



REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

como alternativa para generar materiales constructivos sustentables en su proceso de fabricación.

Gabriela Pérez Estrella/Sebastián Almeida Chicaiza
TESIS DIRIGIDA POR: ARQ. MARÍA DE LOURDES ABURTO

Samborondón, abril de 2009



Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones que hicieron posible la realización de ésta tesis:

Ing. Galo Betancourt Sánchez

Gerente general
Calizas Huayco S.A.

Ing. Fernando Abad

Decano
Facultad de Ingeniería Civil
Universidad de Guayaquil

Ing. Víctor Moreno

Director
Laboratorio "Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli"

Arq. Félix Chávez

Jefe de Ordenamiento Territorial
DOIT (Dirección de Ordenamiento e Infraestructura Territorial)
M.I. Municipalidad de Guayaquil

Ing. Guillermo Castillo

Jefe Planificación
DACMSE (Dirección de Aseo Cantonal Mercados y Servicios Especiales)
M.I. Municipalidad de Guayaquil

Rubén Gómez Pilay

Jefe de Presupuesto
Obras Públicas
M.I. Municipalidad de Guayaquil

Ing. Federico Von Buchwald

Director
Consortio I.L.M.- Las Iguanas

Ing. Vanessa Hidalgo

Coordinadora del Litoral
CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos)

Ing. Carmen Terreros de Varela

Jefe de Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales
Escuela Superior Politécnica del Litoral

Ing. Urbano Caicedo

Director
Escuela de Ingeniería Civil
Universidad de Especialidades Espíritu Santo.

Arq. Álvaro Valladares

Catedrático
Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil
Universidad de Especialidades Espíritu Santo.

Gabriel Pérez Bitar

Gerente
BLOCK S.A.

Dedicamos esta tesis y los esfuerzos que fueron necesarios para la realización de la misma, a Dios, nuestras familias, amigos, Directora de Tesis y maestros que nos guiaron y apoyaron a lo largo de nuestra investigación.

Un especial agradecimiento a la Fundación Leonidas Ortega Moreira por confiar en nuestras capacidades desde el inicio de nuestra Carrera Universitaria.

MISIÓN DE LA UEES

Ser un centro de estudios e investigación dedicado a buscar soluciones y encontrar alternativas para los grandes problemas nacionales e internacionales; además, ser referente válido para la orientación de la opinión pública.

Servir a la sociedad mediante la formación humanística, científica y tecnológica de profesionales bilingües, solidarios, emprendedores, conscientes, comprometidos con sus responsabilidades cívicas, éticas y morales, líderes en su campo de acción y capaces de vivir en armonía con el medio ambiente.

VISIÓN DE LA UEES

La Universidad de Especialidades Espíritu Santo se ve reconocida como la Institución líder tanto en la innovación educativa como en la promoción de sólidos y efectivos vínculos interinstitucionales que promueven el intercambio cultural y académico para docentes y alumnos a nivel nacional e internacional; por su rigurosidad académica, calidad profesional, programas flexibles que responden a las necesidades de la comunidad y sus sólidos principios y valores humanísticos, atrae hacia su seno a personas e instituciones, en búsqueda de la Excelencia. Además se ve como el centro de aportaciones de investigaciones y respuestas para el País.

MISIÓN DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

La meta de los programas en la Escuela de Arquitectura y Diseño de la UEES es formar a profesionales en varias áreas de la arquitectura y el diseño: su historia, teoría, contexto, tecnología tradicional y moderna, ambiente, materiales, función, estética, y práctica.

ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO CONCENTRACIÓN: CONSTRUCCIÓN

Esta concentración esta dirigida a los aspectos científicos y de la planificación, diseño y construcción de edificios. La meta principal de la carrera es proporcionar una educación en los fundamentos de ingeniería y su aplicación.

INTRODUCCIÓN	13
CAPITULO I: UBICACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.1 DEFINICIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO	17
1.2 RELACIÓN OBJETO-SUJETO DE ESTUDIO.....	17
1.3 CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO.....	17
1.4 VALOR CIENTÍFICO.....	17
CAPITULO II: DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1 OBJETIVO	21
2.2 PREGUNTAS DE HIPÓTESIS.....	21
2.3 HIPÓTESIS	21
2.4 METAS.....	21
2.5 JUSTIFICACIÓN.....	21
2.6 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.6.1 <i>Cronograma general de la investigación.....</i>	<i>22</i>
2.6.2 <i>Esquema sintético de la metodología aplicada en la investigación.....</i>	<i>25</i>
2.6.3 <i>Tabla sintética general de los referentes de la investigación</i>	<i>30</i>
CAPITULO III: ESTADO DEL ARTE	33
CAPITULO IV: MARCO TEÓRICO	39
4.1 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU): DEFINICIÓN, SITUACIÓN ACTUAL, CLASIFICACIÓN Y COMPONENTES.....	41
4.1.1 <i>Definición de Residuo Sólido Urbano.....</i>	<i>41</i>
4.1.2 <i>Diagnóstico sobre la situación actual de los RSU a nivel nacional.....</i>	<i>41</i>
4.1.2.1 <i>Estructura funcional de la gestión de RSU en el Ecuador.....</i>	<i>42</i>
4.1.2.2 <i>Diagnóstico sobre la situación actual de los RSU en la ciudad de Guayaquil.....</i>	<i>43</i>
4.1.3 <i>Clasificación de los RSU.....</i>	<i>45</i>
4.1.3.1 <i>Composición de los RSU.....</i>	<i>46</i>
4.1.3.2 <i>Residuos de Construcción y Demolición.....</i>	<i>46</i>
4.2 FUENTES GENERADORAS DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL MEDIO	48
4.2.1 <i>Clasificación de las fuentes generadoras de RSU.....</i>	<i>48</i>
4.2.2 <i>Fuentes generadoras de RCD en Guayaquil.....</i>	<i>49</i>
4.2.2.1 <i>Principal fuente generadora de RCD: equipamiento vial de la ciudad de Guayaquil.....</i>	<i>49</i>
4.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA SU APLICACIÓN EN PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	50
4.3.1 <i>Materiales frecuentes entre los Residuos de Construcción.....</i>	<i>50</i>
4.3.1.1 <i>Residuos de Excavación</i>	<i>51</i>
4.3.1.2 <i>Caña guadúa para puntales.....</i>	<i>52</i>
4.3.1.3 <i>Madera de encofrado.....</i>	<i>52</i>
4.3.2 <i>Materiales frecuentes entre los Residuos de Demolición</i>	<i>52</i>
4.3.2.1 <i>Mampostería de hormigón y hormigón estructural.....</i>	<i>52</i>
4.3.2.2 <i>Otros materiales residuales</i>	<i>53</i>
4.4 NORMATIVIDAD EXISTENTE EN EL MANEJO DE RCD EN GUAYAQUIL Y SU POSIBLE OPERATIVIDAD	54
4.4.1 <i>Marco legal.....</i>	<i>54</i>
4.4.2 <i>Consecuencias ambientales de la disposición no adecuada de los RCD</i>	<i>56</i>
4.4.2.1 <i>Disposición en recursos hídricos superficiales.....</i>	<i>56</i>
4.4.2.2 <i>Disposición sobre el suelo.....</i>	<i>57</i>
4.5 DEFINICIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD Y SU COMPATIBILIDAD CON LA FABRICACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	58
4.5.1 <i>Principios de sostenibilidad: antecedentes.....</i>	<i>58</i>
4.5.2 <i>Análisis de sostenibilidad de los procesos actuales de fabricación de materiales de construcción a partir de la extracción de materias primas.....</i>	<i>59</i>
4.5.2.1 <i>Producción de cemento natural</i>	<i>59</i>
4.5.2.1.1 <i>Aspectos negativos de la producción de cemento natural.....</i>	<i>60</i>
4.5.2.2 <i>Producción de agregados y áridos para hormigón.....</i>	<i>62</i>
4.5.2.2.1 <i>Aspectos negativos de la extracción de áridos naturales.....</i>	<i>62</i>
4.6 PROCESOS DE REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	64
4.6.1 <i>Definición de Reciclaje y Reutilización</i>	<i>64</i>
4.6.2 <i>Reciclaje y Reutilización de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD).....</i>	<i>64</i>
4.6.2.1 <i>El proceso de deconstrucción</i>	<i>65</i>

4.6.2.2	Trabajos previos	66
4.6.2.3	Ejecución de la deconstrucción	66
4.6.2.4	Reciclaje de hormigón para la producción de árido reciclado.....	67
4.6.2.5	Las plantas de producción de áridos reciclados.....	68
4.6.2.6	El proceso de trituración y cribado.....	69
4.6.2.7	Separación del árido y el mortero	71
4.6.2.8	Reutilización de la caña empleada para la construcción	72
4.7	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS NECESARIAS PARA CUMPLIR REQUERIMIENTOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	75
4.7.1	Especificaciones técnicas básicas para la aplicación de hormigón	75
4.7.1.1	El agregado grueso y granulometría recomendada	75
4.7.1.2	El agregado fino y granulometría recomendada.....	75
4.7.1.3	Proporciones de la mezcla para la fabricación de hormigón en diferencias resistencias.....	76
4.7.2	Conclusiones	76
4.8	ANÁLISIS DE CASOS ANÁLOGOS REFERENTES AL OBJETO DE ESTUDIO	77
4.8.1	Características del árido reciclado	78
4.8.1.1	Granulometría.....	78
4.8.1.2	Densidad	78
4.8.1.3	Absorción.....	79
4.8.1.4	Normativa de límites de Absorción	79
4.8.2	Contaminantes e impurezas.....	80
4.8.3	RILEM Recommendation: Especificaciones para áridos reciclados y hormigón con árido reciclado	81
4.8.4	Norma Japonesa: Uso de árido reciclado y hormigón reciclado.....	82
4.8.5	Instrucción Española de Hormigón Estructural: Recomendaciones para el uso de hormigones reciclados.....	82
4.8.5.1	Condiciones FÍSICO-MECÁNICAS.....	82
4.8.5.2	Condiciones químicas	82
4.8.6	Procedimiento experimental.....	83
4.8.6.1	Conclusiones del Procedimiento experimental.....	87
4.8.7	Generalidades en las propiedades del árido grueso reciclado.....	88
4.8.8	Generalidades en las propiedades del hormigón reciclado en estado fresco	88
4.8.9	Generalidades en las propiedades del hormigón reciclado endurecido	88
4.9	CONCLUSIONES DEL MARCO TEÓRICO.....	89
CAPÍTULO V: GUAYAQUIL, FUENTE GENERADORA DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....		91
5.1	EL CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL A PARTIR DEL AÑO 2000 HASTA LA ACTUALIDAD Y SU PROSPECTIVA DEL CRECIMIENTO URBANO PROYECTADA POR EL MUNICIPIO	93
5.1.1	Antecedentes: Utilización de la tierra urbana desde 1993 hasta el 2000.....	93
5.1.2	Principales zonas de desarrollo urbano residencial desde el 2000 hasta la actualidad	94
5.1.3	Principales zonas de desarrollo urbano comercial desde el 2000 hasta la actualidad	95
5.1.4	Proyección de desarrollo urbano promulgado por la Municipalidad de Guayaquil.....	95
5.1.4.1	Polígonos de Actuación Urbanística.....	96
5.1.4.2	Áreas de expansión urbana programadas.....	96
5.2	TENDENCIAS DE CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.....	97
5.2.1	Principales obras públicas y privadas construidas en la última década.....	97
5.2.1.1	Generalidades.....	97
5.2.1.1.1	Zonificación	98
5.2.1.2	Área perimetral de la ciudad.....	99
5.2.1.3	Área norte de la ciudad.....	100
5.2.1.3.1	Obras Públicas.....	100
5.2.1.3.2	Obras Privadas	101
5.2.1.4	Área central de la ciudad.....	102
5.2.1.5	Área sur de la ciudad	103
5.2.1.5.1	Obras Públicas.....	103
5.2.1.5.2	Obras Privadas	103
5.2.2	Áreas de crecimiento urbano de la ciudad de Guayaquil	104
5.2.2.1	Generalidades.....	104
5.2.2.2	Usos de suelo dentro de áreas de crecimiento.....	105
5.2.2.3	Posibilidades de crecimiento de acuerdo a los usos de suelo.....	106
5.2.3	Conclusiones	107
5.2.3.1	Mayores generadores de RCD en la ciudad.....	107
5.3	REGENERACIÓN URBANA DE LA CIUDAD.....	108
5.3.1	Calles, aceras y bordillos restituidos hasta la actualidad	108
5.3.1.1	Generalidades.....	108
5.3.1.2	Principales vías regeneradas	109
5.3.1.3	Sector bancario y turístico.....	110
5.3.1.4	Barrios tradicionales	111
5.3.1.5	Estero Salado	113
5.3.2	Restitución de calles, aceras y bordillos programada a futuro	114
5.3.2.1	Zonas a regenerarse	114

5.2.1	Conclusiones.....	115
5.3.3.1	Volumen de hormigón desalojado.....	115
5.3	ANÁLISIS SOBRE EL MANEJO ACTUAL DE LOS RCD EN GUAYAQUIL.....	116
5.3.1	RCD provenientes de obras civiles.....	116
5.4.1.1	Marco Legal.....	116
5.4.1.2	Demolición de construcciones privadas.....	116
5.3.2	Depósitos finales de RCD.....	117
5.4.2.1	Generalidades.....	117
5.4.2.2	Características del Relleno Sanitario Las Iguanas.....	118
5.4.2.2.1	Vías de acceso y distancias hacia Las Iguanas.....	119
5.4.2.3	Características Ciudadela Los Vergeles.....	120
5.4.2.3.1	Vías de acceso y distancias hacia Los Vergeles.....	121
5.4.2.4	Características Terrenos del Instituto de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas.....	122
5.4.2.4.1	Vías de acceso y distancias hacia terrenos del ISSFA.....	123
5.4.2.5	Características Cooperativa Nigeria, Isla Trinitaria.....	124
5.4.2.5.1	Vías de acceso y distancias hacia Cooperativa Nigeria.....	125
5.4.2.6	Características ciudadela Primavera 1 y Horama González, Durán.....	126
5.4.2.6.1	Vías de acceso y distancias hacia Primavera 1, Durán.....	127
5.4.2.6.2	Vías de acceso y distancias hacia Horama González, Durán.....	128
5.3.3	Conclusiones.....	129
5.4.3.1	Análisis sobre el manejo de depósitos de RCD en la ciudad.....	129
CAPITULO VI: EL HORMIGÓN FABRICADO CON AGREGADOS RECICLADOS.....		131
6.1	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL CON HORMIGÓN FABRICADO CON AGREGADOS RECICLADOS.....	133
6.1.1	Caracterización del hormigón reciclado.....	133
6.1.1.1	Objetivos.....	133
6.1.1.2	Descripción del procedimiento.....	133
6.1.1.2.1	Identificación de la materia prima.....	133
6.1.1.2.2	Procesamiento de la materia prima.....	134
6.1.1.2.3	Elaboración de mezclas de hormigón.....	136
6.1.1.2.4	Obtención de los resultados.....	137
6.1.2	Caso de aplicación: bloques no estructurales.....	139
CAPITULO VII: PROPUESTA, PLANTA RECICLADORA DE HORMIGÓN.....		141
7.1	RECICLAJE DE ESCOMBROS DE HORMIGÓN.....	143
7.1.1	Escombros de hormigón, RCD más frecuente.....	143
7.1.1.1	Generalidades.....	143
7.1.1.2	Ventajas y desventajas del reciclaje de los escombros de hormigón.....	143
7.1.1.3	Fases del reciclaje de los escombros de hormigón.....	144
7.1.1.3.1	Descripción del proceso.....	144
7.1.2	Planta recicladora de hormigón.....	145
7.1.2.1	Generalidades.....	145
7.1.2.2	Proceso de trituración de escombros de hormigón.....	145
7.1.2.3	Características de la planta.....	145
7.1.2.4	Elementos que componen la planta.....	146
7.1.2.4.1	Descripción de los elementos.....	146
7.1.2.4.2	Funcionamiento de las trituradoras.....	147
a.	Trituradora de mandíbulas (trituración primaria.....)	147
b.	Trituradora de impacto (trituración secundaria.....)	147
7.1.2.5	Costos de adquisición y gastos operativos.....	148
7.1.2.5.1	Presupuesto estimativo de la planta de reciclaje de hormigón.....	148
7.1.2.5.2	Cálculo de costo por producción de una tonelada de hormigón reciclado.....	149
7.1.2.5.3	Presupuesto comparativo: hormigón natural vs hormigón reciclado.....	149
7.1.3	Implementación de planta recicladora de hormigón móvil en Guayaquil.....	150
7.1.3.1	Posibles sitios de ubicación.....	150
7.1.3.2	Partes de la planta móvil propuesta y flujo de producción.....	150
7.1.4	Conclusiones.....	151
BIBLIOGRAFÍA.....		153
ANEXOS.....		155



La disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos o RSU, es una problemática que se ha generalizado a nivel mundial y por consiguiente no deja de afectar al Ecuador. A nivel nacional, aún en nuestros días se observan excesivas falencias en la gestión de los residuos sólidos, especialmente en las ciudades de mediano y pequeño tamaño, las cuales en casi un 70% no poseen Rellenos Sanitarios adecuados y realizan las disposiciones finales incluso en vertederos a cielo abierto y curso de aguas, con evidentes efectos negativos a la comunidad. Asimismo, dentro de los RSU, nos encontramos con un tipo de residuos que apenas se considera en la gestión de dichos RSU: son los Residuos de Construcción y Demolición o RCD.

Si bien es cierto, ciudades grandes como Quito y Guayaquil poseen Rellenos Sanitarios adecuados, es también una realidad que estos depósitos son atestados por residuos de tipo doméstico en su mayoría y apenas un pequeño porcentaje lo conforman los RCD. En países en vías de desarrollo, como el nuestro, es muy común la falta de una legislación que controle la gestión de RCD, y en el caso de existir dicha legislación, son muy pocos tanto quienes la cumplen como quienes la controlan. Como consecuencia de esto, la disposición de RCD se realiza en terrenos baldíos, ciudadelas sin lotizar y áreas marginales, tal como sucede dentro de la ciudad de Guayaquil, que aún contando con un Relleno Sanitario, éste no recibe el volumen total de RCD generados diariamente, por cuanto no es un servicio gratuito y se encuentra muy alejado del centro de la ciudad.

Dichos residuos generados en construcciones y trabajos de demolición, son desechos que difícilmente se consideran para reintegrarlos al ciclo de producción en nuestro país, subestimando sus posibilidades de recuperación. Con nuestro estudio, buscamos proponer métodos factibles en el medio para lograr tanto el reciclaje de ciertos residuos y la reutilización de otros, entendiendo los beneficios que éstas prácticas traen consigo.

Desde un punto de vista ambiental, reciclar escombros de construcción y demolición tiene dos beneficios principales: aumenta la vida útil de los rellenos sanitarios y evita que se agoten los recursos naturales no renovables utilizados como materia prima. Además de éstas, existen muchas ventajas más relacionadas con la preservación del medio ambiente, el inconveniente es que la comunidad no logra comprender por completo estos beneficios, no valora la recuperación de residuos y tiene la falsa percepción de que un proceso de reciclaje encarece los productos sin darse cuenta de que, con el uso de materiales reciclados, los costes de transporte de residuos de la construcción son menores y al mismo tiempo, estos valores son equivalentes a los procesos de extracción de materias primas para la fabricación de materiales de construcción.

Esta investigación expone en primera instancia los aspectos necesarios de conocer sobre los Residuos Sólidos Urbanos, clasificación principal dentro de la que se encuentran los Residuos de Construcción y Demolición, así como, las posibles soluciones al actual problema de la gestión de dichos residuos en la ciudad de Guayaquil desde una perspectiva de sostenibilidad, proponiendo su reutilización y reciclaje para generar materiales de construcción sustentables en su proceso de producción e implementarlos en los sistemas constructivos de la ciudad. De ésta manera, a lo largo de la tesis se ha logrado determinar los materiales más frecuentes dentro de los RCD en el medio y cuáles son las fuentes generadoras responsables de producirlos.

Los RCD que hemos considerado adecuados para reciclar, son en su mayoría residuos de hormigón provenientes de aceras, estructuras y mampostería. Asimismo, dentro de los RCD que consideramos factibles de reutilizar, se encuentran los cerámicos, caña guadúa y maderas. A lo largo del desarrollo del trabajo se exponen los métodos existentes para realizar éstos procesos de recuperación, que si bien es cierto, no son métodos innovadores en países desarrollados, en nuestro país han sido escasamente implementados y adjunto a esto, se expone la propuesta de una planta de reciclaje de hormigón dentro de Guayaquil.

Algunas de las conclusiones a las que pudimos llegar, nos llevaron a realizar ensayos de laboratorio para comprobar la factibilidad del reciclaje del hormigón, RCD más frecuente en el medio, en los que logramos alcanzar resultados satisfactorios. Junto con estos resultados y otros análisis, creamos un *Manual de aplicación de Residuos de Construcción y Demolición en el proceso constructivo de obras menores* el cual es finalmente, el resultado de nuestra investigación.



CAPÍTULO I

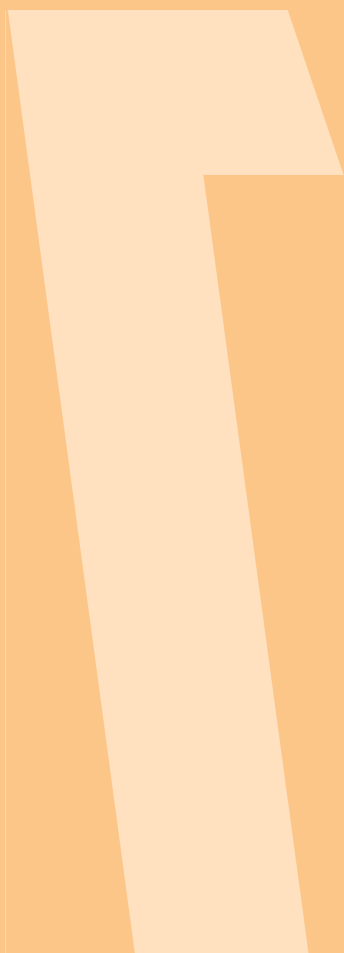
UBICACIÓN DEL PROBLEMA

A lo largo de este capítulo se logra definir:

- Objeto de estudio
- Relación Objeto-Sujeto de estudio, y
- Construcción del objeto de estudio

Parámetros con los cuales determinamos el valor Científico del tipo de estudio que desarrollamos en base a un carácter analítico, investigativo y propositivo.





1.1 DEFINICIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

Residuos de Construcción y Demolición, utilizados para generar materiales de construcción sustentables, a partir de su reutilización y reciclaje, aplicable a los sistemas constructivos de Guayaquil.

1.2 RELACIÓN DEL OBJETO-SUJETO DE ESTUDIO

La reutilización y reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición a partir de los criterios de sustentabilidad para su producción, aplicándolos en los sistemas constructivos de Guayaquil.

