings of the 11th Rinker International Conference* (págs. 362-371). Gainesville: University of Florida. Recuperado el 20 de abril de 2018, de <https://pdfs.semanticscholar.org/3424/217bff23b4afb6804f808d75049807d8008a.pdf>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs. (2014). *United Nations, Department of Economic and Social Affairs*. Recuperado el 30 de noviembre de 2017, de <https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs. (2014). *United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014): World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. Recuperado el 30 de noviembre de 2017, de <https://esa.un.org/unpd/wup/Country-Profiles/>
- Vargas, R., & Luján, M. (septiembre de 2016). Estudio de Caracterización y Propuesta de Revalorización de Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad de Cochabamba. *ACTA NOVA*, 7(4), 399-429. Recuperado el 22 de septiembre de 2017, de <https://www.researchgate.net/publication/31752923>
- Villota, C. (2014). Óptimos materiales recuperados que pueden ser reciclados para la construcción en Ecuador. Trabajo final de master. Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperado el 29 de octubre de 2016, de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/25247>

- www.cardox.co.uk. (s.f.). *CARDOX Intenational limited*. Recuperado el 12 de enero de 2018, de <http://www.cardox.co.uk/spanish/how.htm>
- www.elcomercio.com. (19 de mayo de 2017). Recuperado el 15 de diciembre de 2017, de <http://www.elcomercio.com/actualidad/escombrera-oyacoto-informalidad-volquetas-control.html>
- www.metrodequito.gob.ec. (s.f.). *www.metrodequito.gob.ec*. Obtenido de <http://www.metrodequito.gob.ec/avances/MetroDeQuito/embed.html>
- www.metroecuador.com.ec. (2017). *En Quito 60 % de las edificaciones no cumplen medidas de seguridad*. Recuperado el 10 de abril de 2017, de <https://www.metroecuador.com.ec/ec/noticias/2016/04/28/quito-60-edificaciones-no-cumplen-medidas-seguridad.html>
- www.posada.org. (5 de junio de 2017). *Demoliciones y derribos*. Recuperado el 19 de enero de 2018, de <http://www.posada.org/tipos-demoliciones/>
- Zabalza, I. (2012). Repensar edificios mediante el análisis de ciclo de vida. *Repensar Canfrac. Taller de Rehabilitación Urbana y Paisaje 2012*, 70-81. Recuperado el 7 de mayo de 2017, de <http://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/32/92/07zabalza.pdf>