1.3 CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

Definición de la relación tema-problema

Materiales constructivos sustentables originados a partir de un proceso de fabricación, de la reutilización y reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición, un caso de aplicación: sistemas constructivos de Guayaquil.

Las oraciones tópicas que se derivan del anterior planteamiento son:

- El propósito de la investigación es proponer la reutilización y el reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición como recursos para generar materiales de construcción, a partir de los criterios de sustentabilidad, para ser utilizados en sistemas constructivos de Guayaquil.
- El propósito de la investigación es conocer los procesos que se llevan a cabo durante la reutilización y el reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición para generar materiales de construcción que sean sustentables en su producción y ser utilizados en procesos constructivos.
- El propósito de la investigación es conocer las diferentes formas en que se pueden aplicar materiales de construcción provenientes de la reutilización y reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición, utilizados en sistemas constructivos.
- El propósito de la investigación es proponer el uso los materiales de construcción provenientes de la reutilización y reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición, como parte de los sistemas constructivos en Guayaquil.

1.4 VALOR CIENTÍFICO

- El tipo de estudio es de un carácter analítico-investigativo-propositivo para determinar la reutilización y reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición, como una fuente de generación innovadora de materiales de construcción sustentables por la reducción de residuos, el alargamiento de vida de recursos naturales no renovables y el ahorro energético logrado en su proceso de fabricación.



CAPÍTULO II

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

- El diseño de la investigación establece:
- El Objetivo general de la investigación
 - Hipótesis
 - Metas
 - Justificación, y
 - El procedimiento metodológico utilizado en el estudio.





2.1 OBJETIVO

El objetivo general de la investigación es proponer la reutilización y el reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición o RCD para la producción de materiales de construcción sustentables en su proceso de fabricación, y ser empleados en los sistemas constructivos de Guayaquil.

2.2 PREGUNTAS DE HIPÓTESIS

¿Es la reutilización y el reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición una manera sustentable de generar materiales de construcción?

¿Se pueden aplicar los Residuos de Construcción y Demolición dentro de los sistemas constructivos de Guayaquil?

¿Los materiales constructivos provenientes de la reutilización y del reciclaje de los Residuos de Construcción y Demolición, son suficientemente resistentes y confiables para su uso en la construcción?

2.3 HIPÓTESIS

Los procesos de reutilización y reciclaje de los Residuos de Construcción y Demolición, responden a la producción de materiales de construcción sustentables en su proceso de fabricación, y garantizan su implementación factible en los procedimientos constructivos de Guayaquil.

2.4 METAS

- Identificar los procesos necesarios para hacer efectivos la Reutilización y el Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición, para ser empleados en los procedimientos constructivos de Guayaquil.
- Identificar y clasificar los tipos de Residuos de Construcción y Demolición que se pueden utilizar como materiales de construcción en los procedimientos constructivos de Guayaquil.
- Caracterizar la metodología y técnica de la producción de materiales de construcción sustentables en su proceso de fabricación, a través de la reutilización y reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición.

2.5 JUSTIFICACIÓN

Ecuador es un país con una insuficiente conciencia de conservación de los recursos naturales, que evade de esta manera los beneficios derivados de un proceso de recuperación de materiales realizado de forma correcta. Con este estudio se busca dar solución a parte del problema de la gestión de los RCD, mediante su reintegración al ciclo de producción, específicamente a los sistemas constructivos.

La investigación se basa en que cualquier producto, materia o sustancia inorgánica, resultante de la actividad humana o de la naturaleza, que ya no cumple la función para la actividad para la que fue generado, puede ser reintegrado al ciclo de producción, ya sea mediante un proceso de transformación como su reciclaje, o sin modificarlo cuando pueda ser reutilizado, considerando estos procesos desde una perspectiva sustentable, como necesidad global en busca de reducir la generación de residuos, los consumos energéticos y asegurar una equidad transgeneracional en cuanto a la disponibilidad de materias primas.

Buscamos implementar estos principios de generación de materiales de construcción sustentables en su fabricación, a los sistemas constructivos de Guayaquil, por ser una región en actual crecimiento urbano-habitacional, poco desarrollada en tecnología constructiva y productora de un elevado nivel de residuos frente a las escasas políticas que existen para su gestión.

2.6 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.6.1 CRONOGRAMA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

FASE	REFERENTE	CLAVE DEL ESQUEMA SINTÉTICO DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO PARTICULAR	ACTIVIDADES	ALCANCES
F-1	Definición de Residuo Sólido Urbano (RSU), componentes y clasificación.	A1	Acopio de documentación e información base.	Identificación y recopilación bibliográfica, archivos y fuentes para la identificación de los RSU a través de la información recopilada.	Elaboración de fichas bibliográficas de trabajo, ensayos y abstracciones para ser ordenadas jerárquicamente.	Definición de RSU, origen, componentes y clasificación a través de las fuentes de información para su estudio.
	Fuentes generadoras de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos de Construcción y Demolición en el medio.	A2	Acopio de documentación e información base.	Identificación y recopilación de fuentes generadoras de RSU y RCD a través de la información recopilada.	Elaboración de fichas bibliográficas de trabajo, ensayos y abstracciones para ser ordenadas jerárquicamente.	Identificación de las principales fuentes generadoras de RSU y RCD a través de las fuentes de información para su registro cualitativo.
F-2	Clasificación de los RCD para su aplicación en procesos constructivos.	B1	Propuesta de clasificación de los RCD para su aplicación en los procesos constructivos.	Identificar y seleccionar de acuerdo a sus características, que tipos de RCD son aplicables a procesos constructivos a través de la información recopilada.	Elaboración de fichas bibliográficas de trabajo, ensayos y abstracciones para ser ordenadas jerárquicamente.	Elaboración de un análisis sobre la clasificación de los RSU para su aplicación en la construcción y demostrar su factibilidad de aplicación en un proceso constructivo.
	Análisis de la normatividad existente en el manejo de RCD en el Ecuador y su posible operatividad.	B2	Acopio de documentación e información base.	Recopilación de información normativa para la identificación de planes de gestión de los RCD a través de la información recopilada.	Elaboración de fichas bibliográficas de normas y reglamentos de la gestión de RCD ordenados jerárquicamente.	Interpretación y análisis de normas y regulaciones del manejo de RCD.
F-3	Definición principios de sostenibilidad y su aplicación en la fabricación de materiales de construcción.	C1	Acopio de documentación e información base.	Identificación y recopilación bibliográfica, archivos y fuentes para la identificación de los principios de sostenibilidad a través de la información recopilada.	Elaboración de fichas bibliográficas de trabajo, ensayos y abstracciones para ser ordenadas jerárquicamente.	Identificación de los principios de sostenibilidad a través de las fuentes de información, para su aplicación en el manejo de RCD.

FASE	REFERENTE	CLAVE DEL ESQUEMA SINTÉTICO DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO PARTICULAR	ACTIVIDADES	ALCANCES
F-4	Definición de procesos de reutilización y reciclaje de RCD.	C2	Acopio de documentación e información base.	Identificación y recopilación bibliográfica, archivos y fuentes para la definición de procesos de reutilización y reciclaje a través de la información recopilada.	Elaboración de fichas bibliográficas de trabajo, ensayos y abstracciones para ser ordenadas jerárquicamente.	Definición de reutilización y reciclaje a través de del estudio de su proceso y parámetros, a partir de las fuentes de información.
	Especificaciones técnicas necesarias para cumplir requerimientos de materiales de construcción en sistemas constructivos.	D1	Acopio de documentación e información base.	Identificación y recopilación bibliográfica, archivos y fuentes para la identificación especificaciones técnicas requeridas en materiales de construcción a través de la información recopilada.	Elaboración de fichas bibliográficas de trabajo, ensayos y abstracciones para ser ordenadas jerárquicamente.	Identificación de requerimientos técnicos de materiales de construcción a través de las fuentes de información, para su análisis cualitativo.
	Análisis de casos análogos referentes al objeto de estudio.	D2	Acopio de documentación e información base.	Identificar consideraciones y especificaciones técnicas, para hacer factible el uso de materiales de construcción generados a partir de RCD en procesos constructivos de viviendas populares a través de la información recopilada.	Elaboración de fichas bibliográficas de trabajo, ensayos y abstracciones para ser ordenadas jerárquicamente.	Tomar como referencia ensayos de laboratorio realizados en estudios análogos para realizar pruebas de laboratorio con materiales del medio.
F-5	El crecimiento urbano de la ciudad de Guayaquil a partir del año 2000 hasta la actualidad y prospectiva del crecimiento urbano.	E1	Acopio de documentación e información base.	Identificación y recopilación bibliográfica e información cartográfica para la ubicación de obras generadoras de cantidades significativas de RCD.	Elaboración de fichas bibliográficas de trabajo, ensayos y abstracciones para ser ordenadas jerárquicamente. Interpretación cartográfica sobre el desarrollo urbano de Guayaquil y ubicación de obras significativas.	Identificación de las obras significativas productoras de RCD a través del registro cualitativo de planos cartográficos analizados e interpretados.
	Índice de demoliciones anuales en Guayaquil a partir del año 2000 hasta la actualidad.	E2	Acopio de documentación e información base.	Identificación y recopilación bibliográfica, archivos y fuentes para la identificación del número de demoliciones anuales en Guayaquil y su incidencia en producción de RCD.	Elaboración de fichas bibliográficas de archivos existentes para ser analizados y ordenados jerárquicamente.	Identificación de demoliciones productoras de RCD a través del registro cuantitativo de archivos y cualitativo de planos cartográficos analizados e interpretados.

FASE	REFERENTE	CLAVE DEL ESQUEMA SINTÉTICO DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO PARTICULAR	ACTIVIDADES	ALCANCES
F-6	Análisis sobre ensayos de laboratorio realizados con RCD del medio.	F1	Documentación de resultados de pruebas de laboratorio.	Comprobar la factibilidad en la creación de materiales de construcción a partir de RCD.	Elaboración de fichas y archivo de resultados.	Identificación de resultados.
F-7	Propuesta de manual práctico de aplicación de los RCD en procesos constructivos de una vivienda.	G1	Consolidación de la información analizada.	Sintetizar especificaciones técnicas, requerimientos mínimos y aplicaciones factibles de los materiales de construcción generados a partir de RCD en procesos constructivos.	Elaboración de un manual práctico.	Elaboración de un manual práctico de aplicación de los RCD en proceso constructivo de una vivienda y demostrar su factibilidad de uso en procesos constructivos.

Tabla 1. Cronograma General de la Investigación.
 Diseño de tabla: Aiq; María de Lourdes Aburto
 Vaciado de tabla: G. Pérez/S. Almeida

2.6.2 ESQUEMA SINTÉTICO DE LA METODOLOGÍA APLICADA EN LA INVESTIGACIÓN

CLAVE	OBJETIVOS	MÉTODO	TÉCNICAS	HERRAMIENTAS	INDICADORES	ÍNDICES
A1	Identificación y recopilación de información bibliográfica y fuentes de información referente a los Residuos de Construcción y Demolición (RCD). Aplicación: Acercamiento al caso de estudio a través del conocimiento de los de conceptos básicos existentes entorno a los RCD.	Análisis Sintético Aplicación: Identificar componentes y clasificación de los RCD para estudiarlos, relacionarlos y comprenderlos a partir de la información bibliográfica.	Abstracción Ordenación Reconstrucción Aplicación: Generar a través de un proceso de selección y valoración, los RCD en capacidad de reintegrarse al ciclo de producción.	✓ Fuentes de información bibliográfica ✓ Fuentes de información a través de la literatura Aplicación: Elaborar un estudio referente a conceptos, clasificación y capacidad de reintegración de los RCD.	Residuos y desechos que por sus características se consideran como Residuos Sólidos Urbanos en capacidad de reintegrarse al ciclo de producción. Aplicación: Poder valorar los RCD como elementos que forman parte del ciclo de producción.	Registro cuantitativo de fuentes de información bibliográfica de los RSU. Aplicación: Inventariar la información de los RCD por sus características.
A2	Identificación y ubicación de las fuentes generadoras de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en el medio. Aplicación: Acercamiento al caso de estudio a través del análisis y síntesis de la distribución de las fuentes generadoras de RCD.	Inductivo Análisis Sintético Aplicación: Identificar componentes y clasificación de los RCD para estudiarlos, relacionarlos y comprenderlos a partir de sus fuentes generadoras.	Abstracción Ordenación Reconstrucción Aplicación: Generar a través de un proceso de selección y valoración, las fuentes productoras de RCD.	✓ Fuentes de información bibliográfica ✓ Fuentes de información a través de la literatura Aplicación: Para registrar las fuentes generadoras de RCD según su ubicación.	Identificación de las fuentes más significativas que producen RCD. Aplicación: Elaboración de un catálogo con los diferentes fuentes generadoras de RCD.	Registro cuantitativo de las fuentes generadoras de RSU. Aplicación: Inventariar la información de la distribución de fuentes generadoras de RCD.
B1	Propuesta de clasificación de los RCD para su aplicación en sistemas constructivos. Aplicación: Acercamiento al caso de estudio a través de una propuesta de clasificación de los RSU para su aplicación en sistemas constructivos.	Sintético Aplicación: Identificar componentes y clasificación de los RSU para relacionarlos con su aplicación en un proceso constructivo.	Ordenación Reconstrucción Aplicación: Generar a través de un proceso de selección y valoración, una propuesta de clasificación de los RSU para su aplicación en un proceso constructivo.	✓ Información bibliográfica referente a la clasificación de los RCD por sus características. ✓ Información Técnica. Aplicación: Elaboración de análisis de clasificación de los RCD por sus características y definir cuales son aptos de recuperar.	Identificación de las especificaciones y consideraciones técnicas necesarias para evaluar materiales de construcción aptos para su aplicación en los procesos constructivos. Aplicación: Elaboración de tablas con las características técnicas obtenidas en materiales factibles de recuperar.	Registro cuantitativo de fuentes de información de clasificación de los RSU para su aplicación en un proceso constructivo. Aplicación: Inventariar la información de clasificación de los RSU para su aplicación en un proceso constructivo.

CLAVE	OBJETIVOS	MÉTODO	TÉCNICAS	HERRAMIENTAS	INDICADORES	ÍNDICES
B2	<p>Recopilar información referente a la normatividad del manejo de RCD en el Ecuador.</p> <p>Aplicación: Acercamiento al caso de estudio a través del análisis y síntesis de la normatividad y planes de gestión que determinan el destino final de los RCD.</p>	<p>Análisis Sintético</p> <p>Aplicación: Identificar componentes y clasificación de los RCD para estudiarlos, relacionarlos y comprenderlos a partir de información de la normatividad.</p>	<p>Abstracción Ordenación Reconstrucción</p> <p>Aplicación: Generar a través de un proceso de selección y valoración, los mecanismos de gestión de RCD.</p>	<p>✓ Fuentes de información bibliográficas ✓ Leyes de Residuos y Desechos Sólidos ✓ Manuales de Gestión de RCD ✓ Decretos oficiales para establecer estrategias o normas para la disposición de los RCD.</p> <p>Aplicación: Elaborar un estudio analítico de la normatividad en la gestión de los RCD.</p>	<p>Identificación de la normatividad y legislación del manejo de los RCD en el Ecuador.</p> <p>Aplicación: Elaboración de un catálogo con la descripción de los métodos de tratamiento de RCD en el Ecuador.</p>	<p>Registro cuantitativo de las normas que gestionan los RCD.</p> <p>Aplicación: Inventariar la información de normatividad que gestiona los RCD e identificar posturas políticas erróneas dentro de esta gestión.</p>
C1	<p>Identificar y recopilar información bibliográfica referente a los principios de un desarrollo sostenible de la producción de materiales de construcción.</p> <p>Aplicación: Acercamiento al caso de estudio a través del análisis y síntesis de los principios fundamentales para lograr una producción de materiales sustentable.</p>	<p>Inductivo Análisis Sintético</p> <p>Aplicación: Identificar componentes y clasificación de los RCD para estudiarlos, relacionarlos y comprenderlos a partir de los principios de sostenibilidad.</p>	<p>Abstracción Ordenación Reconstrucción</p> <p>Aplicación: Generar a través de un proceso de selección y valoración, los principios aplicables a ciclos de producción sustentables.</p>	<p>✓ Fuentes de información bibliográfica. ✓ Fuentes de información a través de la literatura. ✓ Reporte Nuestro Futuro Común.</p> <p>Aplicación: Elaboración de un estudio analítico sobre sostenibilidad y procesos de producción sostenibles.</p>	<p>Identificación de los principios de un desarrollo sostenible, de la producción de materiales de construcción.</p> <p>Aplicación: Poder valorar los procesos de producción a partir de los principios de sostenibilidad.</p>	<p>Registro cuantitativo de los principios de un desarrollo sostenible, de la producción de materiales de construcción.</p> <p>Aplicación: Inventariar la información de los procesos de producción sostenibles.</p>
C2	<p>Identificación y recopilación de información disponible referente a los procesos de reutilización y reciclaje de los RCD.</p> <p>Aplicación: Acercamiento al caso de estudio a través del análisis de métodos de recuperación de RCD.</p>	<p>Análisis Sintético</p> <p>Aplicación: Identificar componentes y clasificación de los RCD para estudiarlos, relacionarlos y comprenderlos a partir de los principios de sostenibilidad.</p>	<p>Abstracción Ordenación Reconstrucción</p> <p>Aplicación: Generar a través de un proceso de selección y valoración, los procesos de tratamiento de RCD.</p>	<p>✓ Información bibliográfica.</p> <p>Aplicación: Para conocer los principales procesos para el reciclaje y reutilización de RCD existentes en diferentes partes del mundo, aplicables a nuestro medio.</p>	<p>Identificación de los procesos de reutilización y reciclaje de los RCD.</p> <p>Aplicación: Elaboración de una tabla con las características y procedimientos llevados a cabo en la reutilización y reciclaje de los RCD.</p>	<p>Registro cuantitativo de fuentes de información de los procesos de reutilización y reciclaje de los RCD.</p> <p>Aplicación: Inventariar la información de los métodos de tratamiento de los RCD como la reutilización y el reciclaje.</p>

CLAVE	OBJETIVOS	MÉTODO	TÉCNICAS	HERRAMIENTAS	INDICADORES	ÍNDICES
D1	<p>Recopilación de información bibliográfica referente a especificaciones técnicas necesarias en materiales de construcción.</p> <p>Aplicación: Acercamiento al caso de estudio a través del análisis de la factibilidad de aplicación, de materiales generados a partir de RCD en cuanto a requerimientos técnicos mínimos.</p>	<p>Análisis Sintético</p> <p>Aplicación: Identificar componentes y clasificación de los RCD para estudiarlos, relacionarlos y comprenderlos a partir de información bibliográfica en el aspecto técnico.</p>	<p>Abstracción Ordenación Reconstrucción</p> <p>Aplicación: Generar a través de un proceso de selección y valoración, las consideraciones técnicas necesarias para hacer factible el uso de materiales de construcción fabricados a partir de RCD.</p>	<p>✓ Información bibliográfica referente a la clasificación de los RCD por sus características y definir cuáles son aptos para ser utilizados en la producción de materiales de construcción.</p> <p>✓ Información Técnica.</p> <p>Aplicación: Elaboración de un manual de análisis de clasificación de los RCD por sus características y definir cuáles son aptos para ser utilizados en la producción de materiales de construcción.</p>	<p>Identificación de las especificaciones técnicas necesarias en materiales de construcción.</p> <p>Aplicación: Elaboración de un catálogo con las características técnicas obtenidas en materiales de construcción generados a partir de RCD.</p>	<p>Registro cuantitativo de fuentes de información de especificaciones técnicas de materiales de construcción.</p> <p>Aplicación: Inventariar la información de características técnicas obtenidas en materiales de construcción generados a partir de RCD.</p>
D2	<p>Recopilación de información bibliográfica referente a casos análogos existentes donde han sido implementados los RCD como materiales de construcción.</p> <p>Aplicación: Acercamiento al caso de estudio a través del análisis de casos análogos.</p>	<p>Sintético</p> <p>Aplicación: Identificar Consideraciones y especificaciones técnicas para el uso de RCD en procesos constructivos.</p>	<p>Ordenación Reconstrucción</p> <p>Aplicación: Generar a través de un proceso de selección y valoración, las características físicas y químicas de los RCD reciclados.</p>	<p>✓ Información Técnica disponible en fuentes bibliográficas.</p> <p>Aplicación: Elaboración de un manual práctico referente al uso adecuado de los RCD como materiales de construcción en procesos constructivos de acuerdo a sus características físicas y químicas.</p>	<p>Identificación de los procedimientos para la aplicación de materiales generados a partir de RCD en procesos constructivos.</p> <p>Aplicación: Poder valorar los procedimientos para la generación de materiales de construcción a partir de RCD en procesos constructivos.</p>	<p>Registro cuantitativo de información técnica para aplicación de los RCD en un proceso constructivo.</p> <p>Aplicación: Inventariar la información de información técnica de aplicación de los RCD en un proceso constructivo.</p>

CLAVE	OBJETIVOS	MÉTODO	TÉCNICAS	HERRAMIENTAS	INDICADORES	ÍNDICES
E1	Identificación y compilación cartográfica, referente al crecimiento urbano de la ciudad de Guayaquil en los últimos años, ubicando depósitos finales de los RCD. Aplicación: Acercamiento al caso de estudio a través del análisis de zonas que han contribuido mayormente en el crecimiento urbano en Guayaquil a través de su distribución cartográfica.	Análisis Sintético Cronológico Aplicación: Identificación de uno de los mayores generadores de RCD a partir de la información cartográfica.	Abstracción Ordenación Reconstrucción Aplicación: Generar a través de un proceso de selección y valoración, las zonas con mayor desarrollo urbano.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Información de archivos históricos y planos cartográficos. ✓ Interpretación cartográfica ✓ Registro fotográfico. Aplicación: Elaboración de un estudio cartográfico de las zonas con un crecimiento urbano constante ahora o que fueron significativas en el pasado, y analizar el manejo que se le ha dado a los RCD producidos en este crecimiento.	Identificar zonas influyentes en el crecimiento urbano de la ciudad de Guayaquil a través de la interpretación de la cartografía, ubicando donde son depositados los RCD. Aplicación: Elaboración de un documento cartográfico con la ubicación de zonas y obras significativas que han generado o generar, cantidades considerables de RCD.	Registro cuantitativo de planos cartográficos del crecimiento urbano de Guayaquil, ubicando a donde son depositados los RCD. Aplicación: Inventariar la información del crecimiento urbano de Guayaquil por su distribución espacial.
E2	Recopilar información sobre el índice de demoliciones anuales en Guayaquil, su ubicación y su relación con la generación de RCD. Aplicación: Acercamiento al caso de estudio a través del análisis del índice de demoliciones anuales y su relación con la generación de RCD.	Análisis Sintético Cronológico Aplicación: Identificación de uno de los mayores generadores de RCD a partir de la información cartográfica.	Abstracción Ordenación Reconstrucción Aplicación: Generar en estadísticas, el índice de demoliciones anuales.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fuentes de información bibliográficas. ✓ Fuentes de información de estadísticas municipales. Aplicación: Elaborar un estudio estadístico sobre el índice de demoliciones en Guayaquil y un estudio analítico sobre los sitios de disposición final de los residuos producidos por estas demoliciones.	Identificar sitios donde se han realizado demoliciones con una generación significativa de RCD. Aplicación: Elaboración de un catálogo con la descripción de las demoliciones que han generado o generar, cantidades significativas de RCD y sitios de disposición final de estos residuos.	Registro cuantitativo del índice de demoliciones anuales. Aplicación: Inventariar la información de acuerdo a demoliciones anuales y su relación con la generación de RCD.
F1	Realización de ensayos de laboratorio de materiales fabricados a partir de RCD recuperados del medio.	Análisis Sintético Cronológico Aplicación: Caracterización de los materiales fabricados a partir de un proceso de recuperación de RCD.	Abstracción Ordenación Reconstrucción Aplicación: Generar una síntesis de resultados que comprueben la factibilidad de los ensayos.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ensayos de laboratorio. Aplicación: Elaborar un estudio que nos ayude a conocer las características de los materiales creados a partir de RCD.	Identificar características. Aplicación: Elaboración de una matriz con la descripción de los resultados.	Registro cuantitativo y cualitativo de los resultados. Aplicación: Inventariar la información de acuerdo a los resultados.

CLAVE	OBJETIVOS	MÉTODO	TÉCNICAS	HERRAMIENTAS	INDICADORES	ÍNDICES
G1	<p>Consolidación de la información recopilada y analizada.</p> <p>Aplicación: Acercamiento al caso de estudio a través de una propuesta de un manual práctico de aplicación de los RCD en un proceso constructivo.</p>	<p>Sintético</p> <p>Aplicación: Identificar Consideraciones y especificaciones técnicas para el uso de RCD en procesos constructivos.</p>	<p>Ordenación Reconstrucción</p> <p>Aplicación: Generar a través de un proceso de selección y valoración, un manual práctico de aplicación de RCD en procesos constructivos.</p>	<p>✓ Información Técnica disponible en fuentes bibliográficas.</p> <p>Aplicación: Elaboración de un manual práctico referente a las aplicaciones de los materiales generados a partir de RCD dentro de los procesos constructivos.</p>	<p>Compilación de los procedimientos comunes para la aplicación de materiales generados a partir de RCD en procesos constructivos.</p> <p>Aplicación: Poder valorar los procedimientos para la aplicación de materiales generados a partir de RCD en procesos constructivos.</p>	<p>Registro cuantitativo de información técnica para aplicación de los RCD en un proceso constructivo.</p> <p>Aplicación: Inventariar la información de información técnica de aplicación de los RCD en un proceso constructivo.</p>

Tabla 2. Esquema Sintético de la Metodología Aplicada en la Investigación.
Diseño de tabla: Aiq; María de Lourdes Aburto
Vaciado de tabla: G. Pérez/S. Almeida

2.6.3 TABLA SINTÉTICA GENERAL DE LOS REFERENTES DE LA INVESTIGACIÓN

REFERENTES	DESCRIPCIÓN GENERAL	CLAVE
Definición de Residuo Sólido Urbano (RSU), componentes y clasificación.	Analizar información bibliográfica disponible referente a conceptos y clasificación de los RSU, programas de gestión de estos residuos a nivel mundial y tecnología disponible para su tratamiento.	A1
Fuentes generadoras de Residuos Sólidos Urbanos en el medio.	La ciudad como generadora de Residuos Sólidos Urbanos, conocer de donde provienen comúnmente los RSU.	A2
Caracterización de los RCD para su aplicación en el proceso constructivo de una vivienda popular.	Identificar y seleccionar de acuerdo a sus características, que tipos de RSU son aplicables al proceso constructivo de una vivienda popular.	B1
Normatividad existente en el manejo de RCD en el Ecuador y su posible operatividad.	Conocer reglamentos y normativas acerca de la gestión, disposición final y tratamiento de los RCD vigentes en el país.	B2
Definición principios de sostenibilidad y su aplicación en la fabricación de materiales de construcción.	Identificar parámetros indicadores de un proyecto sustentable.	C1
Definición de procesos de reutilización y reciclaje de RCD.	Conocer que son los procesos de reutilización y reciclaje, sus métodos y procedimientos.	C2
Especificaciones técnicas necesarias para cumplir requerimientos de materiales de construcción en sistemas constructivos.	Identificar los requerimientos técnicos y de resistencia mínimos que hagan posible la inclusión de materiales generados a partir de RCD al mercado.	D1
Análisis de casos análogos referentes al objeto de estudio.	Consideraciones y especificaciones técnicas a tomar en cuenta, para hacer factible el uso de materiales de construcción generados a partir de RCD en procesos constructivos de viviendas populares.	D2

REFERENTES	DESCRIPCIÓN GENERAL	CLAVE
El crecimiento urbano de la ciudad de Guayaquil a partir del año 2000 hasta la actualidad y prospectiva del crecimiento urbano proyectada por el Municipio.	Detectar obras nuevas significativas que han generado volúmenes considerables de RCD en el pasado, obras actuales que los estén generando y obras futuras.	E1
Índice de demoliciones anuales en Guayaquil a partir del año 2000 hasta la actualidad.	Detectar demoliciones significativas de obras existentes que han generado residuos sólidos considerables en el pasado y obras actuales que los estén generando.	E2

Tabla 3. Síntesis General De Los Referentes de la Investigación.
 Diseño de tabla: Arq. María de Lourdes Aburto
 Vaciado de tabla: G. Pérez/S. Almeida





CAPÍTULO III **ESTADO DEL ARTE**

*Determinación del sujeto de estudio.
El Estado del arte es la base de la investigación a partir de la
jerarquía de los referentes más significativos que ayudan
al proceso teórico y justificación del tema.*





ESTADO DEL ARTE

Hasta hace algunos años, alrededor del mundo había sido habitual que los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) se almacenaran mezclados en contenedores, sin ningún tipo de separación, para posteriormente ser depositados en tiraderos a cielo abierto u ocupados para rellenos sanitarios, siendo esta última, la práctica más frecuente.

Actualmente son muchos los países que se encuentran implementando nuevas políticas para la gestión de estos residuos sólidos urbanos, con el objetivo de asegurar un desarrollo humano sostenible, fundamento nacido en los años 60 del siglo XX, cuando la comunidad científica comienza a alertar a las administraciones sobre los grandes problemas del planeta: pobreza, pérdida de biodiversidad y deterioro medioambiental.

En Octubre de 1984 se reúne por primera vez la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (WCED) atendiendo al llamado formulado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en el sentido de establecer una agenda global (Agenda 21) para el cambio bajo la convicción de que es posible para la humanidad construir un futuro sostenible y seguro para las próximas generaciones. En 1987, las conclusiones de esta Conferencia se recogieron en el Informe Brundtland, titulado *Nuestro Futuro Común*, el cual planteó que la humanidad tiene la capacidad para lograr un desarrollo sostenible, al que definió como "aquel que garantiza las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades".¹

El término desarrollo sostenible, perdurable o sustentable fue formalizado por primera vez en dicho Informe y se aplica a un desarrollo contemplado desde tres aspectos: aspecto social, económico y ecológico. Es así que se considera a un proceso, como sostenible o sustentable cuando es capaz, no solo de mantenerse por sí mismo, sino también cuando no depende de recursos finitos. Por ejemplo, la extracción de minerales para agregados de hormigón a partir de canteras, no es un proceso sostenible, porque estos minerales constan como recursos no renovables y por lo tanto finitos.

Un desarrollo sostenible en el aspecto social implica nuestro compromiso con las generaciones futuras; en el aspecto económico, significa el beneficio monetario, ya sea en mayor ganancia o en gastos menores; y finalmente en el aspecto ecológico implican un menor uso o no uso de energías no renovables, uso de energías limpias, menor contaminación y menor volumen de residuos en procesos productivos.

Uno de los principios fundamentales de un desarrollo sostenible, es asegurarle a las próximas generaciones las mismas posibilidades que nosotros poseemos en cuanto a disponibilidad de materias primas. Considerando esto, nacen las políticas de gestión de los residuos sólidos urbanos, conocidas como el conjunto de operaciones que se realizan con estos desde que se generan en los centros urbanos y servicios hasta la última fase en su tratamiento y su posible reintegración a los ciclos de producción.

La Gestión integral de RSU contempla entre otras cosas:

- Técnicas de ordenamiento y separación de residuos,
- Análisis del tipo de residuos y desperdicios generados,
- Formulación de anteproyectos de sitios de disposición final, con estudios técnicos y de evaluación de impactos ambientales.

Como procedimientos más efectivos para la reintegración de los RSU al ciclo productivo, se encuentran la reutilización y el reciclaje de estos residuos.

Aunque pocas, existen plantas recicladoras dentro del territorio nacional. En realidad, lo que parece casi inexistente, es una cultura dentro de la comunidad consciente de la importancia del reciclaje y la reutilización. Seguimos construyendo de una manera irresponsable, algo que puede ser visto claramente cuando hacemos encofrados de madera, cuando seguimos apuntalando losas con cañas y colocando rellenos de cimentación con cascajo proveniente de canteras, cuando esto se podría cambiar por rellenos conformados por residuos sólidos, y encofrados o puntales metálicos reutilizables.

Como una manera de frenar esta realidad, una de las acciones clave que se han implementado en países desarrollados, ha sido justamente la inclusión de la comunidad a los métodos de Gestión de RSU. Tomemos a España como ejemplo, parte de esta inclusión de la comunidad, ha consistido en su concientización con programas como el *Plan de Sostenibilidad para la familia, manual para un hogar más ecológico*, que pretende:

- Facilitar la comprensión de los procesos ambientales en conexión con los aspectos cotidianos de cualquier familia.
- Capacitar a los ciudadanos para analizar de forma crítica la información ambiental.
- Favorecer la adquisición de nuevos valores pro-ambientales y fomentar actitudes constructivas.
- Fomentar el desarrollo de una ética que promueva la protección del medio ambiente.
- Promover la participación activa de la sociedad en los asuntos colectivos, potenciando la responsabilidad compartida hacia el entorno.
- Crear pautas de conducta sostenible en todos los ámbitos de la vida.²

Junto con este y otros programas, también ha sido vital la creación de nuevas políticas y reglamentos que regulen de manera más eficiente la Gestión de RSU, como el Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) y el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) que busca reintegrar al ciclo de producción, ya sea mediante su reutilización o reciclaje, al menos un 60% del total de los residuos y lograr así, la desaparición de los tradicionales botaderos que constituyen una gran

¹ Comisión Brundtland (1987), *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro Futuro Común* ONU, Consultado en Octubre 13, 2008.

² Plan de Sostenibilidad para la Familia (2007), *Manual para un Hogar más Ecológico*, Consultado en Octubre 13, 2008 en <http://www.munimadrid.es/>

amenaza al medio ambiente y un problema de insalubridad en algunos casos. A pesar de esto, no en toda España funcionan eficientemente estos programas. Tal es el caso de la población de Sanlúcar, que posee la planta recicladora más grande de España, pero donde apenas se reciclan entre 10 y el 15% de los residuos mientras que el 85-90% restantes acaban en vertederos.³

Otro ejemplo más cercano a Ecuador donde el reciclaje de RSU ha dado mejores resultados, se encuentra Ciudad de Rauch, Argentina, donde tras largos años de negociaciones, en 1997, finalmente se logró implementar una planta de recuperación y reciclaje de RSU. La planta cumple una doble función de recuperadora y recicladora de materiales: "el reciclaje es un método de tratamiento que implica la transformación total o parcial de los residuos sólidos urbanos, transformación que significa un nuevo producto, con uso similar o diferente al material que le dio origen, pero nunca mantiene las cualidades del producto original. Mientras tanto la recuperación es la simple separación y acopio de materiales del flujo de residuos, aquellos que revisten mayor importancia tanto desde el punto de vista de su valor económico (valor de cambio) o por su carácter de peligroso y contaminante, que si bien puede ser reducido su volumen por medios mecánicos, estos no dejan de perder sus cualidades originales (...)".⁴

Con la implementación de planes de Gestión de RSU y RCD, se ha hecho más frecuente la aparición de plantas y nuevas tecnologías para reciclar. En el desarrollo de este estudio, se examinará el reciclaje de los materiales más frecuentemente recuperados entre los RCD.

Dentro de los RSU, el material más comúnmente reutilizado y reciclado alrededor del mundo es el acero. Considerando que, cada tonelada de acero reciclable ahorra 2,500 lb de hierro, 1,400 lb de carbón y 120 lb de cal⁵, que al año significan alrededor de 320 millones de toneladas de acero. Generalmente, 25% del material usado en la fabricación de acero es chatarra, aún a pesar de que los contaminantes son una barrera para el reciclaje, ya que los escombros de las demoliciones y la fabricación de coches de donde proviene este acero, contienen otros metales o plásticos, de ahí la importancia en la separación de materiales como primera fase de gestión.

En un adecuado manejo de residuos provenientes de construcciones nuevas, lo ideal sería, que no existan dichos residuos y que el diseño contemple durante los procesos de construcción, materiales con medidas estándar. Pero la realidad en el plano nacional es que, escasamente se considera una construcción con cero desperdicios y mucho menos es considerada la Gestión Integral de estos residuos, a pesar de que en la ley se dice que "Los residuos sólidos, cuyas características a lo permitan deberán ser aprovechados mediante su utilización o reincorporación al proceso productivo como materia secundaria, sin que represente riesgos a la salud y al ambiente".⁶

El acero reciclable junto con otros materiales en capacidad de reutilizarse o reciclarse, como ladrillo, madera, yeso, tejas, bloques de hormigón, ventanas de vidrio, tierra proveniente de excavaciones, carpetas asfálticas, entre otros, forman parte de los llamados Residuos de Demolición y Construcción (RDC), siendo el hormigón el más frecuente dentro de esta clasificación, por lo que la tecnología de reutilización y reciclaje para este tipo de residuo es una de las más desarrolladas en el campo de la construcción.

En el caso del reciclaje y la reutilización de los Residuos de demolición, la fase más importante de la gestión de estos residuos, es la Deconstrucción. Este método describe el proceso de desmantelado selectivo de los materiales de construcción antes y durante la demolición. Reutilizar y reciclar también incluye conexiones eléctricas y sanitarias que pudieren reutilizarse, puertas, ventanas y pisos para utilizarlos en una nueva construcción, sin olvidar que el principal material que se recupera en las construcciones y demoliciones, evidentemente es el hormigón y la mampostería para generar árido reciclado.

Básicamente, las plantas de producción de árido reciclado son similares a las plantas de producción de árido natural, y sólo se requieren electroimanes para la separación del acero y otros sistemas de eliminación de impurezas. Cuando los residuos provienen de grandes obras de ingeniería civil, como la demolición de puentes, el material obtenido posee una menor cantidad de impurezas en comparación con los residuos que provienen de una estructura de edificación, que requiere una cuidadosa selección de materiales, para evitar la contaminación de las materias reciclables.

Estas plantas de producción de árido reciclado generalmente utilizan tres tipos de trituradoras:

- de mandíbulas, que produce una buena distribución del tamaño del árido para la producción de hormigón,
- de impacto, que producen una gran cantidad de finos, convenientes para carreteras,
- y de conos, más apropiada para la trituración secundaria.

Asimismo, utilizan tres sistemas para eliminar impurezas:

- Tamizado, para impurezas de menor tamaño.
- Eliminación manual, permite retirar contaminantes de mayor tamaño.
- Y separación magnética, que consigue separar armaduras y otras impurezas metálicas.

³ Angel Barroso (2007), *El Reciclaje de los Residuos Urbanos de Sanlúcar es un Rotundo Fracaso*, Consultado en Octubre 14, 2008 en <http://ania.urcm.net/noticia.php?id=23439>

⁴ Canevari Fernando Gabriel (2005), *Planta de Recuperación y Reciclaje de Residuos Sólidos Urbanos*, Consultado en Octubre 13, 2008 en <http://www.estrucplan.com.ar/Articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=1099>

⁵ Americas Global Foundation (1996), *Ventajas del Acero Panelizado*, Consultado en Octubre 15, 2008 en http://www.theamericas.org/ventajas_acero_panelizado.htm

⁶ Ministerio del Medio Ambiente (1992), *Ley de Residuos y Desechos Sólidos del Ecuador, Artículo 3. Sección Cuarta, Capítulo II – De la Competencia Municipal*, Consultado en Octubre 15, 2008.

Existen potenciales problemas para la utilización del árido reciclado, uno de ellos es su falta de homogeneidad. En algunas plantas de producción de este árido se recopila información de la procedencia del material como precaución y se hace una inspección visual al momento de recibirlo.

Con estas medidas se puede mejorar la uniformidad del árido producido y posteriormente se lo clasifica para su utilización. Una posible clasificación para su empleo en hormigón es la propuesta por la RILEM:

- Tipo I: mayoritariamente compuesto de ladrillos.
- Tipo II: mayoritariamente compuesto de hormigón.
- Tipo III: compuesto por una mezcla de árido reciclado y árido natural.

En la producción de hormigón con árido reciclado, la absorción es una de las propiedades físicas que presenta mayor diferencia con respecto al árido natural. Con esto se justifica que no sea recomendable la fabricación de hormigón con árido fino reciclado, y que se realicen sucesivos procesos de trituración, para mejorar sustancialmente la calidad del árido, que puede llegar a alcanzar valores próximos a los del árido natural. De hecho, existen algunos métodos con los que se consigue obtener la resistencia del árido natural, es factible al punto que países como Japón, Hong Kong, Bélgica y Alemania, ya poseen sus propias regulaciones y normas para la aplicación del hormigón con árido reciclado.⁷

A pesar de que el concreto reciclado con escombros (áridos reciclados) presenta un balance ambiental y técnico positivo, que lo hace viable de ser empleado en la construcción de nuevas obras y remodelación de aquellas existentes, no se debe olvidar el factor económico.

Estudios demuestran que los costos por metro cúbico arrojan un ahorro del 7% al fabricar concretos reciclados en comparación con el concreto natural, aunque estos costos podrían llegar a ser iguales en el caso de que se tratase de elevar la resistencia de los materiales reciclados con mayor cantidad de cemento, con la ventaja de poseer un valor agregado representado por sus ventajas ambientales y el ahorro del costo de la eliminación evitada de residuos y de descarga en botaderos o rellenos sanitarios.⁸

Métodos como estos, son la clave de un desarrollo sostenible que nos beneficia a todos. Podemos generar materiales de construcción a un menor costo, asegurar un mejor equilibrio ecológico en la zona, se puede prolongar la existencia de materias primas y reducir en gran cantidad la acumulación de RSU, antes considerados como inservibles.

La consideración exclusiva de que el reciclado es factible porque deja utilidades, es una visión demasiado reducida de los beneficios, hace olvidar las razones relacionadas con el cuidado del ambiente, la sociedad, la salud pública y los menores costos que produce la no utilización de botaderos. En realidad, los costos de operación están en función de la tecnología implementada, es decir, con una mayor tecnología, el costo operativo es menor y viceversa. Asimismo, los costos operativos bajan, cuando la comunidad tiene mayor conciencia de la problemática y forma parte de los procesos de recuperación.

Utilizar RSU reciclados y reutilizados en los procesos constructivos de cualquier tipo de edificación, posee muchas más ventajas que desventajas. Aunque el ahorro económico de los materiales de construcción producidos a partir de estos residuos, no se refleja en altos porcentajes frente a los materiales de construcción originales, sus otros beneficios son evidentes, siempre la recuperación será el más eficaz método de disposición final de residuos.

⁷ Martha Sánchez de Juan (2004), *Estudio sobre la Utilización de Árido Reciclado para la Fabricación de Hormigón Estructural*, Consultado en Octubre 14, 2008.

⁸ Carlos Mauricio Bedoya Montoya (2003), *El Concreto Reciclado con Escombros como Generador de Habitats Urbanos Sostenibles*, Pág. 52-53, 93-94, Consultado en Octubre 15, 2008.





CAPÍTULO IV MARCO TEÓRICO

El Marco Teórico es la investigación preliminar sobre documentos y libros demás bibliografía seleccionada que orientaron el diseño de la investigación.



4.1 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU): DEFINICIÓN, SITUACIÓN ACTUAL, CLASIFICACIÓN Y COMPONENTES



Foto 1. Residuos Sólidos Urbanos a orillas de canal natural. Durán, 2008.
Fuente: G.Pérez/ S. Almeida

4.1.1 DEFINICIÓN DE RESIDUO SÓLIDO URBANO

Un Residuo Sólido Urbano (RSU) es cualquier producto, materia o sustancia, resultante de los procesos de consumo y desarrollo de actividades humanas o de la naturaleza, que ha sido desechado y/o abandonado ya que no cumple función alguna para la actividad que lo generó.

Tienen también la consideración de residuos urbanos según la Ley de residuos 10/98 España, los siguientes:

- Residuos procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas municipales.
- Animales domésticos muertos.
- Muebles, enseres y vehículos abandonados.
- Residuos y escombros procedentes de obras de construcción, reparación domiciliar y demolición.

4.1.2 DIAGNÓSTICO SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RSU A NIVEL NACIONAL

Hasta la década pasada, la gestión de los servicios de manejo de residuos sólidos estaba administrada directamente por los municipios de cada ciudad, por lo que el servicio era por lo general deficiente y se encontraba atestado de sindicatos y contratos colectivos, causantes de un precio elevado por tonelada recolectada. Estas tasas en poblaciones pequeñas (menos de 15,000hab.) son fijas en un 68%, diferenciadas en un 20% y el resto no cobra por el servicio.

Con el colapso durante los años 90 en el servicio de recolección de basura de Guayaquil, por decisión municipal se anula el sindicato de aseo de calles y se realiza el primer contrato de concesión del servicio de recolección y disposición final de los residuos sólidos. Con esto se logró, que en la ciudad actualmente casi el 50% del servicio de recolección sea manejado directamente por el Municipio y el resto por medio de contratos de servicios, fenómeno que se repite en otras ciudades de tamaño grande. En ciudades de tamaño mediano se nota que el 83% de las ciudades la realiza mediante administración directa y en las poblaciones pequeñas un 82% se maneja con administración directa y el 18% por contratación de los servicios.

A nivel nacional se estima que la producción per cápita de residuos es de 0.686Kg/hab*día, tenemos que el 66.3% de estos desechos generados tienen por destino el relleno sanitario, porcentaje del cual la mayor parte pertenece a ciudades grandes como Quito y Guayaquil. Por otro lado, en las ciudades medianas y pequeñas alrededor del 70% de los desechos sólidos son depositados inadecuadamente en rellenos controlados, vertederos a cielo abierto (quebradas) e incluso al curso de aguas (Tabla 4). Se estima que estos residuos representan alrededor de 1'861,000T/año a nivel urbano, con un costo real de 64'884,104USD anuales, lo que representa un déficit del 90% debido a que el promedio nacional presupuestado para estos servicios es de apenas 6'751,458USD, de ahí las falencias existentes.

NÚCLEO POBLACIONAL	RELLENO SANITARIO %	RELLENO CONTROLADO %	VERTEDERO A CIELO ABIERTO O CURSOS DE AGUA %
Ciudades grandes	86.6	13.40	-
Ciudades medianas	27.11	39.30	33.77
Ciudades pequeñas	26.03	23.68	50.30
A nivel país	66.33	19.47	14.20

Tabla 4. Cobertura de disposición final en el Ecuador de acuerdo al tamaño de núcleo poblacional
Fuente: Evaluación regional de los servicios municipales de manejo de Residuos Sólidos Municipales, 2003.

Por otro lado, existen residuos que no llegan a ser desechados y son aprovechados para su reciclaje o reutilización. Del total de los residuos generados en el país, apenas el 14.92% es reciclado: 2.64% de manera formal y el 12.28% informalmente. Los desechos que de manera más frecuente se recuperan son los inorgánicos como el papel, plásticos, vidrio, acero, aluminio, cobre, plomo, níquel, estaño, zinc y textiles. En menor cantidad los desechos orgánicos algunas veces son utilizados en compostaje y lombricultura.

Los reglamentos permiten la reutilización y el reciclaje de cualquier tipo de residuo, excepto los considerados como peligrosos, sin embargo, hacerlo no constituye una obligación para el generador de estos residuos, así como tampoco se contempla una disposición selectiva de desechos que potencialice su posterior aprovechamiento. Mucho menos frecuente es encontrarse con reglamentos o regulaciones municipales que gestionen los depósitos finales de los residuos de construcción y demolición en el país, con lo que se deduce que la mayor parte de estos residuos no son reintegrados al ciclo de producción.

Parte del concepto de desarrollo sostenible establecido por las Naciones Unidas, abarca el tema de los residuos sólidos y considera la importancia de reducir al máximo su generación, así como promulga el reciclaje, la reutilización de todo material, y un tratamiento adecuado o disposición final de residuos ambientalmente segura.

Debemos buscar reducir la generación de RSU, no solo por las implicaciones positivas ambientales que esto involucra, sino también porque cada vez es más difícil encontrar sitios adecuados donde realizar la disposición final de RSU debido al continuo y acelerado crecimiento de las ciudades durante las últimas décadas, incluso zonas antes consideradas como perimetrales, ahora están siendo habitadas, lo que dificulta aun más la apropiación de terrenos para realizar este tipo de actividades.

4.1.2.1 ESTRUCTURA FUNCIONAL DE LA GESTIÓN DE RSU EN EL ECUADOR

En términos legales, el manejo de los RSU en el Ecuador presenta deficiencias debido al escaso orden y sistematización de un sinnúmero de leyes, reglamentos y tratados que existen, sin que se pueda lograr entre ellos una debida integración, de manera que es difícil determinar a quién compete el tema del manejo, control y vigilancia de estos residuos entre las entidades públicas y mucho más difícil es, determinar los derechos y responsabilidades de los generadores de estos residuos.

Entre establecer políticas, normas, planificar y promocionar aspectos referentes al tema de desechos, al menos siete entidades estatales presentan competencias en cuanto al manejo de RSU, entre las principales se encuentran el Ministerio de salud Pública y el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, redundancia que ocasiona contradicciones y sobretodo confrontaciones entre dichas instituciones que en la mayoría de los casos se atribuyen funciones sobre una misma temática del sector.

Por otro lado, en la Ley de Régimen Municipal, consta como uno de los fines primordiales de los Municipios, la Recolección, procesamiento y utilización de residuos⁹; acciones que solo se realizan eficientemente en ciertas ciudades del país. En la mayoría de los casos se cuenta con personal sin preparación en el tema, que no realiza una adecuada valorización de los RSU. Además de la Ley de Régimen Municipal, también la constitución de la República, la Codificación de la ley de Gestión

⁹ Ministerio de Medio Ambiente (1982), Ley De Régimen Municipal, Capítulo II – De Los Fines Municipales, Art. 15, 3a, Consultado en Octubre 16, 2008.

Ambiental, el Convenio de Transferencia de Competencias y la Legislación Ambiental Secundaria, hacen mención sobre la responsabilidad básica de los Municipios de participar en la elaboración de normas técnicas y estrategias dentro del tema de la gestión de RSU.

En síntesis, los problemas con los que cuenta la actual Gestión de RSU en el Ecuador son los siguientes:

- En el marco legal, existen numerosos reglamentos y leyes vigentes, poco claras y que no poseen una estructura determinada debido a que han sido dictados por diferentes instituciones sin considerar la relación entre los diversos sectores de la gestión de RSU.
- Redundancia por parte de algunas instituciones estatales que se arrojan las mismas funciones en el tema del manejo de RSU, sin que exista un organismo único regulador.
- Falta de capacidad a nivel técnico por parte de los operadores de los sistemas de valorización de RSU.
- No existe un manejo de los RSU desde su fuente generadora, es decir, no se realiza una disposición selectiva de los residuos.
- Falencias en la disposición final de los RSU.
- Déficit en cuanto al presupuesto disponible para realizar actividades referentes a la recolección, tratamiento y disposición final de los RSU.
- Escasa participación ciudadana en el manejo de los residuos, no existe una cultura de valorización de los RSU.

4.1.2.2 DIAGNÓSTICO SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RSU EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Hasta 1992, año en que el Gobierno Nacional declara en emergencia sanitaria la Ciudad de Guayaquil y crea el Comité Ejecutivo Interministerial, la disposición de RSU se realizaba de forma inadecuada en el botadero de basura a cielo abierto San Eduardo. No existían programas de control de líquidos lixiviados¹⁰, los cuales eran descargados al estero salado que contaminaban aguas subterráneas y corrientes de ríos, tampoco se separaban ni clasificaban los desperdicios, además que existía un enorme problema de salud por la cantidad de plagas existentes y la falta de salubridad en la que vivían los llamados "chambers", que comercializaban de manera informal con los desperdicios.

En 1994 la Municipalidad de Guayaquil, encontró un emplazamiento en una cuenca natural, sitio denominado Las Iguanas donde desarrolló el actual relleno sanitario, que es el único sitio regularizado de disposición final de RSU con que cuenta Guayaquil, dado en concesión al Consorcio I.L.M. El relleno sanitario Las Iguanas se encuentra ubicado a 14.5 Km. del centro de la ciudad, vía a Daule cerca de la población de Pascuales. La geología del lugar indica que esta constituido por una capa de arcillas cohesivas de 10m de espesor y con elevada impermeabilidad. Su topología está conformada por pequeñas cuencas con desniveles de 80, 70 y 30m, siendo la cota más baja de 20m sobre el nivel del mar.



Foto 2, Relleno Sanitario Las Iguanas, 2006.
Fuente: Documento escrito Consorcio I.L.M., relleno sanitario Las Iguanas.

¹⁰ Wikipedia (2008), Lixiviado: "El lixiviado es el líquido producido cuando el agua filtra a través de cualquier material permeable. Comúnmente se lo asocia a Rellenos Sanitarios, en donde, como resultado de las lluvias que filtran a través de los desechos sólidos y otros productos en descomposición, se produce el lixiviado. Si el Relleno Sanitario no tiene sistema de recogida de estos líquidos, pueden alcanzar las aguas subterráneas y causar problemas medioambientales", Consultado en Octubre 16, 2008 en <http://es.wikipedia.org/wiki/Lixiviado>

Los residuos recolectados por el Consorcio (Canadiense - Ecuatoriano) Vachagnon, al cual se le adjudicó la prestación del servicio de recolección de basuras desde 1994, son descargados directamente en el relleno sanitario de manera ininterumpida durante todo el año y no existen estaciones de transferencia. Las fuentes generadoras de donde provienen son domésticas, comerciales, institucionales, de servicios municipales e industria, cuyos residuos no sean líquidos ni peligrosos.

La compactación de los desechos se hace diariamente en celdas de 20m de ancho y 4.4m de profundidad y pendiente de 1 vertical 6 horizontal, con estas características se puede compactar las celdas en capas de 80cm con rodillos de 45T. Las Iguanas cuenta con un sistema de manejo de gases, control de aguas lluvias, eliminación de lixiviados, un sistema vial, oficinas e instalaciones para empleados que lo hacen un depósito ambientalmente seguro, pero que no evita que deje de ser en un depósito finito.

Según datos de las oficinas del Relleno Sanitario Las Iguanas, más de la mitad de los residuos que ingresan corresponden a residuos orgánicos, los cuales son difícilmente viables de reintegrar aun ciclo de producción, razón por la cual no existe una planta recicladora dentro del emplazamiento. En el siguiente gráfico se expone la composición de los RSU en la ciudad de Guayaquil según el Relleno Sanitario:

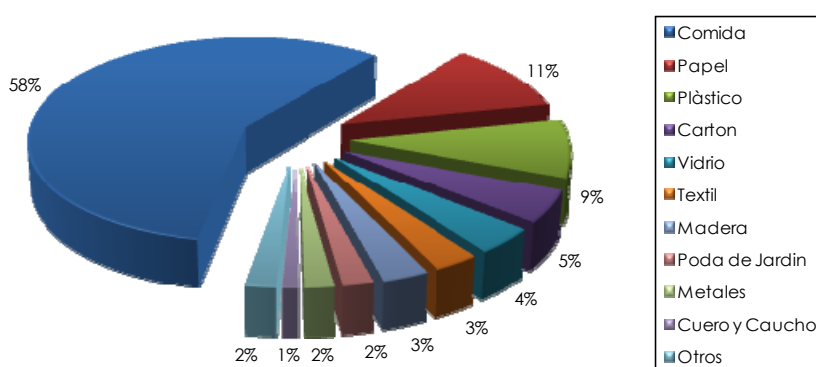


Gráfico 1, Composición de RSU de la ciudad de Guayaquil.
Fuente: Documento escrito Consorcio I.L.M., relleno sanitario Las Iguanas.

El alto ritmo de crecimiento de la ocupación del suelo urbano, principalmente de asentamientos informales sin la disposición de vías adecuadas, hace que se dificulte la recolección de los desechos sólidos de una manera controlada. En la siguiente tabla encontramos los métodos más comunes de eliminación:

FORMAS DE ELIMINACIÓN	1990	1993	1996	1998	2000
Relleno sanitario	0.00	0.00	92.40	94.00	94.20
Incinerados en planta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vertederos a cielo abierto	55.20	63.70	1.50	0.80	0.80
Reciclados	3.20	2.40	2.00	1.50	1.80
Quemados a cielo abierto	39.80	29.50	1.60	1.40	1.30
Otros	1.80	4.40	2.50	2.30	1.90

Tabla 5, Tendencia de la eliminación de los desechos sólidos (%).
Fuente: Dirección de Aseo Urbano y Rural de la Municipalidad de Guayaquil.

4.1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS RSU

Los RSU, son considerados como residuos municipales cuando pasan a ser manejados por entidades públicas como los municipios. Habitualmente se desechaban sin ningún tipo de clasificación o separación entre ellos, en botaderos a cielo abierto y rellenos sanitarios. Actualmente, organizaciones como las Naciones Unidas, luchan porque todos los países del mundo posean planes de Gestión de RSU. Con la aparición de estos planes de manejo, nace la necesidad de clasificar dichos residuos, ya sea por su origen o fuente generadora, composición, peligrosidad o grado de recuperación, siempre en función del destino final que se les vaya a dar, de acuerdo a la Tabla 6:

CLASIFICACIÓN	POR SU ORIGEN O FUENTE GENERADORA		Domiciliario	Industrial	Institucional	Construcción y demolición
	POR SU COMPOSICIÓN	Orgánicos		●		●
Inorgánicos			●	●	●	●
POR SU GRADO DE PELIGROSIDAD	Tóxicos			●		
	Reactivos			●		
	Corrosivos			●		
	Inflamables			●	●	●
POR SU GRADO DE RECUPERACIÓN	Reciclables		●	●	●	●
	No reciclables		●	●	●	●
ESPECIALES	Radioactivos			●	●	
	De riesgo biológico				●	

●	●	●
FRECUENCIA ALTA	FRECUENCIA MEDIA	FRECUENCIA BAJA

Tabla 6. Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos
Fuente: Gabriela Pérez y Sebastián Almeida

Dentro los RSU domiciliarios, se encuentran todos los productos resultantes de la actividad diaria en los hogares, tales como residuos orgánicos provenientes de la comida, papel de oficina, cartones, latas de bebida, envases plásticos, etc. Por otro lado, los residuos industriales son todos aquellos generados en los procesos productivos y fabricación de bienes finales, son concebidos en función de la tecnología del proceso productivo, tipo de materias primas o productos intermedios, y de las propiedades físicas y químicas de las materias utilizadas. El inconveniente con este tipo de residuos, es que muchas veces son tóxicos, reactivos o inflamables, lo que no impide su reintegración al proceso productivo, pero sí implica un especial tratamiento.

Como su nombre lo indica, los residuos institucionales son aquellos que provienen de instituciones públicas o privadas, cuando se consideran grandes o medianas generadoras de desperdicios. Este tipo de residuos se caracterizan por estar compuestos en su mayor parte por materiales con propiedades similares, por ejemplo hospitales, fábricas de papel, procesadoras de alimentos, etc. Asimismo, tenemos a los residuos de construcción y demolición (RCD), que provienen de toda actividad de la construcción.

Debido a que la clasificación de RSU está en función de la disposición final de estos residuos, debe considerarse que un mismo residuo puede entrar en diferentes tipificaciones. Por ejemplo, el papel producido en domicilios, es por su composición un residuo orgánico y por su grado de recuperación, es considerado un material reciclable.

4.1.3.1 COMPOSICIÓN DE LOS RSU

La composición y el índice de generación de los RSU, son variables que dependen de las características económicas, culturales, climáticas y geográficas de cada país. En los países en vías de desarrollo los volúmenes de residuos orgánicos, se pueden encontrar en mayor proporción que en países desarrollados.

En las zonas más desarrolladas la cantidad de papel y cartón es más alta, constituyendo alrededor de un tercio de la basura, seguida por la materia orgánica y el resto de residuos. En cambio si el país está menos desarrollado la cantidad de materia orgánica constituye hasta las tres cuartas partes del total de los residuos, y es mucho menor el volumen de papeles, plásticos, vidrio y metales. Asimismo, en los países menos desarrollados, los desechos sólidos contienen una mayor proporción de humedad y densidad, característica importante al momento de considerar métodos para la reducción de volúmenes, como la compactación de desechos, no adecuada si se considera la alternativa de compostaje para tratar residuos.

Al igual que en otros países latinoamericanos, en el Ecuador, los residuos orgánicos conforman la mayor parte de los RSU con un 71.4% del total producido, lo restante se divide de la siguiente manera: 10.5% de cartón y papel, 1.6% de metales, 2.2% de vidrio, 4.5% de plásticos y un 9.8% de otros tipos de residuos como los de construcción y demolición (RCD).

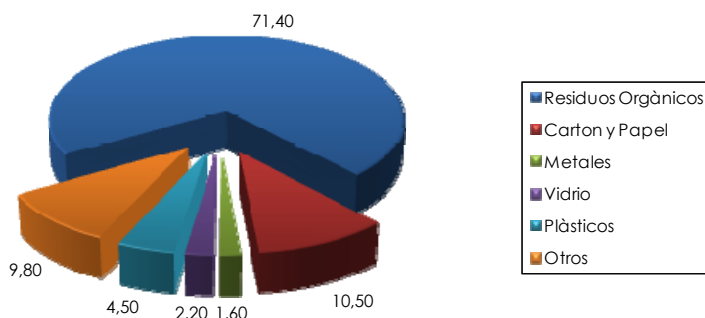


Gráfico 2. Composición de los Residuos sólidos urbanos en el Ecuador.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

En nuestra investigación, acotamos el estudio sobre los residuos que por su naturaleza responden positivamente a su recuperación y posterior uso en procesos constructivos, tales como aquellos residuos provenientes en su mayoría de obras de construcción y demolición, inorgánicos, no tóxicos, reciclables.

4.1.3.2 RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Dentro de los Residuos Sólidos Urbanos, la categoría que interesa al presente estudio, es la de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD), que como su nombre lo indica, son producidos cuando nuevas estructuras son construidas y cuando edificaciones existentes son remodeladas o demolidas. Estas estructuras incluyen todas las construcciones residenciales, así como las obras públicas municipales tales como la construcción de puentes, calles y carreteras. También se incluyen dentro de esta clasificación los residuos producidos de la limpieza y excavación de los sitios de construcción. La Tabla 7 muestra las características de la obtención de los RCD:

ACTIVIDAD GENERAL	ACTIVIDAD PARTICULAR	MATERIAL
DEMOLICIÓN de viviendas, edificios y obras públicas.	Construcciones Antiguas	Mampostería de hormigón, Prefabricados de arcilla recocida, madera, yeso, tejas.
	Construcciones Recientes	Prefabricados de arcilla recocida, hormigón estructural, hierro, acero, metales, caña, madera y plásticos.
	Construcciones Industriales	Hormigón estructural, acero, Prefabricados de arcilla recocida, mampostería de hormigón, cubiertas de zinc y otros materiales.

ACTIVIDAD GENERAL	ACTIVIDAD PARTICULAR	MATERIAL
CONSTRUCCION de viviendas, edificios y obras públicas.	Excavación	Tierras, Suelo orgánico, Residuos de podas, tala y jardinería.
	Edificación y Obras Públicas	Hormigón estructural, hierro, acero, Prefabricados de arcilla recocida, bloques, tejas, materiales cerámicos, plásticos, materiales no féreos, Concreto asfáltico.
	Reparación y mantenimiento	Cal, yeso, madera, tejas, materiales cerámicos, pavimentos, Prefabricados de arcilla recocida, caña, madera de encofrado, suelo, roca, hormigón estructural, productos bituminosos como el concreto asfáltico producto del fresado. ¹¹
	Reconstrucción y rehabilitación	Hormigón, acero, mampostería, Prefabricados de arcilla recocida, yeso, cal, caña, madera.

Tabla 7, RCD comunes obtenidos según el tipo de actividad que se realice.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

¹¹ E-Asfalto (2002), Bituminosos: Los materiales bituminosos son materiales aglomerantes de naturaleza orgánica y se dividen en dos grupos: alquitranes y betunes. Dentro de los betunes podemos encontrar a los asfaltos naturales provenientes de lagos y rocas asfálticas, y a los cementos asfálticos. El material bituminoso mas común es el asfalto utilizado en calzadas y carreteras, esta constituido por asfáltenos, resinas y aceites y tiene propiedades cementantes a temperaturas ambientales normales, Consultado en Octubre 16, 2008 en <http://www.e-asfalto.com/propiedades/materialesbituminosos.pdf>

4.2 FUENTES GENERADORAS DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL MEDIO



Foto 3 y Foto 4, Ejemplos de RCD, cañas, cuarterones de madera y tejas.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

En el Ecuador se generan alrededor de 8,235T de residuos sólidos por día, de los que se conoce que la ciudad de Guayaquil aporta con el 38% del volumen total producido en la región costa. En esta ciudad se produce entre 2400 y 2500T de RSU/día según las estimaciones que se hacen respecto al ingreso del desecho al relleno sanitario Las Iguanas, el cual contiene 90% de desecho doméstico y 10% de Residuos de Construcción y Demolición, que provienen de diferentes fuentes generadoras.

4.2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES GENERADORAS DE RSU

Las fuentes generadoras se clasifican en función del volumen que producen y de las actividades particulares que en ellas se desarrollan, dando origen a residuos sólidos que presentan cierta semejanza en cuanto a sus características intrínsecas, los cuales toman el nombre de dicha fuente generadora.¹² Estas fuentes pueden ser Domiciliarias, Industriales, Comerciales, Institucionales, de Construcción y demolición y Fuentes especiales, las que a su vez se dividen en tres grupos de acuerdo a su volumen de producción:

POR SU ORIGEN	POR SU VOLUMEN DE PRODUCCIÓN	VOLUMEN
Domiciliarias Industriales Comerciales Institucionales Construcción y demolición Fuentes Especiales	Grandes Generadores	Producen más de 10,000T anuales de residuos.
	Pequeños Generadores	Cuando el volumen de residuos es mayor a 400Kg y menor a 10,000T anuales.
	Microgeneradores	Cuando el volumen de residuos es menor a 400Kg anuales.

Tabla 8, Clasificación de las fuentes generadoras de RSU según su volumen de producción.
Fuente: Cortina Ramírez José Manuel, Guía para el manejo de residuos sólidos generados en la industria de la construcción.

¹² Instituto Nacional de Ecología de México (2005) *Diagnóstico de la Zona de Estudio*, Consultado en Octubre 14, 2008 en <http://www.ine.gob.mx/ueqej/publicaciones/libros/105/2.html>

4.2.2 FUENTES GENERADORAS DE RCD EN GUAYAQUIL

Dentro de las fuentes generadoras de RCD se diferencian dos grandes grupos: la obra privada y la obra pública. Actualmente, en Guayaquil los volúmenes de desalojo producidos por la obra pública equivalen a alrededor de 1'200,000m³ anualmente, superando a los de obra privada con 600,000m³ aproximadamente, por encontrarse activo el Plan de Regeneración Urbana en distintas zonas de la ciudad.

4.2.2.1 PRINCIPAL FUENTE GENERADORA DE RCD: EQUIPAMIENTO VIAL DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Dentro de las obras llevadas a cabo por el municipio, el equipamiento vial es el que produce mayor volumen de escombros y material de desalojo. Esta actividad incluye demolición de calzadas, aceras y bordillos y desalojo de material de excavación, por lo que podemos concluir que los RCD más frecuentes son:

RCD	ACTIVIDAD GENERADORA
Hormigón simple	Demolición aceras y bordillos
Hormigón armado	Rotura de Calzadas
Carpeta asfáltica	Rotura de Calzadas
Tierras de desalojo	Excavación de vías

Tabla 9, RCD más frecuentes en la ciudad de Guayaquil.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 5, Trabajos de demolición de hormigón simple de aceras, Av. de Las Américas, Guayaquil, 2008.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

La obra pública en equipamiento vial, al momento es la mayor generadora de residuos de hormigón, por esta razón, nuestra propuesta se enfoca principalmente en la utilización de dicho material, con las siguientes ventajas:

- Amplia disponibilidad de material en volúmenes elevados (Hormigón simple).
- Se trata de un hormigón libre de impurezas, con lo que se facilita la etapa de selección, y
- Podemos obtener el material dentro del perímetro urbano sin necesidad de recorrer largas distancias.

4.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA SU APLICACIÓN EN PROCESOS CONSTRUCTIVOS



Foto 6, Residuos provenientes de la rotura de pavimentos. Durán, 2008.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

4.3.1 MATERIALES FRECUENTES ENTRE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

Los residuos producidos durante el proceso constructivo de cualquier edificación, son diferentes de los que se pueden producir en una demolición, al mismo tiempo que sus características dependen de la etapa constructiva que los haya generado. En los proyectos de construcción de viviendas populares que se desarrollan en el medio, las etapas de estos procesos son muy similares entre sí debido a que son escasos los casos en los que se utilizan otros métodos diferentes a la construcción tradicional de pórticos de hormigón armado y mampostería. Podemos diferenciar dichas etapas en la siguiente tabla:

ETAPA	ACTIVIDADES DESARROLLADAS
Trabajos Preliminares	Excavación, Desalojo, Relleno y compactado
Cimentación	Fundición de cimientos
Estructura	Fundición de estructuras
Mampostería	Levantamiento de paredes interiores y exteriores, Revocado y enlucido
Ductería	Instalaciones eléctricas y sanitarias
Equipamiento	Piezas sanitarias
Revestimiento	Pisos, Paredes
Carpintería	Puertas, Ventanas
Acabados	Pintura Paredes interiores y exteriores

Tabla 10, Etapas de la construcción de una vivienda popular
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

Los residuos de construcción están constituidos por fragmentos o restos de materiales provenientes de estas etapas, por eso su composición varía ampliamente dependiendo el tipo de proyecto y obra que se esté llevando a cabo. Por supuesto, no todas las etapas descritas en la Tabla 11 generan residuos, las fases que mayor volumen de escombros producen evidentemente son las de excavación y fundición de elementos de hormigón armado. Debe tomarse en cuenta que esta construcción tradicional, se realiza en su mayoría con encofrados de madera y puntales de caña para el forjado de cimientos, elementos estructurales y losas de hormigón armado.

4.3.1.1 RESIDUOS DE EXCAVACIÓN

Aunque las tierras provenientes de desalojos en excavaciones, son muy poco revalorizables, existen más posibilidades dentro de la obra para la reutilización de tierra superficial. La tierra superficial es la capa orgánica del suelo que sostiene la vegetación. Es un material delicado, que se debe utilizar de inmediato una vez almacenada y sólo debe ser movida para reutilizarla. De no ser posible y si se está previsto reutilizarla al final de la obra, se debe almacenar cuidadosamente. Se debe evitar el tráfico de los vehículos ni permitir circular sobre las tierras porque se daña su estructura. La alternativa más recomendable es utilizar la tierra superficial para la formación del paisaje artificial de la propia obra: en la urbanización de las zonas verdes, como jardines y parques, y en todos los lugares en que se prevé la plantación de vegetación.



Foto 7, Trabajos de excavación, Terrenos del ISSFA, Guayaquil, 2008.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

4.3.1.2 CAÑA GUADÚA PARA PUNTALES

La Caña guadúa es un pasto que crece a una velocidad de 13cm al día. Durante los primeros seis meses de crecimiento alcanza su altura definitiva, alrededor de 6m y llega a la madurez a los tres años. En cuatro o cinco años, el tallo de esta planta, se vuelve lo suficientemente fuerte como para soportar una casa, ya que su resistencia se compara a la del acero. Se considera un recurso fácilmente renovable, una vez que se corta, el tallo vuelve a crecer rápidamente, por lo que habitualmente se la utiliza en gran volumen para apuntalar losas y estructuras de hormigón armado en fundición. Su rápido crecimiento, no es suficiente razón para desechar la caña utilizada en cada construcción que se lleve a cabo, deben considerarse otros fines para su disposición como la reutilización en la construcción de tabiques, cerramientos u otros fines en los que la caña no actúe como elemento soportante.

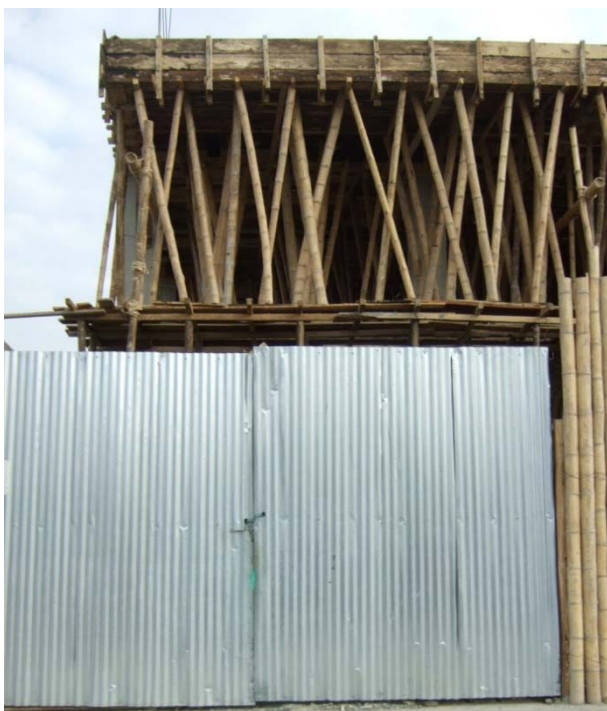


Foto 8. Losa apuntalada con caña durante el proceso de fraguado, Ciudadela La Garzota, Guayaquil, 2008.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 9. Luminaria pública apuntalada con caña durante trabajos de demolición, Av. De Las Américas, Guayaquil, 2008.
Fig. 11 Fuente: G. Pérez/Sebastián Almeida

4.3.1.3 MADERA DE ENCOFRADO

La madera es un material muy frecuente en los procesos constructivos de nuestro país como medio auxiliar en la ejecución de la obra. Habitualmente los encofrados que se utilizan en el medio, son de madera de baja calidad, por lo que no es posible reutilizarla más de dos veces en nuevos encofrados.

Cuando los encofrados de madera se deterioran por el uso, se acostumbra desecharlos o quemarlos en obra, práctica muy perjudicial para el medio ambiente por lo que debe buscarse nuevas alternativas para su disposición. La madera se puede reutilizar para elementos decorativos dentro de nuevas obras o puede triturarse para ser reciclada y convertida en paneles aglomerados para pallettes o tabiques, siempre y cuando se trate de madera en buen estado, libre de tóxicos, podredumbre y elementos metálicos como clavos o tornillos.

4.3.2 MATERIALES FRECUENTES ENTRE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN

La naturaleza de los residuos de demolición, así como los de construcción, también dependen de la naturaleza del proyecto y obra que se va a desmantelar. Este tipo de residuos se encuentran en mayor variedad y volumen que los de construcción, y están compuestos principalmente de materiales de naturaleza pétreo. Son piedras naturales y artificiales, mampostería y sobretodo hormigón debido al uso del método constructivo tradicional descrito anteriormente.

4.3.2.1 MAMPOSTERÍA DE HORMIGÓN Y HORMIGÓN ESTRUCTURAL

Entre los residuos de demolición más comunes tenemos los de Hormigón, gracias a que su utilización en grandes cantidades es una constante de la construcción convencional actual. El hormigón es el material dominante en las cimentaciones y

estructuras; en pavimentos y diversos tipos de prefabricados no estructurales, Asimismo, en las paredes de fachada y en las particiones interiores de los edificios, la mampostería es la más empleada. Por estas razones nuestro estudio se enfocará principalmente en el reciclaje este tipo de escombros.

La alternativa más ventajosa es reciclarlo en la propia obra como árido en un hormigón nuevo o en rellenos de soleras y trasdosados de muros de contención, en la formación del paisaje de las zonas ajardinadas comunes, en sub-bases de carreteras y para rellenar terraplenes. Estos materiales están constituidos por sustancias naturales, de modo que cada tonelada de residuos de hormigón que sea reciclado, como árido para un hormigón nuevo supone un ahorro de árido natural.

4.3.2.2 OTROS MATERIALES RESIDUALES

Dentro de nuestro enfoque, buscamos promover la reutilización de materiales y elementos que sean fácilmente recuperables, como tejas de cubiertas, puertas, ventanas y tumbados de yeso, que se pueden reintegrar a los procesos constructivos cuando se ha realizado una adecuada demolición selectiva.

La siguiente tabla recoge los Residuos de Construcción y Demolición potencialmente recuperables y sus posibles aplicaciones en nuevos procesos constructivos:

MATERIALES	FUENTE GENERADORA	PROCESO DE RECUPERACIÓN	APLICACIÓN
Cerámicos	Pisos, paredes	Reutilización	Revestimiento paredes.
Concretos asfálticos	Calzadas	Reciclaje	Relleno de solares.
Ladrillos	Paredes	Reciclaje	Material de relleno. Áridos para fabricación de hormigón.
Acero	Estructura (vigas y columnas)	Reciclaje	Reutilización en Estructura (vigas y columnas)
Vidrio	Ventanas, puertas	Reciclaje, Reutilización	Reutilización de ventanas y puertas. Fabricar nuevo vidrio.
Paneles de yeso	Paredes, tumbados	Reutilización	Reutilización en tumbados.
Tejas	Cubiertas	Reutilización	Reutilización en cubiertas.
Madera	Vigas, encofrados, pisos, elementos no fijos como ventanas y puertas.	Reutilización	Elementos arquitectónicos no estructurales.
Caña	Puntales	Reutilización	Elementos arquitectónicos no estructurales.
Bloques de hormigón	Paredes	Reciclaje	Material de relleno. Áridos para fabricación de hormigón.
Concreto armado	Estructura (vigas y columnas) Megaestructuras (edificios, puentes, vías) Luminarias públicas	Reciclaje	Material de relleno. Áridos para fabricación de hormigón.
Concreto en masa	Pavimentos y losas	Reciclaje	Producción de agregado grueso para hormigón.

Tabla 11, Principales RCD potencialmente reciclables y reutilizables.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

4.4 NORMATIVIDAD EXISTENTE EN EL MANEJO DE RCD EN GUAYAQUIL Y SU POSIBLE OPERATIVIDAD



Foto 10. Residuos de demolición sobre la vía pública. Isla Trinitaria, 2008.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

El Municipio de Guayaquil, dentro de sus ordenanzas hace una diferenciación bastante básica entre los tipos de residuos sólidos urbanos que maneja, de esta manera tenemos: residuos sólidos domiciliarios, residuos sólidos peligrosos y residuos sólidos provenientes de construcciones y demoliciones.

De la misma manera, para el manejo de cada uno de estos residuos se han establecido diferentes reglamentaciones, así, para los residuos sólidos provenientes de construcciones y demoliciones, existe la "Ordenanza que norma el manejo y disposición final de escombros para la ciudad de Guayaquil", vigente desde el 2005 y que busca controlar la disposición clandestina de estos desechos debido a que el Consorcio Vachagnon, prestador del servicio de recolección de basura, no esta autorizado a disponer de este tipo de residuos.

4.4.1 MARCO LEGAL

Según la "Ordenanza que norma el manejo y disposición final de escombros para la ciudad de Guayaquil" ([Anexo 3](#)), son de competencia de la Municipalidad los desechos sólidos no peligrosos producidos por las demoliciones de edificaciones y los producidos de materiales de construcción utilizados en una obra, así como también el material a desalojar en la excavación para la construcción de cimentaciones de obras civiles, tales como edificios, vías, ductos, etc.

Debido a la ausencia de escombreras en la ciudad, esta Ordenanza Municipal dispone que estos residuos se depositen también en el relleno sanitario Las Iguanas, en la cota a 30m, después de seguir el debido trámite legal que exige que:

- Todo generador de escombros no peligrosos, es responsable de estos en su recolección, transporte y descarga exclusiva en el relleno sanitario autorizado.
- Para desalojar los escombros, se debe contratar exclusivamente con las prestatarías autorizadas del servicio de recolección de escombros por la Municipalidad.
- El sitio dentro del relleno sanitario donde se depositen los escombros, es determinado por la Dirección de Aseo Cantonal, Mercados y Servicios especiales (DACMSE).
- El generador de escombros debe coordinar con la DACMSE el traslado de dichos escombros para que ésta solicite el servicio de recolección, que se programará dentro de los dos días siguientes a la solicitud.
- Junto con la emisión del Registro de construcción, se debe incluir con una cuantificación de los escombros que serán generados en los procesos constructivos. Asimismo, cuando se trata de una demolición, se debe adjuntar esta estimación junto con la solicitud de permiso.
- Una vez culminada la obra y previa su aprobación, la DACMSE comparará la cantidad de escombros calculada y la real a fin de comprobar que el volumen aproximado fluctúe entre el $\pm 10\%$ del volumen realmente desalojado.
- Está penalizado el arrojo clandestino de escombros en sitios no autorizados.

Para la disposición de escombros dentro de las instalaciones del relleno sanitario Las Iguanas, también se debe considerar el pago de una tasa, la cual se establece de acuerdo al volumen que ha de ingresarse y que corresponde a \$4.16 por tonelada de escombros.



Foto 11, Botadero no controlado de escombros provenientes de Guayaquil, Ciudadela Primavera I, Cantón Durán, 2008.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

En la mayoría de los casos, los generadores de RCD tratan de evadir el pago de la tasa al relleno sanitario, debido a que se lo considera un rubro excesivamente elevado, por esta razón, es muy común que se hagan los depósitos finales de los escombros en los rellenos de terrenos baldíos o en escombreras no autorizadas. Esta situación se ve agravada por el hecho de que el relleno sanitario se encuentra ubicado en el perímetro de la ciudad, lo que eleva el costo de transporte de escombros y desfavorece los tiempos de construcción, complicaciones que los generadores de RCD no quieren afrontar.

Esta práctica tan común en el medio de disponer de los materiales producto del desalojo en solares vecinos o en muchos de los casos, en botaderos clandestinos, trae consigo también una serie de consecuencias ambientales y sociales que perjudican a la ciudad.

4.4.2 CONSECUENCIAS AMBIENTALES DE LA DISPOSICIÓN NO ADECUADA DE LOS RCD

El manejo no adecuado de RSU como los residuos de construcción y demolición, afecta tanto la salud humana como al medio ambiente, además de que genera un deterioro estético de los centros urbanos y del paisaje natural de las ciudades.

4.4.2.1 DISPOSICIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

Uno de los efectos ambientales más comunes en nuestra región, es la contaminación de aguas superficiales como ríos y esteros, ocasionando deterioro del paisaje y la pérdida de flora y fauna, además de impedir que el agua se mantenga dentro de su cauce durante las estaciones con altos niveles pluviométricos cuando las salidas están bloqueadas por estos desperdicios.



Foto 12, Situación actual del estero Salado, Guayaquil. 2008.
Fuente: www.eluniverso.com



Foto 13, Escombros en las riberas del Puente de La Almozara, España.
Fuente: www.sekano.es

4.4.2.2 DISPOSICIÓN SOBRE EL SUELO

El crecimiento urbano de las ciudades incide directamente sobre el suelo, tanto por la pérdida de tierras productivas como por su contaminación. La disposición clandestina de materiales residuales a nivel del suelo provoca también deterioro ambiental en la flora y fauna. Por otro lado, en muchos de los casos nos encontramos con que estas disposiciones se utilizan como relleno de terrenos baldíos vecinos contando con la autorización de los dueños de los terrenos para hacerlo.

Utilizar residuos como material de relleno, si no se ha hecho una debida selección de los desechos que se van a depositar, no es recomendable para edificar debido a que este suelo no se encuentra lo suficientemente compactado ni ha llegado a los requerimientos técnicos mínimos. Por esta razón, de la misma manera en que este material de relleno fue producto del desalojo de otro terreno, los constructores probablemente buscarán deshacerse de dicho material en un futuro por no considerarlo apto para la construcción, provocando con esto, contaminar un terreno más y así sucesivamente.



Foto 14, Quema de desperdicios a cielo abierto, Ciudadela Primavera I, Cantón Durán, 2008.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

Métodos de disposición final de los residuos que traigan consigo consecuencias negativas al medio ambiente y a la sociedad, no son compatibles con los principios de sostenibilidad. A continuación haremos un acercamiento a los conceptos promovidos por las Naciones Unidas de acuerdo a dichos principios.

4.5 DEFINICIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD Y SU COMPATIBILIDAD CON LA FABRICACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



Ilustración 1, Portada artículo El País Echa a Perder Beneficios Desarrollo Sostenible. Fuente: Carlos Rymer, medioambienterd.org

Antes de proseguir con el desarrollo de esta tesis, es necesario conocer y comprender cuáles son los principios de sostenibilidad o sustentabilidad bajo los cuales se desarrolla nuestra propuesta de generar materiales de construcción a partir de la recuperación de RCD. Este estudio nos dará los parámetros para entender la importancia que un desarrollo sostenible tiene dentro de los procesos de producción actuales.

4.5.1 PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD: ANTECEDENTES

En Octubre de 1984 se reúne por primera vez la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (WCED) atendiendo al llamado formulado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en el sentido de establecer una agenda global (Agenda 21) para el cambio bajo la convicción de que es posible para la humanidad construir un futuro sostenible y seguro para las próximas generaciones. En 1987, las conclusiones de esta Conferencia se recogieron en el Informe Brundtland, titulado *Nuestro Futuro Común*, el cual planteó que la humanidad tiene la capacidad para lograr un desarrollo sostenible, al que definió como "aquel que garantiza las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades"¹³, del cual más tarde se derivó el Programa o Agenda 21 con los principios fundamentales en todos los aspectos que intervienen en un desarrollo sostenible.

ASPECTOS DE UN DESARROLLO SOSTENIBLE	IMPLICACIONES
Aspecto social	Compromiso con las generaciones futuras de asegurar los mismos beneficios en cuanto a disponibilidad de materias primas.
Aspecto económico	Beneficio monetario, ya sea en mayor ganancia o en gastos menores.
Aspecto ecológico	Menor uso o no uso de energías no renovables Uso de energías limpias Menor contaminación Menor volumen de residuos

Tabla 12, Aspectos e Implicaciones de un desarrollo sostenible. Fuente: G. Pérez/S. Almeida

¹³ Comisión Brundtland (1987), *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro Futuro Común ONU*, Consultado en Octubre 13, 2008.

El término desarrollo sostenible, perdurable o sustentable fue formalizado por primera vez en dicho Informe y se aplica a un desarrollo contemplado desde tres aspectos: aspecto social, económico y ecológico. Es así que se considera a un proceso, como sostenible o sustentable cuando es capaz, no solo de mantenerse por sí mismo, sino también cuando no depende de recursos finitos. Por ejemplo, la extracción de minerales para agregados de hormigón a partir de canteras, no se puede considerar un proceso sostenible, porque estos minerales constan como recursos no renovables y por lo tanto finitos.

En el aspecto ecológico, un proceso de producción eficazmente sostenible debe regirse por los siguientes principios:¹⁴

- **Principio de Responsabilidad y reducción en la fuente**, según el cual todo productor de bienes finales o intermedios, es responsable por el completo ciclo de vida de los residuos que resulten de este proceso constructivo, esto involucra la búsqueda de métodos para reducir estos residuos y mantener recursos disponibles para las futuras generaciones.
- **Principio del que contamina paga**, el que ocasiona impactos negativos en el ambiente producto de un proceso productivo, debe asumir los costos para amortiguarlos.
- **Principio de precaución**, acciones preventivas que la autoridad, a través de normas y regulaciones, puede ejercer en torno a acciones que pueden generar contaminación.
- **Principio de menor costo de disposición de residuos**, se refiere a que se deben minimizar riesgos y costos de traslado y disposición final de los residuos producidos, y que estos sean tratados en su mayoría.
- **Principio de uso de la mejor tecnología posible**, aplicación de tecnologías limpias¹⁵, implican mayor inversión, pero aseguran mayor rentabilidad y ventajas competitivas.

El desarrollo sostenible es un proceso de cambio en el cual la explotación de recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y el cambio institucional se encuentran todo en armonía y explotan tanto el actual como el futuro potencial para cubrir las necesidades y aspiraciones humanas.¹⁶

4.5.2 ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD DE LOS PROCESOS ACTUALES DE FABRICACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN A PARTIR DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

El presente estudio es un análisis desde una perspectiva de sostenibilidad, de los aspectos positivos y negativos dados en los procesos de fabricación de dos materiales de construcción específicos: cemento y áridos para agregados, para así poder compararlos con los métodos propuestos por los autores más adelante, considerados como sustentables.

4.5.2.1 PRODUCCIÓN DE CEMENTO NATURAL

El proceso de producción del cemento natural, sigue los siguientes pasos:

- Se extrae roca caliza de las canteras, en forma de piedras de gran tamaño que se transportan a la planta de trituración.
- A través de dos trituradoras se reducen el tamaño de las piedras, y esta caliza triturada se transporta a la escombrera.
- De la escombrera se traslada la piedra caliza por cinta y se la lleva hacia las tolvas de molino de materia prima.
- La caliza se muele junto con otros componentes y forman la harina cruda que se lleva a los silos donde es homogenizada.
- Luego ingresa por la parte superior a la torre de intercambio de calor y desciende por la misma iniciándose los procesos de deshidratación y descarbonatación.
- El material baja en contracorriente con los gases calientes del horno, produciéndose la primera transformación llamada precalcinación.
- El material precalcinado ingresa al horno rotatorio donde la temperatura aumenta hasta los 1,450°C, donde se producen las reacciones más importantes en el crudo y la formación del clinker, material básico del cemento.
- El clinker que sale del horno es enfriado rápidamente con el aire frío para bajar su temperatura a 100°C asegurando el estado vítreo del material.
- El clinker se almacena en el parque de clinker para su posterior uso.
- Del parque de clinker se extrae el material y se lleva a los silos que alimentan los molinos de cemento.
- Al molino llegan el clinker, yeso y algún componente mineral adecuado según el tipo de cemento a producir. El producto que se obtiene es cemento propiamente dicho.¹⁷

¹⁴ Comisión de las Naciones Unidas (1992) Programa 21: Principios de Sostenibilidad, Consultado en Octubre 15, 2008.

¹⁵ Europe Commissions (2004), The IPTS Report: Tecnologías Limpias en Europa: Difusión y Fronteras: "Las tecnologías limpias son aquellas que incluyen las "tecnologías integradas en el proceso" (PI) que pretenden evitar que se generen contaminantes durante el proceso de producción, y las tecnologías "end-of-pipe" (al final del proceso) (EP) que reducen la descarga al medio ambiente de cualquier contaminante que se haya producido", Consultado en Octubre 16, 2008 en <http://ipts.jrc.ec.europa.eu/home/report/spanish/articles/vol69/ENV15696.html>.

¹⁶ Comisión Brundtland (1987), Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro Futuro Común ONU, Consultado en Octubre 13, 2008.

¹⁷ Cementos Minetti (2006) Proceso de producción del cemento, Consultado en Octubre 17, 2008 en http://www.grupominetti.com/ppc_minetti/minetti_ppc.html

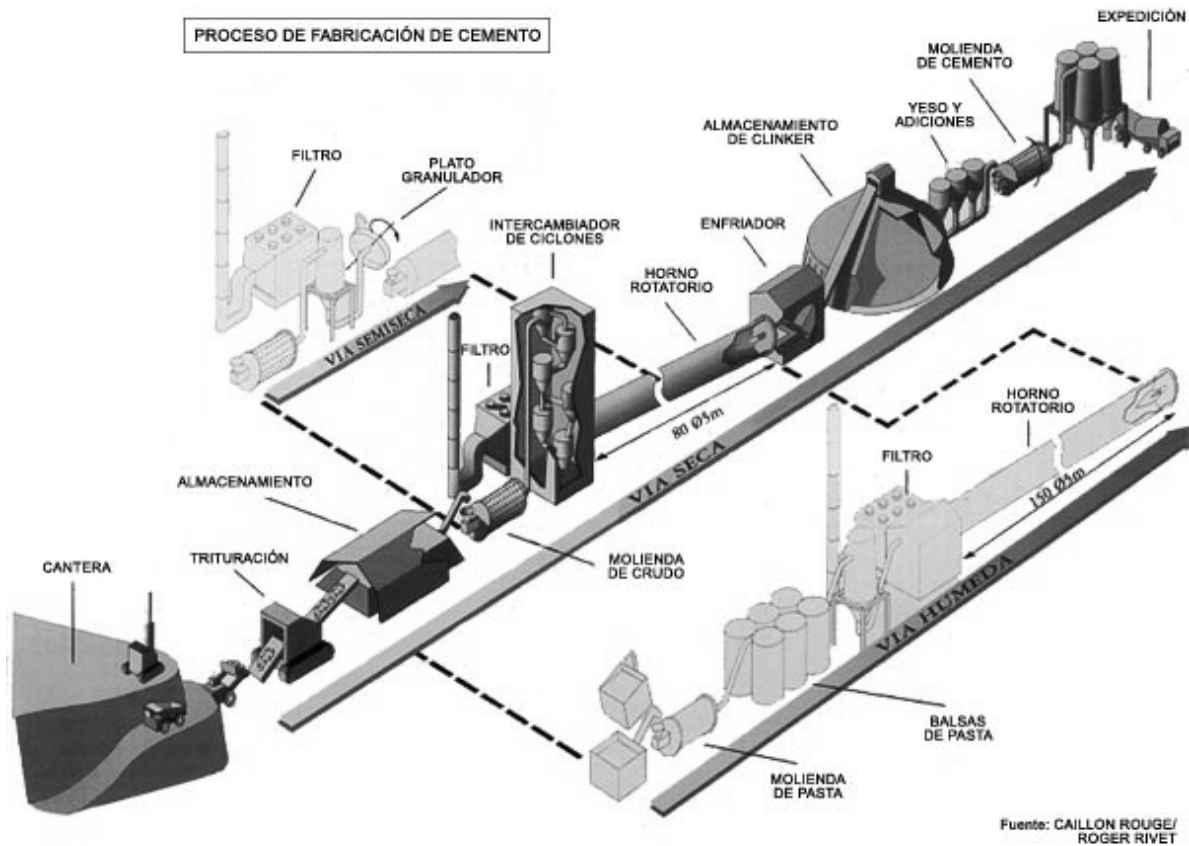


Ilustración 2, Proceso de Fabricación del cemento.
Fuente: www.oficemen.com

4.5.2.1 Aspectos negativos de la producción de cemento natural

Aunque los procesos posteriores a la extracción de la materia prima, pueden llegar a tener efectos realmente negativos hacia el medio ambiente, son controlables. Por otro lado, es evidente que la extracción de materia prima es la mayor amenaza ambiental: se necesita alrededor de 1.6T de materia prima por cada tonelada de cemento, además de yeso, consumiéndose en total 1.65T aprox. de materia prima.

El cemento es un producto obtenido de la roca caliza, material extraído de las canteras. Al igual que en otras canteras, este proceso productivo tiene impactos como:

- El deterioro del suelo debido a su manejo en la explotación del recurso
- Se puede contaminar el agua por la disposición de sustancias tóxicas, mantenimiento de vehículos y maquinaria;
- Se ocasionan emisiones de polvo por la extracción y el transporte;
- Se aumenta el efecto del calor la radiación solar sobre los lugares explotados (zonas verdes absorben más rayos solares que terrenos descubiertos).

Después de la extracción de la materia prima, la industria cementera posee dos métodos de fabricación de cemento llamados método húmedo y método seco. Actualmente se prefiere utilizar el método seco por el gran ahorro de energía y combustible.

Durante la trituración y secado de las materias primas del cemento, la humedad presente se desprende en forma de vapor de agua inofensivo para el medio ambiente. Es durante la cocción de estas materias primas que se produce un desprendimiento del dióxido de carbono (CO₂) que había estado contenido en la piedra caliza, debido a la transformación por exposición al calor, de carbonato cálcico en óxido cálcico. A esta emisión de gases se suman los gases de escape de los combustibles y ocasionalmente pueden aparecer compuestos de azufre y óxidos de nitrógeno.

Además, la fabricación de cemento utiliza combustible por combustión para su funcionamiento, la temperatura de llama en esta fabricación puede alcanzar hasta 1,800°C, contribuyendo a la formación de óxidos de nitrógeno. Estos materiales combustibles están conformados generalmente por aceites, disolventes, residuos de pintura, neumáticos viejos u otros residuos combustibles que suelen contener contaminantes, pero normalmente no pasan al gas de escape.

No solo los gases de escape son contaminantes presentes en la fabricación del cemento, también se debe considerar la emisión de polvos al medio ambiente durante procesos de trituración, mezclado y cocción de materia prima, que en este caso son una mezcla de piedra caliza, óxido cálcico, minerales del cemento y a veces también cemento totalmente cocido. A fin de controlar estas emisiones, se utilizan instalaciones de aspiración y grupos separadores de polvo eficaces, como precipitadores electrostáticos, filtros textiles, filtros de gravilla y ciclones.

Por otro lado, las fábricas de cemento, a pesar de no ser contaminantes del agua, si consumen grandes cantidades de ésta. Se necesitan alrededor de 0,6m³ de agua por tonelada de cemento para la refrigeración de las máquinas y gases de escape de los hornos, agua que generalmente se encuentra en circulación. En los sistemas que utilizan el método húmedo, se requiere de un metro cúbico adicional por tonelada de cemento para la molienda de la pasta, agua que se desprende por evaporación a la atmósfera, por lo tanto no es recuperable como el otro método.

Resumiendo, los aspectos negativos y riesgos de la fabricación de cemento natural desde una perspectiva sostenible, son los siguientes:

Un desarrollo sostenible que aquel que garantiza las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. (Principio No. 1, Capítulo 2)*

PARAMETROS SOSTENIBILIDAD	ASPECTOS NEGATIVOS
El uso de fuentes no renovables, reduce su disponibilidad para las generaciones futuras. Cuando hablamos de fuentes minerales y fósiles, se debe considerar una extracción moderada y hacer énfasis en el reciclaje, a fin de evitar que estas fuentes se acaben antes de que sustitutos aceptables estén disponibles. (Principio No. 12, Capítulo 2*)	Extracción de materias primas no renovables.
Un desarrollo sostenible requiere la conservación de especies vegetales, animales y microorganismos, así como de los elementos inanimados del ecosistema, de los que dependen para sobrevivir. (Principio No. 1, Capítulo 6*)	Ubicación de la planta en o cerca de los hábitats sensibles como mangles, esteros, humedales y arrecifes de coral, constituyendo una amenaza constante. Por ejemplo en el caso de Guayaquil, la planta de la empresa cementera Holcim se encuentra rodeada por los Bosques Protectores Puerto Hondo y Cerro Blanco, y manglares del Salado.
Un desarrollo sostenible requiere los impactos negativos en la calidad del agua, aire y otros elementos naturales (bienes libres), sean minimizados de manera que garantice la integridad completa del ecosistema. (Principio No. 14, Capítulo 2*)	Todas las operaciones de la planta (trituración, manejo de materiales, hornos, enfriadores de escoria) emiten partículas de polvo de cemento a la atmósfera, dañino por contener silicatos y aluminatos de calcio.
La eficiencia de la caldera de una fábrica determina su índice de la emisión del hollín y de los productos químicos nocivos que afectan a todos que viven y trabajan alrededor de ésta. (Principio No. 17, Capítulo 2*)	La quema de los desechos y aceites peligrosos como combustibles suplementarios, emite a la atmósfera Dióxido de Carbono, y pueden llegar a producirse contaminantes tóxicos de la combustión incompleta y metales como plomo. <i>La producción mundial anual de cemento de 1,6 billones de toneladas ocasiona aproximadamente el 7% de la carga total de dióxido de carbono en la atmósfera.</i> ¹⁸
La energía es necesaria para la supervivencia diaria. En el presente, ninguna fuente o mezcla de fuentes se encuentran a la mano para suplir las necesidades futuras de incrementar las cantidades requeridas en el futuro de una manera segura y ambientalmente sana, de ahí la necesidad de no desperdiciar y hacer un uso eficiente de la energía disponible. (Principio No. 1, Capítulo 7 ¹⁹)	La industria del cemento es un sector intensivo en energía, en donde ésta supone generalmente el 30-40% de los costes de producción. ²⁰
La salud es un pilar fundamental para el Desarrollo Humano Sostenible. Este desarrollo no solo debe considerar el ambiente, sino también integrar el cuidado de la salud y el desarrollo social, así como los derechos humanos, mejorando los ambientes laborales y promoviendo la salud de los trabajadores, para el desarrollo de comunidades saludables y mejorar la Calidad de Vida para las presentes y futuras generaciones. (Salud de los trabajadores y sostenibilidad, OPS)	La exposición prolongada al polvo de clinker, es una de las causales de enfermedades respiratorias, de la piel y daños oculares. Además, como en la mayoría de fábricas, existen elevados niveles de ruido, por lo que se corre peligro de sordera, especialmente en las cercanías de los molinos de cemento.

Tabla 13, Aspectos contradictorios con los principios de sostenibilidad, de la fabricación de cemento natural. Fuente: G. Pérez/S. Almeida

¹⁸ Artículo del Prof. P. Kumar Mehta, Concrete International (2001), *La Reducción del Impacto Ambiental del Hormigón*, Consultado en Octubre 21, 2008 en <http://www.icpa.org.ar/files/mehtahor.doc>

¹⁹ Comisión Brundtland (1987), *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro Futuro Común* ONU, Consultado en Octubre 13, 2008.

²⁰ Europe Commissions (2004), *The IPTS Report*, Consultado en Octubre 19, 2008

4.5.2.2 PRODUCCIÓN DE AGREGADOS Y ÁRIDOS PARA HORMIGÓN

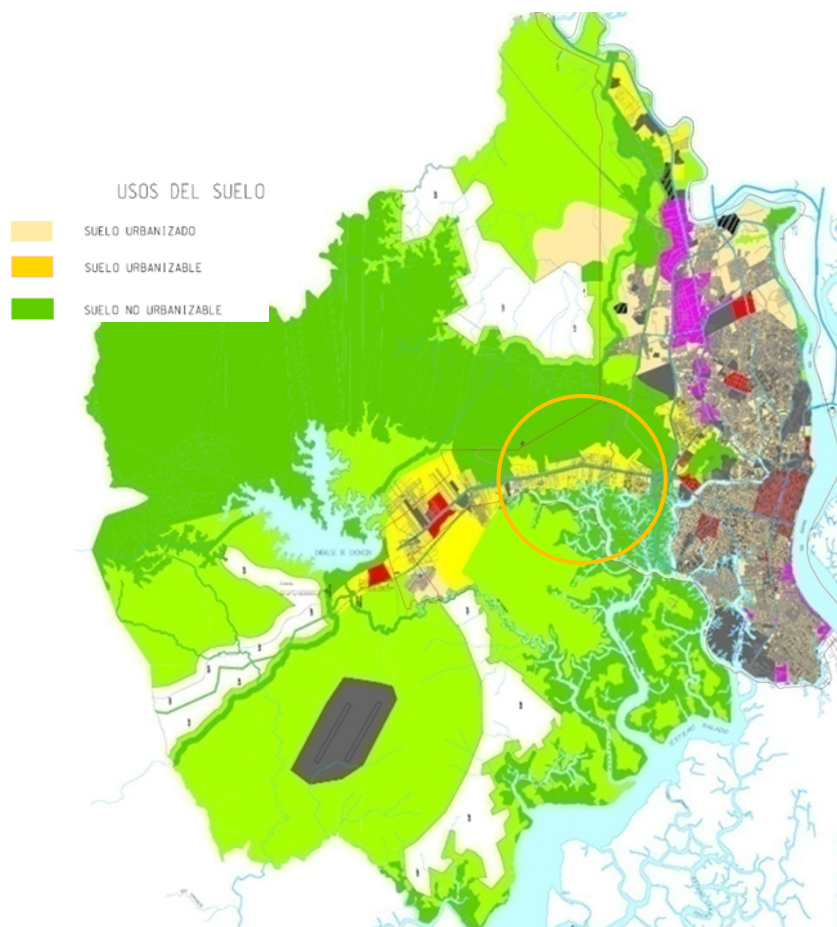
Los agregados son materiales que se encuentran embebidos en la pasta del hormigón (cemento, agua y áridos), ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de este y determinan la trabajabilidad del hormigón fresco y en la resistencia del hormigón endurecido.

Los agregados para hormigón son materiales granulares inertes finos, como la arena y gruesos, como la grava. Estos áridos son extraídos de canteras y a veces de las cuencas de los ríos, de modo que provienen de fuentes no renovables, al igual que sucede con la extracción de la piedra caliza para la producción de cemento. Aunque esta extracción no produce contaminación del aire, el daño más evidente es el de desgaste de las canteras por lo que se debe empezar a considerar una extracción mucho más moderada, que evite el agotamiento de estas fuentes en un futuro, ya que por ejemplo, según el artículo *La extracción de áridos en la Unión Europea en el marco de la estrategia del uso sostenible de los recursos naturales*, para fabricar 1m³ de hormigón son necesarias aproximadamente entre 1.8 y 1.9T de áridos.

4.5.2.2.1 Aspectos negativos de la extracción de áridos naturales

La acción de extraer materia prima, altera el ecosistema. No solo se debe considerar la erosión del suelo, sino también que los emplazamientos de extracción ocupan lugares donde la naturaleza solía estar. Sumado a esto, tenemos los medios de transporte necesarios para llevar esta materia prima a su destino, provocando ruido y haciendo necesaria la apertura de caminos hacia los yacimientos que trae consigo aun más inestabilidad al ecosistema.

En Guayaquil, a lo largo de los kilómetros 13 y 14 Vía a la costa, se encuentran ubicadas 17 canteras desde alrededor tres décadas, esta zona ha sido asignada según las Ordenanzas Municipales dentro de los usos de suelo, paradójicamente como Suelo Protegido por instalaciones de riesgo y vulnerabilidad, como se puede ver en el Plano 1. No solo es un área rodeada de ecosistemas sensibles como manglares y bosques protectores, sino también se encuentra muy cercana al área donde el municipio ha asignado un Suelo de Uso Residencial de densidad baja, que ha traído consigo el auge inmobiliario en los últimos años.



Plano 1, Ubicación de canteras de extracción, Vía a la Costa, Guayaquil.
Fuente: Municipio de Guayaquil

Además, de las implicaciones ambientales, los niveles de ruido producidos por la extracción en las canteras en estas zonas, van desde 87.7 a 62.8 (db (A)) de Nivel de Presión Sonora Equivalente (NPS eq)²¹, cuando lo permitido por la Legislación Ambiental es de 40 a 50 (db (A)) en zonas Residenciales y de 60 a 70 (db (A)) para zonas Industriales.²² También existen otras canteras fuera del perímetro de la ciudad de donde se obtienen materias primas, algunas localizadas en el carretero Guayaquil-Salinas y Durán.



Foto 15, Vista panorámica de canteras Vía a la Costa.

Fuente: Jara F., Orta M., Orta I., Estudio Afectación por material particulado y ruido ocasionado de las actividades de las canteras en las urbanizaciones de la Vía a la Costa, 2008



Foto 16, Cantera de extracción, Cantón Durán, 2008.

Fuente: G. Pérez/S. Almeida

Resumiendo, los problemas que implican la extracción de áridos son los siguientes:

- Contaminación por polvo (especialmente en procesos de trituración).
- Contaminación por ruido.
- Presencia de vibraciones por el uso de maquinarias.
- Impactos sobre el paisaje como pérdida de suelos.
- Alteración de drenajes naturales.
- Incremento de procesos de erosión y sedimentación.
- Deforestación.
- Alteración de ecosistemas.
- Molestias causadas a los asentamientos humanos que se han emplazado sin un control adecuado por parte de la entidad reguladora.

²¹ Jara F., Orta M., Orta I. (2008) Estudio Afectación por material Particulado y Ruido Ocasionado de las Actividades de las Canteras en las Urbanizaciones de la Vía a la Costa: El nivel de presión sonora determina la intensidad del sonido que genera una presión sonora instantánea, es decir, del sonido que alcanza a una persona en un momento dado y se expresa como 20 veces el logaritmo decimal de la relación entre una presión acústica y una de presión de referencia determinada, Consultado en Octubre 21, 2008.

²² Jara F., Orta M., Orta I. (2008) Estudio Afectación por material Particulado y Ruido Ocasionado de las Actividades de las Canteras en las Urbanizaciones de la Vía a la Costa, Consultado en Octubre 21, 2008.

4.6 PROCESOS DE REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN



Ilustración 3, Minimización de residuos de construcción y demolición.

Fuente: Programa de Afiliados de la Construpedia, Manual de Minimización y Gestión de los Residuos en las Obras de Construcción y Demolición, 2000.

El principal objetivo del desarrollo sostenible, es la satisfacción de las necesidades y aspiraciones humanas. Satisfacer estas necesidades depende en parte de explotar al máximo el potencial de crecimiento económico, aunque altos niveles de productividad y pobreza pueden coexistir, al mismo tiempo que pueden causar daños al medio ambiente, como es el caso de nuestro país.

El crecimiento económico y el desarrollo obviamente involucran cambios físicos en el ecosistema, del mismo modo que ninguno puede ser conservado intacto. Gracias a que las economías básicamente se sustentan en la transformación de materias primas y explotación de fuentes renovables, dejar de hacerlo solo traería desmejoramiento en el nivel de vida de las personas, aspecto que no es compatible con los principios de sostenibilidad en el aspecto social. El problema radica en el uso indiscriminado de recursos no renovables, reduciendo así las reservas disponibles para las futuras generaciones. Esto no significa que estos recursos no deben ser usados, se trata de encontrar tecnologías disponibles para controlar su disminución, insistir en la importancia del reciclaje y economizar el uso de estas fuentes para prevenir que se agoten antes de haber encontrado un sustituto aceptable.

Toda actividad productiva genera residuos y/o desperdicios, el beneficio ambiental del reciclaje se traduce en una disminución de estos residuos, disminución de la contaminación del medio ambiente y un evidente ahorro de los recursos naturales. Por estas razones, el reciclaje y la reutilización constituyen las medidas más comúnmente adoptadas alrededor del mundo para promover un desarrollo sostenible, que incluye el uso de residuos orgánicos para lombricultura, la reintegración de materiales como el acero, vidrio, papel y plásticos, y el aprovechamiento de materiales residuales de construcción y escombros de demolición como medida más recientemente implementada dentro del manejo de los RSU.

4.6.1 DEFINICIÓN DE RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN

Reciclar es la acción de reintegrar al ciclo de producción a través de un proceso previo, materias y productos resultantes de los procesos de consumo de actividades humanas que han dejado de cumplir la función para la actividad que fueron creados. Reciclar también incluye, reintegrar partes de artículos que en su conjunto, han llegado al término de su vida útil, pero que separados, admiten un uso adicional. Por otro lado, reutilizar es la acción de volver a utilizar los bienes o productos, sin un previo proceso de transformación, más que una acción de mejora o restauración, sin modificar el producto si es útil para un nuevo usuario.

4.6.2 RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)

Según la legislación municipal se conoce a los RCD como escombros y se los define como residuos de naturaleza inerte que han sido generados durante los procesos de construcción, excavación, reparación y demolición.

En países desarrollados como Dinamarca y Bélgica, los porcentajes de reciclaje de escombros se aproximan al 75%, prefiriendo este destino por sobre el relleno, debido a que han comenzado a escasear la materia prima en canteras, así como los espacios donde se ubicaban los vertederos. Sin embargo, en países como Ecuador, el reciclaje de escombros es prácticamente inexistente, estimándose que se llega a reciclar apenas un 10% del total del volumen de escombros. Asimismo,

en la mayoría de los casos, los RCD son depositados en el relleno de solares privados o en vertederos clandestinos, agravando la situación ambiental de las ciudades debido a que este material no ha tenido una selección previa a su disposición y generalmente no sirve para edificar sobre él, de modo que en un futuro se debe desalojar y depositar en otro terreno más, convirtiendo este proceso en un ciclo de desalojo y depósito continuo.

Los residuos obtenidos de edificaciones nuevas y los escombros de demolición, poseen características diferentes entre sí. Cuando hablamos de una reutilización de residuos de construcción, estamos hablando de materiales que no han sufrido cambios en su estructura física ni química y conservan su resistencia inicial. Idealmente este tipo de residuos no debería existir, si se considera un empleo racional de los recursos con los que se llevan a cabo las edificaciones, pero debido a que es inevitable su generación, se debe considerar su empleo en futuros procesos constructivos u otro tipo de actividades.

Antes de pensar en un reciclaje o reutilización de RCD, es importante considerar como primer paso, la selección y separación de materiales que conforman estos escombros, ya sea mediante la demolición selectiva, así como el uso de técnicas adecuadas que impidan la mezcla de sobrantes de construcción. Por otro lado, el destino de los materiales reciclados, depende de su composición, por ejemplo cuando se habla de obras de tierra como terraplenes, es adecuado utilizar residuos cerámicos, asfálticos o de hormigón, mientras que para aplicaciones como la fabricación de hormigón, se prefiere utilizar residuos de hormigón en un gran porcentaje libre de impurezas. En cualquiera sea el caso, la reutilización de RCD debe asegurar la suficiente seguridad y debe alcanzar similares características con respecto al uso de materiales nuevos en una construcción.

En Ecuador no existen planes para el manejo de los RCD y en realidad, pocos son los países que disponen de normativas para el empleo de RCD en sistemas constructivos, entre algunos de ellos están:

- En México D.F., la Gaceta Oficial Del Distrito Federal exige el aprovechamiento de los residuos obtenidos en la construcción por parte de los generadores, Asimismo establece sustituir al menos en un 25% de los materiales vírgenes por materiales reciclados en obras viales, rellenos sanitarios y terraplenes.²³
- España, cuenta con el II Plan Nacional De Residuos De Construcción Y Demolición (II PNRCD), el cual forma parte del Plan Nacional Integrado De Residuos, con el que se busca establecer los objetivos de prevención, reutilización, valorización y eliminación de los RCD. Este plan ha dado paso a reglamentaciones en ciertos municipios como Castilla-La Mancha, Barcelona y Cataluña.
- En los EE. UU, estados como California poseen instituciones estatales como la Junta de Manejo de Integración de Desechos (The California Integrated Waste Management Board).

Otra de las falencias a nivel de reglamentaciones, es que si bien en algunos casos se cuenta con normativas que instituyen el aprovechamiento de los RCD, éstas no establecen ningún tipo de especificaciones técnicas a seguir. En España, a causa de la creación del Plan Nacional Integrado De Residuos, se han realizado estudios experimentales con dichos materiales, precisando en el uso del hormigón reciclado, de los cuales se han obtenido como principales conclusiones que el uso de árido reciclado para la creación de hormigón, afecta principalmente al módulo de elasticidad de éste, con lo que se requiere un mayor uso de cemento para alcanzar una resistencia óptima, es posible obtener hormigones estructurales sustituyendo el 50% de los áridos gruesos por reciclados.

La fase más importante durante un proceso de recuperación de residuos, es sin duda la fase de selección. Si nos enfocamos en los procesos de demolición, el objetivo principal será la demolición selectiva o deconstrucción. El desmontaje y la separación sistemáticos aseguran que podamos reutilizar directamente los elementos constructivos como vigas, ventanas y puertas, y Asimismo, nos permite obtener mampostería casi libre de impurezas, la cual al menos conforma el 70% de una edificación por lo general. Los residuos de demolición reúnen cierta cantidad de impurezas como metales, plásticos y maderas, que deben ser eliminados si se desea incorporarlos como áridos para hormigón, para esto existen cinco tipos de eliminación:

- Tamizados: para eliminar impurezas de menor tamaño.
- Eliminación manual: permite eliminar contaminantes de mayor tamaño.
- Separación magnética: después de un proceso de trituración, con una cinta magnética es posible separar las armaduras que se encuentran incorporadas en el hormigón.
- Separación en seco: para eliminar contaminantes ligeros por medio de un sistema de succión o un chorro de aire que pasa a través del material triturado.
- Separación en húmedo: se deposita el material triturado en un contenedor de agua y se eliminan las impurezas por flotación, o se proyecta un chorro de agua a través del material.

4.6.2.1 EL PROCESO DE DECONSTRUCCIÓN²⁴

El proceso de deconstruir en la demolición se refiere a deshacer analítica y jerárquicamente los elementos que constituyen una estructura, se trata de una demolición selectiva. En este proceso se identifican dos fases: los trabajos previos de preparación y la ejecución de la misma.

²³ Gobierno del Distrito Federal México (2004), *Norma Ambiental para El Distrito Federal Nadf-007-Rnat-2004 – Clasificación y Especificaciones de Manejo para Residuos de la Construcción en el Distrito Federal*. Consultado en Octubre 19, 2008.

²⁴ Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña - ITeC (2000), *Manual de Minimización y Gestión de los Residuos en las Obras de Construcción y Demolición: Programa de Afiliados de la Construpedia*. Consultado en Octubre 15, 2008 en <http://www.construmatica.com/construpedia/Desconstrucci%C3%B3n>

4.6.2.2 TRABAJOS PREVIOS

Durante esta fase se establecen las medidas de seguridad a tomar en cuenta previas a la ejecución de la demolición. En la ordenanza municipal el proceso de deconstrucción no ha sido tomado en cuenta y no se han establecido reglamentos de seguridad ni normas específicas para ello, por lo que podemos generalizar los alcances de estos trabajos de la siguiente manera:

- Tratamiento especial de aquellos locales del edificio que hayan funcionado como almacén de productos tóxicos y aislar los materiales producidos durante la demolición para ser depositados convenientemente.
- Desinfectar locales que hayan funcionado como hospitales o acopio de animales.
- Comenzar la deconstrucción sólo después de que los servicios básicos como redes de agua, electricidad y gas hayan sido suspendidos, con el fin de evitar accidentes.
- Taponar salidas de alcantarillados para evitar posibles emanaciones de gases.
- Se recomienda apuntalar antes de iniciar la demolición, los elementos que puedan provocar un derribo incontrolado debido a acumulación de sobrecargas en determinados sectores y al desmontaje de elementos que no se conocía, transmitían cargas.
- Colocar andamios en todas las fachadas del edificio.
- Establecer medidas de protección para los obreros y edificios vecinos.
- Disponer contenedores específicos para materiales de la misma naturaleza.



Foto 17, Mujer trabajando en la planta de reciclaje de residuos de construcción y demolición.
Fuente: Diario Noticias de Álava, España. 20 de mayo de 2008.

4.6.2.3 EJECUCIÓN DE LA DECONSTRUCCIÓN

"El proceso de ejecución de una deconstrucción es fundamentalmente un proceso de demolición y de desmontaje elemento por elemento, para alcanzar dos objetivos principales, que son el de recuperar la mayor parte posible de elementos constructivos para reutilización y el de recuperar materiales para reciclar, de manera que los trabajos no afecten la seguridad del proceso." Dentro de la ejecución de la deconstrucción se diferencian cuatro etapas:

ETAPA I:

Consiste en el desmontaje de los elementos arquitectónicos recuperables que no formen parte de la estructura del edificio y que no sean soporte de otro elemento, planta por planta y en sentido descendente al de su construcción.

Se debe comenzar con el desmontaje de equipos industriales como ascensores, ductos y equipos de climatización, calentadores y bombas de agua, instalaciones eléctricas, transformadores y generadores en el caso de que existan, etc., por parte de personal especializado. En esta etapa también se contempla la separación de aparatos sanitarios y mobiliario de cocina, así como puertas y ventanas.

ETAPA II:

Desmontaje de los materiales y elementos reciclables o reutilizables que, como en el caso anterior, no tengan función de soporte.

Se debe proceder con el desmontaje de los elementos constructivos compuestos con diferentes materiales de revestimiento, acabado y decoración para no afectar su aspecto cuando sean aptos para reutilizarlos. Es necesario comprobar previamente si al desmontar el revestimiento la pérdida de sección del elemento constructivo es significativa y de acuerdo a esto apuntalar el elemento que asume la carga. Se continúa el proceso desmantelando las conexiones de fluidos como agua y electricidad

que quedan vistas. Cuando las conducciones sean empotradas, se han de desmontar en el suelo, una vez que se haya derribado el elemento constructivo del que forman parte.

En el caso del desmontaje de cubiertas, se debe comenzar por los elementos sobresalientes como chimeneas y ductos de ventilación. Al tratarse de cubiertas inclinadas se debe iniciar por la cumbre e seguir en forma descendente y simétrica hasta llegar a los aleros, de manera que primero se retire el material de recubrimiento, siguiendo por la placa de apoyo y finalmente la estructura.

Antes de desmantelar tabiques y paredes interiores, debemos verificar si éstos no están sometidos a cargas verticales producto de excesivas deformaciones en losas. Si se ha comprobado que no se encuentran soportando cargas, los tabiques de mampostería se cortan de arriba hacia abajo provocando su caída por empuje, y cuando son tabiques de entramados de madera, plástico u otro material, se desmontan inversamente a su montaje. Por lo que se refiere al desmontaje la estructura de puertas y ventanas, se debe ir efectuando a medida que se desmonte el tabique.

Cuando la pared de fachada forme parte de la estructura del edificio, primero se retiran los elementos constructivos situados sobre ésta, como forjados y cerchas. Cuando las paredes de fachada no son parte de la estructura, se deben deshacer planta por planta.

ETAPA III:

Desmontaje de los elementos arquitectónicos que formen parte de la estructura o que sean soporte de otro elemento, con apuntalamiento previo.

El forjado se ha de demoler, en general, una vez suprimidos todos los elementos situados por encima: pilares, tabiques, mobiliario fijo, etc. con anterioridad a la demolición. Cuando se ha desmantelado la losa sobre la que los puntales se ubicaban para soportar cargas de la estructura, se debe procurar transferir estas cargas a los elementos estructurales inferiores en buen estado, sin superar su carga admisible. En general, los apuntalamientos se realizan en sentido inverso al proceso de demolición.

En losas de hormigón armado, si el armado es en una sola dirección, se han de cortar en secciones paralelas a la armadura principal, y si la armadura tiene dos direcciones, la dirección de los cortes ha de formar cuadrados. En todo caso, el desmontaje de las viguetas se ha de iniciar con el apuntalamiento o la supresión de la vigueta y, seguidamente, cortar sus extremos, muy cerca de los soportes.

En las escaleras, se desmontan primero los materiales de los peldaños y los rellenos. Si se trata de una escalera formada por peldaños en voladizo, no se debe desmantelar la pared donde se empotran. Es necesario apuntalar las bóvedas de escalera antes de empezar a hacer los cortes de las secciones en que se desmontará.

Una vez que se hayan desmontado todos los elementos que ejercían cargas sobre pilares, se debe proceder a cortarlos por el plano de la base. Si es de hormigón, se cortan las armaduras de una cara para hacerlo caer por empuje o tracción y finalmente cortar las armaduras que quedan vistas de la otra cara. Se han de descargar previamente los arcos y las bóvedas de las cargas verticales y contrarrestar o anular los componentes horizontales. Seguidamente, se ha de proceder al apuntalamiento. Se comienza el proceso de desmontaje por la clave, en sentido descendente, de manera simétrica.

ETAPA IV:

Desmontaje o derribo de la estructura del edificio, con técnicas y métodos que faciliten la selección in situ de los materiales, para así conseguir un reciclaje posterior más fácil.

En las estructuras isostáticas, se ha de mantener la estabilidad del conjunto e introducir las trabaduras necesarias para asegurarla. Por el contrario, en las estructuras hiperestáticas, se ha de ordenar el proceso de manera que se produzcan desplazamientos, giros o deformaciones mínimos y que no modifiquen el estado tensional que existía hasta entonces.

Una vez obtenidos por selección los escombros que van a emplearse, existen diferentes métodos para su posterior procesamiento. Nos concentraremos en el reciclaje de hormigón y en la reutilización de la caña por ser los materiales más frecuentes.

4.6.2.4 REICLAJE DE HORMIGÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE ÁRIDO RECICLADO

En nuestro medio, existe una cultura generalizada en cuanto al uso del hormigón para la construcción. Desde viviendas populares hasta altos edificios y puentes, se han llevado a cabo utilizando estructuras y mampostería de concreto. Como se mencionó anteriormente, junto con las tierras de desalojo, el hormigón es el material más frecuente dentro de los RCD en el medio, razón principal por la que el presente estudio se enfocará en la recuperación de este tipo de material para la utilizarlo en la creación de agregados o áridos gruesos.



Foto 18, Demolición de estructura de hormigón armado.
Fuente: www.aranzadi.es

4.6.2.5 LAS PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE ÁRIDOS RECICLADOS

Las plantas de producción de áridos reciclados deben situarse ya sea dentro de vertederos temporales o en todo caso, estar ubicadas lo más cerca posible del centro de origen de los residuos y se clasifican de acuerdo a los mecanismos de eliminación de impurezas que posean y a su grado de movilidad:

TIPO DE PLANTA	CARACTERÍSTICAS
1era. Generación	Carecen de mecanismos de eliminación de contaminantes, excepto separación de metales.
2da. Generación	Poseen mecanismos de separación de metales como el acero, sistemas de eliminación de contaminantes previos al machaqueo y clasificación del producto machacado.
3era. Generación	Reutilizan los materiales secundarios considerados como contaminantes de los áridos recuperados.

Tabla 14, Plantas de producción de áridos reciclados según mecanismos de eliminación de impurezas.
Fuente: Estudio sobre la utilización de árido reciclado para la fabricación de Hormigón Estructural, 2004.

TIPO DE PLANTA	CARACTERÍSTICAS
Móviles	Utilizan un remolque de lecho plano como plataforma, procesan hasta 100T/hora y procesan materiales con tamaño inferior a 700 mm.
Semimóviles	Se diferencian de las móviles por su tamaño y tiempo de montaje que puede durar tres días.
Fijas	Se montan de manera permanente e incluyen varios procesos de trituración. Pueden procesar entre 300 y 400T/hora.

Tabla 15, Plantas de producción de áridos reciclados según su capacidad de desplazamiento.
Fuente: Estudio sobre la utilización de árido reciclado para la fabricación de Hormigón Estructural, 2004.

Estas plantas incluyen machacadoras, cribas, mecanismos transportadores y equipos de eliminación de contaminantes, que generalmente son los mismos que se utilizan para la producción de áridos naturales extraídos de canteras y que se muestran en el siguiente esquema:



Ilustración 4. Esquema general de procesamiento de los RCD en los Centros de Reciclaje gestionados.
Fuente: Plan Director de Escombros y Restos de Obras en al Provincia de Córdoba. Exma. Diputación Provincial de Córdoba. BOP de Córdoba Nº 166 del 30 de Septiembre de 2005.

4.6.2.6 EL PROCESO DE TRITURACIÓN Y CRIBADO

Luego de haber eliminado las impurezas del material a reciclar, en este caso el hormigón, es necesario someterlo a un sistema de trituración, para lo cual tenemos tres tipos de trituradoras según el nivel de desintegración al que se requiera llegar.

a) Trituración Primaria

La trituración primaria es un proceso de reducción de materiales comprendido entre los tamaños de entrada 1 m a 10cm, sirve para tener una cantidad de materia prima homogeneizada

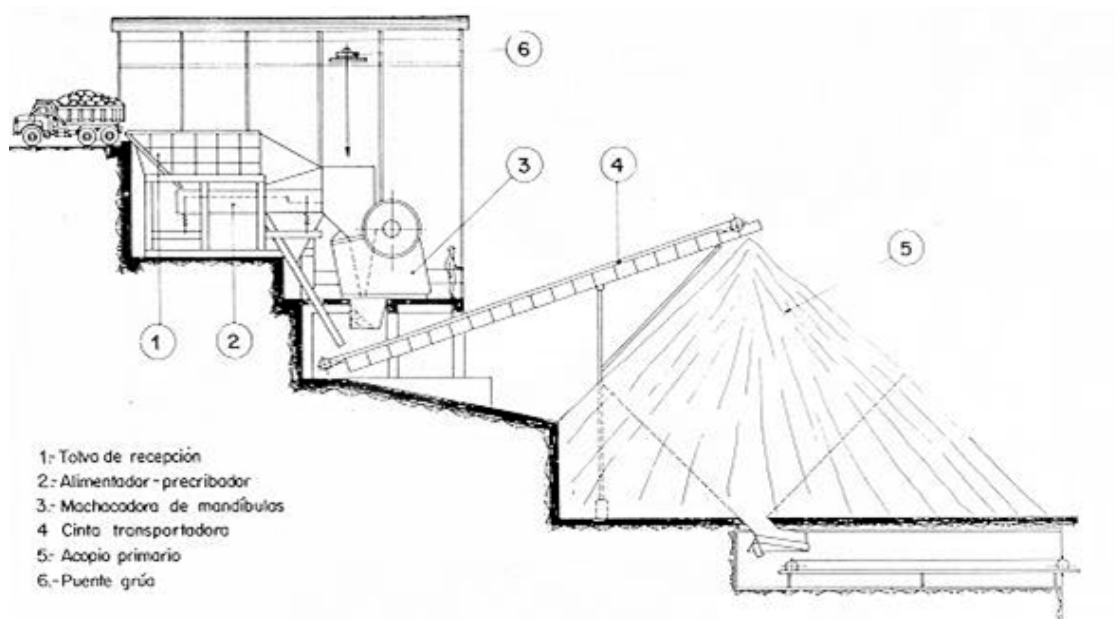


Ilustración 5. Grupo primario de trituración.
Fuente: Pedro Sabaté Carreras, NTP 127: Estación de trituración primaria, Ministerio de trabajo y Asuntos Sociales, España.

La cinta transportadora, como la que se muestra en la Foto 19 se encarga de recoger el material ya fragmentado por la trituradora primaria o el precedente del precibado y lo eleva y transporta a acopios o a nuevas etapas de proceso. Estas cintas transportadoras elevadas deben disponer de pasarelas de visita en toda su longitud cuando se trata de plantas fijas de trituración. La pasarela debe disponer de barandillas y el piso constituido por materiales antideslizantes para permitir una fácil eliminación de residuos.



Foto 19. Cinta transportadora y pasarela obstruida por residuos.
Fuente: Pedro Sabaté Carreras, NTP 127: Estación de trituración primaria, Ministerio de trabajo y Asuntos Sociales, España.

b) Trituración Secundaria

Con la trituración secundaria se reduce el tamaño de partículas de 10cm a 1cm, según las especificaciones granulométricas que se requieran, o para obtener un tamaño adecuado de alimentación en una posible trituración terciaria.

Dependiendo del grado de trituración que se requiera, se debe emplear una trituradora o chancadora diferente, las trituradoras de mandíbulas manejan material de entrada de gran tamaño por lo que se las utiliza en la trituración primaria. Para tamaños de entrada más pequeños se utilizan las trituradoras de impacto o de conos capaces de producir material de salida de granulometría reducida:

TRITURADORA	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD DE FINOS PRODUCIDOS	USO
De mandíbulas	Se logra una buena distribución del tamaño del árido con forma angulosa en las partículas.	< 10%	Trituración primaria
De impacto	Adecuadas para la trituración de áridos para carreteras. Sufren gran desgaste con los impactos.	Hasta un 40%	Trituración secundaria
De conos	Permite un tamaño máximo de áridos de 200 mm.	Menor al 20%	Trituración secundaria

Tabla 16. Trituradoras de acuerdo a sus características.
Fuente: Estudio sobre la utilización de árido reciclado para la fabricación de Hormigón Estructural, 2004.

La elección de la trituradora apropiada depende de las necesidades y de la compañía proveedora del equipo.



Foto 20, Trituradora de mandíbulas.
Fuente: www.interempresas.net



Foto 22, Trituradora de cono.
Fuente: www.extecestern.com



Foto 21, Trituradora de impacto.
Fuente: www.zenithcrusher.com



Foto 23, Cribadora vibratoria.
Fuente: www.femosa.com

Pasado el proceso de trituración, el árido se somete al sistema de cribado. Las cribas sirven para clasificar granulométricamente los áridos en función a las especificaciones técnicas que se requieran. Generalmente se utilizan las cribas vibratorias inclinadas con bajas frecuencias y gran amplitud para separar los finos.

4.6.2.7 SEPARACIÓN DEL ÁRIDO Y EL MORTERO

El árido reciclado mejora su calidad cuando se logra una separación casi total del mortero que permanece adherido, para ellos existe sistemas como el tratamiento térmico y el Cyclite.

- **Tratamiento térmico:** se debe reducir el árido a aproximadamente 10cm y eliminar las impurezas metálicas con una cinta magnética. Con este método se debe exponer el material a temperaturas mayores a los 700°C en el horno rotatorio para producir la separación del mortero, con lo que no suele superar el 5%. Finalmente se pasa por el tamiz para clasificar el material en grueso, fino y polvo de cemento.
- **Cyclite:** El agregado desarrollado por el método japonés Cyclite, muele pedazos de concreto utilizando una unidad de proceso, de este modo remueve el mortero de la superficie del agregado sin la necesidad de triturar el agregado. este método comprende dos etapas, primero se realiza una trituración con una trituradora de mandíbula para reducir el tamaño de los escombros hasta 40mm y se renueven impurezas. A continuación el material se introduce entre el cilindro exterior y el interior que gira según un eje. Con el Cyclite la calidad del árido reciclado alcanza a la del árido natural. Finalmente, se filtra el material resultante en un tamiz. La producción que se logra con este método es de 60T/h.²⁵

²⁵ Takenaka Corporation (1999), *High-Quality Recycled Aggregate "Cyclite"*, Consultado en Octubre 18, 2008 en http://www.takenaka.co.jp/takenaka_e/news_e/pr9912/m9912_01.html

La calidad de Cyclite satisface los estándares para agregado natural y piedra molida estipulada en la Especificación estándar de Arquitectura Japonesa (ASS por sus siglas en ingles):

PARÁMETRO	JIS/ASS	Cyclite
Gravedad específica en superficies secas	2.5 o más	2.58
Coefficiente de absorción de agua	3.0% o menos	1.81 o menos
Porcentaje de volumen real	55% o más	61.2%

Tabla 17, Especificaciones alcanzadas con el método Cyclite.
Fuente: www.takemaka.co.jp.

Finalmente, se recomienda almacenar separadamente el árido grueso del fino reciclado, así como no mezclar los áridos reciclados con los naturales debido a las diferencias en sus características físicas y químicas. Tampoco es recomendable almacenar los áridos finos durante periodos largos de tiempo.

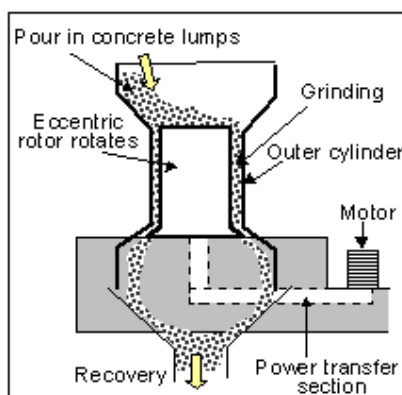


Ilustración 6, Sección transversal de la unidad de proceso del Cyclite.
Fuente: www.takenaka.co.jp

4.6.2.8 REUTILIZACIÓN DE LA CAÑA EMPLEADA PARA LA CONSTRUCCIÓN

La caña guadúa utilizada en la construcción para apuntalar losas y estructuras durante el proceso de fraguado del hormigón o como material para andamios, se trata de una caña que ha alcanzado su madurez a los 3 o 5 años, antes de este tiempo no es recomendable utilizarla. Luego de trabajar como puntales, los tallos de caña suelen sufrir deformaciones como pandeo y pérdida de resistencia por lo que no es posible reutilizarla para la misma actividad durante muchos ciclos y generalmente se desechan.



Foto 24, Trabajos de fraguado de losa de hormigón armado, Ciudadela La Garzota, Guayaquil, 2008.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

Por otro lado, desde los primeros años de crecimiento de la ciudad ha sido muy común la existencia de casas con paredes de caña en invasiones o viviendas populares, sin mayor tecnología ni protección como se ve en la gráfica, por lo que se menosprecia su uso y se considera un material para "pobres".



Foto 25, Vivienda popular de caña guadúa.
Fuente: www.hogardecristo.org.ec

Tomando esto como partida, podemos pensar en maneras más eficaces de crear tabiques con caña. Por ejemplo en Guayaquil, Douglas Dreher ha desarrollado un proyecto habitacional utilizando caña guadúa en lugar de bloques de mampostería para las paredes interiores y exteriores, en la lotización Los Algarrobos en el Km. 20 de la vía Guayaquil – Salinas.

En este proyecto (**Anexo 4**), los tabiques constan de un alma de madera, revestimiento de caña picada y mortero de cemento sobre ambas caras de las paredes, aislando la madera y la guadúa del medio ambiente, protegiéndola del fuego, y dándole además un mejor acabado y durabilidad.



Foto 26, Elaboración de paredes.
Fuente: Construcción de casa con caña guadúa en Guayaquil, www.douglasdreher.com

El mortero utilizado es una mezcla de cemento y agua en una relación 1: 2 ½, aplicándose primero una capa a manera de champeado que queda pegada a la caña y penetra por sus intersticios, y finalmente una segunda capa para dar acabado y enlucir. De esta manera se consigue un acabado similar al que se lograría utilizando la mampostería tradicional, pero a un menor costo.

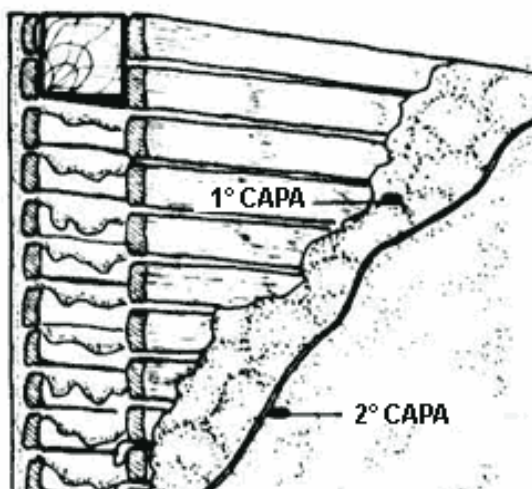


Ilustración 7, Acabado final de paredes.
Fuente: Construcción de casa con caña guadúa en Guayaquil, www.douglasdreher.com



Foto 27, Acabado final de paredes.
Fuente: Construcción de casa con caña guadúa en Guayaquil, www.douglasdreher.com

En los procesos de reutilización y reciclaje de RCD para fabricar materiales de construcción, el principal objetivo es alcanzar similares características a las que poseen los materiales naturales. Por ejemplo, si hablamos de fabricar hormigón con agregados gruesos reciclados, se debe considerar alcanzar tanto la misma granulometría de áridos naturales, como las mismas capacidades de carga y resistencia en la mezcla. A continuación se mencionan cuales son las características óptimas que deben poseer los materiales de construcción naturales para posteriormente tomarlas como referencia en la creación de materiales a partir de RCD.

4.7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS NECESARIAS PARA CUMPLIR REQUERIMIENTOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

4.7.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA LA APLICACIÓN DE HORMIGÓN²⁶

Según la normativa INEN para edificaciones con uso residencial, se establece que la carga uniforme para garantizar la estabilidad de la estructura debe ser 200Kg/m², y la carga concentrada debe ser igual a 0kg. Para los componentes de hormigón armado de esta estructura, debemos considerar lo siguiente:

4.7.1.1 EL AGREGADO GRUESO Y GRANULOMETRÍA RECOMENDADA

El agregado grueso está conformado por gravas, granito, rocas volcánicas, calizas y areniscas. Deben utilizarse Piedras con aristas no planas ni chatas, y tampoco deben contener residuos de barro o materia orgánica porque son materiales que afectan las propiedades del hormigón.

GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE EN LA MEZCLA
25-30mm	5%
15-20mm	20%
10-15mm	30%
6-10mm	45%



Tabla 18, Diferentes morfologías de los áridos para hormigón.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

La piedra homogenizada (25 - 5mm), debe cumplir con los límites de la norma ASTM C33 No 57.
P. partida 12/25mm 60%
P. partida 5/12mm 40%

4.7.1.2 EL AGREGADO FINO Y GRANULOMETRÍA RECOMENDADA

El agregado fino está formado por arena limpia, libre de sales y materia orgánica.

GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE EN LA MEZCLA
0,15-1mm	45%
1-2mm	20%
2-5mm	35%



La arena homogenizada (5 - 0mm), debe cumplir con los límites de la norma ASTM C33, correspondiente a arenas:

- Arena gruesa 30%
- Arena fina 70%

²⁶Ing. Ángel Proaño Briones e Ing. Urbano Caicedo (2008), *Entrevista: Estructuras de Edificios y Diseños Sísmicos, Cátedra Universitaria*, Consultado en Noviembre 25, 2008.

4.7.1.3 PROPORCIONES DE LA MEZCLA PARA LA FABRICACIÓN DE HORMIGÓN EN DIFERENCIAS RESISTENCIAS

Por lo general se debe evitar resistencias de 150-180Kg/cm² para hormigón simple. La resistencia que debe alcanzar el hormigón a los 28 días en elementos estructurales como losas y columnas es de 210Kg/cm², aunque para estructuras que requieran mayor capacidad de carga, podemos alcanzar f'c iguales a:

- 250Kg/cm²
- 280Kg/cm²
- 350Kg/cm²

Para elementos no estructurales, la resistencia del hormigón puede variar entre 140 – 170Kg/cm²:

- Replanteo 140Kg/cm²
- Contrapiso 170Kg/cm²
- Mesones y losetas 170Kg/cm²

Las dosificaciones con la utilización de los agregados descritos anteriormente son las siguientes:

MEZCLA	RESISTENCIA Kg/cm ²	CEMENTO (SACO)	AGUA (Lt.)	PIEDRAS HOMOGENIZADAS*	ARENA HOMOGENIZADA*
1	180	1	29	4	3.5
2	210	1	27	3.5	3
3	240	1	24	3	2.5

*Unidad de medida: "parihuela" o cajoneta de 40x40x25cm.

Tabla 19, Dosificaciones para la utilización de agregados en hormigón.
Fuente: Comité Europeo del Hormigón.

MEZCLA	PROPORCION	CEMENTO (SACO)	ARENA (m ³)	PIEDRA (m ³)	AGUA (m ³)	AGUA (CANECA 5gal-20 Lts)
1	1:2:3	8.09	0.56	0.85	0.17	8.50
2	1:2:4	6.43	0.45	0.90	0.135	6.75
3	1:3:5	5.6	0.59	0.98	0.118	5.90

Tabla 20, Proporciones necesarias para fabricar hormigón.
Fuente: Ing. Urbano Caicedo.

4.7.2 CONCLUSIONES

Con la utilización del equipo adecuado, el árido reciclado puede lograr la granulometría requerida en las especificaciones para la mezcla del hormigón. Los resultados obtenidos en diferentes estudios que se expondrán posteriormente, demuestran que es posible alcanzar la misma resistencia de un hormigón natural con áridos reciclados, con la desventaja de obtener elevados niveles de absorción, por lo que se recomienda utilizar arena natural y no más de un 20% de agregado grueso reciclado en elementos estructurales.

4.8 ANÁLISIS DE CASOS ANÁLOGOS REFERENTES AL OBJETO DE ESTUDIO



Foto 28, Extracción de hormigón proveniente de pavimentos.
Fuente Hector Montoya, Investigación Reutilización de residuos de hormigón.



Foto 29, Hormigón pretriturado.
Fuente: Hector Montoya, Investigación Reutilización de residuos de hormigón.



Foto 30, Hormigón triturado.
Fuente: Hector Montoya, Investigación Reutilización de residuos de hormigón.

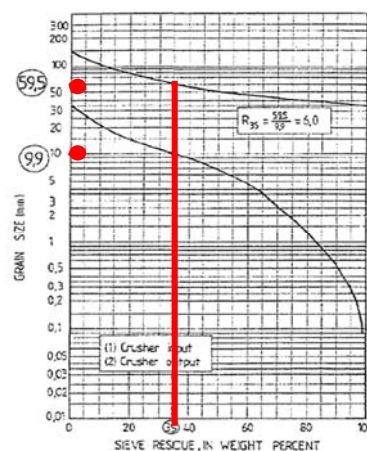
Nuestra investigación busca proponer métodos alternativos de fabricación de agregados para hormigón, que presenten una ventaja ambiental y cumplan con los principios de sostenibilidad expresados anteriormente. En el desarrollo de este tema se analizarán casos análogos al objeto de estudio con el fin de obtener conclusiones generales comunes entre los diferentes casos de estudio.

4.8.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁRIDO RECICLADO

4.8.1.1 GRANULOMETRÍA

El módulo granulométrico del árido reciclado depende del sistema de trituración que se haya empleado y la calidad del hormigón del cual proviene. Como generalidad, tenemos que el árido reciclado procedente de hormigones de mayor resistencia presenta módulos granulométricos ligeramente superiores a los provenientes de hormigones menos resistentes, utilizando el mismo sistema de trituración.

Para controlar el proceso de trituración y la granulometría, se ha desarrollado el concepto de Característica de la trituradora, que consiste en la representación gráfica de la relación existente entre un factor de reducción (R) y el porcentaje retenido del material procesado para distintos tamices. Por ejemplo, en la Ilustración 8, podemos ver que para un porcentaje retenido del 35% antes de la trituración, el tamiz que retiene es el 59.5mm; y para el mismo porcentaje retenido después de la trituración, es el tamiz 9.9mm.



Donde, Factor de Reducción (R), es el resultado de la división aritmética entre los tamices que retienen una misma cantidad del árido antes y después de la trituración. En este ejemplo, R es igual a 6.0

Ilustración 8, Obtención del factor de reducción de tamaño de un sistema de trituración.

Fuente: Marta Sánchez de Juan, Estudio sobre la utilización de árido reciclado para la fabricación de hormigón estructural, 2004.

Este concepto nos sirve para evaluar la granulometría final, en función de la inicial, y permite decidir el tipo de sistema de trituración que se ajusta mejor a la granulometría requerida. Por lo general las trituradoras de impacto presentan factores más elevados, seguidas de las trituradoras cónicas y finalmente las de mandíbulas. Los valores encontrados oscilan en el rango 6.2-7.6.

MÓDULO GRANULOMÉTRICO DEL ÁRIDO RECICLADO ²⁷	MÓDULO GRANULOMÉTRICO DEL ÁRIDO NATURAL	TAMANO MÁXIMO	COMENTARIOS
6.9	6,88	20mm	Trituradora de mandíbulas Hormigón 60N/mm ²
6.71 – 6.69 – 6.66	6,72	25mm	Hormigones de diferentes calidades (80-60-30/mm ²) Trituradora de mandíbulas
6.34 – 6.57			Escombros de hormigón
6.24 – 6.78	6,78	-	Escombros de hormigón
6.95 – 7.36	-	25mm	Hormigón procedente de diferentes estructuras (amplio rango de resistencias)
7.06 – 7.04 – 6.88			Varios procesados Rc. Hormigón original – 40 N/mm ²
7.12 – 6.92 – 6.82	7.07	20-25mm	Varios procesados Rc. Hormigón original – 20 N/mm ²
7.06 – 7.03 – 7.00	6.55	25mm	α/c 0,45 – 0,55 – 0,68
6.88 – 6.84 – 6.84	6.90	-	α/c 0,45 – 0,55 – 0,58 Trituradora de mandíbulas
7.55 – 7.63 – 7.14	7.35	-	α/c 0,45 – 0,55 – 0,68
6.51 – 7.24	6.79	-	Diferentes procesados
7.19	6.86	25mm	Trituradora de mandíbulas
6.44 – 5.70	6.78	20mm	Diferentes plantas de reciclado

Tabla 21, Comparación entre el módulo granulométrico del árido natural y del árido reciclado
Fuente: Marta Sánchez de Juan, Estudio sobre la utilización de árido reciclado para la fabricación de hormigón estructural, 2004.

4.8.1.2 DENSIDAD

Para el árido reciclado, el rango total para la densidad se sitúa en 2.07 – 2.65Kg/dm³, y la densidad saturada con superficie seca varía entre 2.10 – 2.64Kg/dm³, lo que nos indica que la densidad del árido reciclado es inferior a la del árido natural. Esto se debe principalmente al contenido de mortero e impurezas de menor densidad que quedan adheridas a los granos.

Por otro lado, factores como el tamaño de la fracción considerada, la técnica de procesamiento utilizada en la producción del árido, el grado de contaminación del árido y la calidad del hormigón de origen, también influyen en la densidad del árido reciclado.

La densidad del árido reciclado crece en cuanto las fracciones sean más gruesas, aunque dependiendo del hormigón de origen que tengamos, podemos encontrarlos con una dispersión muy elevada.

²⁷ Marta Sánchez de Juan (2004), Estudio sobre la Utilización de Árido reciclado para la Fabricación de Hormigón Estructural: Módulo Granulométrico es el resultado de dividir para 100, la suma de los porcentajes retenidos acumulados de la serie de tamices, Consultado en Noviembre 1, 2008.

En el árido grueso, se observan valores superiores en la densidad cuando se emplean trituradoras de impacto, si las comparamos con trituradoras de mandíbulas o de cono, debido a que la trituradora de impacto es más eficiente para remover mortero del árido grueso. Por otro lado, la densidad del árido fino producido con trituradora de mandíbulas, es similar a la densidad del producido con trituradora de impacto. En general, se puede conseguir un árido de buena calidad si se lo somete a sucesivos procesos de trituración, ya que con esto se logra reducir significativamente la cantidad de mortero adherido. Es decir:

- Mediante un proceso único de trituración; El árido reciclado puede alcanzar el 94% de la densidad del árido natural.
- Después de una segunda trituración; La densidad puede aumentar hasta un 96% de la densidad del árido natural.
- En una tercera trituración; La densidad puede llegar a un 98% de la densidad del árido natural.

4.8.1.3 ABSORCIÓN

La absorción del árido reciclado es superior a la del árido natural, debido a la elevada absorción del mortero que queda adherido. El rango total encontrado en el árido grueso reciclado varía entre 0.8 – 13% (con un valor medio de 5.6%), mientras en el árido natural el rango oscila entre 0 – 4%.

Al igual que sucede con la densidad, el tamaño del árido reciclado también influye en los porcentajes de absorción. Las fracciones más finas presentan mayor absorción que las fracciones más gruesas provenientes del mismo hormigón, debido a que en las finas el mortero que queda adherido se concentra en mayor proporción. En la mayoría de estudios donde se han aplicado sucesivos procesos de trituración, la absorción se ubica por debajo del 4%, aunque la calidad del árido mejora sustancialmente.

Los áridos reciclados que provienen de hormigones de elevada resistencia, suelen presentar mejores porcentajes de absorción. Es acertado mencionar que con hormigones de baja relación a/c y elevada resistencia, se logran áridos con reducida absorción.

4.8.1.4 NORMATIVA DE LÍMITES DE ABSORCIÓN

Debido a la ausencia de normativas en el medio para el empleo de árido reciclado en hormigón, múltiples estudios han empleado la Norma Japonesa para "Uso de árido reciclado y hormigón reciclado" basada en la norma japonesa JIS A 1110 y las Recomendaciones para hormigón con agregados reciclados RILEM, de las cuales se han extraído los límites de absorción en función de la aplicación de estos áridos y la clasificación de los agregados.

USO EN OBRA CIVIL					
TIPO	ARIDO GRUESO RECICLADO			ARIDO FINO RECICLADO	
	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 1	TIPO 2
ABSORCION	≤3	≤3	≤5	≤5	≤10

USO EN EDIFICACIONES					
TIPO	ARIDO GRUESO RECICLADO			ARIDO FINO RECICLADO	
	TIPO I	TIPO II	TIPO III	TIPO I	TIPO II
ABSORCION	≤3	≤3-5	≤5-7	≤5	≤5-10

Tabla 22. Especificaciones de áridos para la absorción según la norma japonesa.
Fuente: Marta Sánchez de Juan, Estudio sobre la utilización de árido reciclado para la fabricación de hormigón estructural, 2004.

TIPO DE ÁRIDO SEGÚN RILEM	CARACTERÍSTICAS	APLICACIÓN
TIPO I	Agregados que provienen principalmente de escombros de mampostería.	Hormigón en masa o armado estructural
TIPO II	Agregados que provienen principalmente de escombros de concreto.	Losas de hormigón en masa o armado
TIPO III	Agregados que principalmente consisten en una mezcla con un mínimo de 80% de agregados naturales y máximo un 10% de agregados reciclados.	Hormigón pobre en masa o armado

Tabla 23. Tipos de agregados reciclados según la Recomendación RILEM
Fuente: RILEM Recommendation.

Según las recomendaciones de la RILEM, para un agregado tipo II, el porcentaje de absorción corresponde a un 10% y para el agregado Tipo III, 3% de absorción.

El mortero que viene adherido al árido reciclado, es el principal causante de las diferencias que existen entre las propiedades de un árido natural y un árido reciclado, las cuales son menor densidad, mayor absorción y mayor coeficiente de Los Ángeles; propiedades que a su vez, influyen negativamente a las del hormigón en su módulo de elasticidad, retracción, fluencia y durabilidad.

4.8.2 CONTAMINANTES E IMPUREZAS

Los contaminantes incorporados en los áridos reciclados, significan un gran problema que influye negativamente en la calidad del hormigón, provocando principalmente un descenso en su resistencia. Según estudio japonés, los siguientes porcentajes de impurezas reducen 15% la resistencia del hormigón reciclado.

IMPUREZA	CAL	TIERRA	MADERA	YESO HIDRATADO	ASFALTO	PINTURA SINTÉTICA
% en volumen	≤7	≤5	≤4	≤3	≤2	≤0,2

Tabla 24. Contenido de impurezas que provoca una disminución del 15% en la resistencia a la compresión del hormigón reciclado.
Fuente: Marta Sánchez de Juan, Estudio sobre la utilización de árido reciclado para la fabricación de hormigón estructural, 2004.

ELEMENTOS	MÁX. CONTENIDO DE IMPUREZAS (%) DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA
Material cerámico	5
Partículas ligeras	1
Asfalto	1
Otros materiales (vidrio, plástico, metales)	1.0

Tabla 25. Porcentaje máximos de Impurezas en el árido reciclado según la EHE-08.
Fuente: Instrucción de hormigón estructural (EHE-08), Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio 2008.

LÍMITE (%)	ÁRIDO RECICLADO PROCEDENTE DE HORMIGÓN
Máx. Contenido de material de densidad saturada con superficie seca <2200Kg/m ³	10
Máx. Contenido de material de densidad saturada con superficie seca <1800Kg/m ³	1
Máx. Contenido de materia de densidad saturada con superficie seca <1000Kg/m ³	0.5
Máx. Contenido de materiales extraños (metales, vidrio, materiales blandos, betún)	1
Máx. Contenido de metales	1
Máx. contenido de materia orgánica	0.5

Tabla 26. Porcentaje máximos de Impurezas en el árido reciclado según la RILEM.
Fuente: RILEM Recommendation.

Depende mucho del tipo de árido reciclado, el porcentaje de impurezas que contenga. Generalmente, en los escombros de hormigón el contenido de impurezas es menor que en el árido proveniente de escombros de demolición. Otros problemas en la calidad del hormigón provocados por impurezas son los siguientes:

IMPUREZA	INCONVENIENTE
Vidrio	Favorece la reacción álcalis-árido silíceo. ²⁸
Yeso	Reacción por ataque de sulfatos.
Madera y papel	Producen desprendimiento del material en la superficie.
Pinturas	Obstruyen aire en el hormigón.
Suelos arcillosos	Provocan mayor retracción en el hormigón
Ladrillo	Empeoran el comportamiento hielo-deshielo, origina fenómenos expansivos, puede afectar la durabilidad.
Metales	Producen oxidación y fracturas en el hormigón endurecido producidas por expansiones.

Tabla 27, Impurezas que inciden en la calidad del hormigón.

Fuente: Marta Sánchez de Juan, Estudio sobre la utilización de árido reciclado para la fabricación de hormigón estructural, 2004.

4.8.3 RILEM RECOMMENDATION: ESPECIFICACIONES PARA ÁRIDOS RECICLADOS Y HORMIGÓN CON ÁRIDO RECICLADO

Los áridos gruesos reciclados tipo I, II y III se pueden utilizar tanto para hormigón en masa como para hormigón armado, siempre y cuando no contengan ningún material que retrase el fraguado del hormigón en más de un 15% del tiempo de fraguado del hormigón con la misma composición, usando áridos naturales.

LÍMITE	TIPO I	TIPO II	TIPO III
Densidad seca mínima de las partículas (kg/m ³)	1500	2000	2400
Máx. Absorción de agua (%)	20	10	3
Máx. Contenido de material de densidad* <2200Kg/m ³ (%)	-	10	10
Máx. Contenido de material de densidad* <1800Kg/m ³ (%)	10	1	1
Máx. Contenido de material de densidad* <1000Kg/m ³ (%)	1	0.5	0.5
Máx. Contenido de materiales extraños (metales, vidrio, materiales blandos, betún) (%)	5	1	1
Máx. Contenido de metales (%)	1	1	1
Máx. Contenido de materia orgánica (%)	1	0.5	0.5
Máx. Contenido de finos <0,063mm (%)	3	2	2
Máx. Contenido de arena <4mm (%)	5	5	5
Máx. Contenido de sulfatos** (%)	1	1	1

* Árido Saturado con superficie seca.

** Sulfatos solubles en agua.

Tabla 28, Especificación para el árido reciclado según RILEM

Fuente: Marta Sánchez de Juan, Estudio sobre la utilización de árido reciclado para la fabricación de hormigón estructural, 2004..

²⁸ Universidad de Oviedo, Facultad de Petrología y Geoquímica (2008) *Reacción Álcalis-Áridos Silíceo: se produce cuando los álcalis del cemento reaccionan con áridos silíceos como ópalos y riolitas con vidrio, provocando geles de sílice que absorben agua, lo que incrementa el volumen y da lugar a la fisuración del concreto*, Consultado en Octubre 19, 2008 en [http://petro.uniovi.es/Docencia/lrc/Tema%2007%20Aridos%20\(2\).pdf](http://petro.uniovi.es/Docencia/lrc/Tema%2007%20Aridos%20(2).pdf)

4.8.4 NORMA JAPONESA: USO DE ÁRIDO RECICLADO Y HORMIGÓN RECICLADO

Esta norma distingue dos grupos, uso en obra civil y uso en edificación, tomando en cuenta que como principal parámetro para evaluar la calidad del hormigón, en ambos casos es la absorción. Además, debemos recordar que las impurezas contenidas en el hormigón reciclado no deben reducir la resistencia en más de un 15%.

Según esta norma, el árido reciclado se puede utilizar en la fabricación de árido en masa o armado, siempre y cuando se considere:

- Emplear arena natural.
- Aumentar la cantidad de agua por unidad de volumen en porcentajes de árido reciclado superiores al 30%, para conseguir la misma consistencia de un hormigón natural.
- Que para una misma relación a/c la resistencia del hormigón reciclado es menor.
- Saturar los áridos antes de emplearlos.
- La relación a/c del hormigón debe ser inferior a 0,7
- Utilizar un contenido de cemento superior a 250Kg/m³ en la dosificación del hormigón.

4.8.5 INSTRUCCIÓN ESPAÑOLA DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL: RECOMENDACIONES PARA EL USO DE HORMIGONES RECICLADOS

La instrucción Española de Hormigón Estructural dispuesta por el Ministerio de Fomento, establece recomendaciones a tomar en cuenta para la aplicación del hormigón reciclado en estructuras, el cual define como "el hormigón fabricado con árido grueso reciclado procedente del machaqueo de residuos de hormigón".

La norma española limita el contenido del árido grueso reciclado al 20% en peso sobre el contenido total de árido grueso, de esta manera las propiedades finales del hormigón reciclado apenas se ven afectadas en relación a las que presenta un hormigón convencional.

4.8.5.1 CONDICIONES FÍSICO-MECÁNICAS

- Utilizar áridos reciclados obtenidos a partir de hormigones estructurales sanos, o bien de hormigones de resistencia elevada, son adecuados para la fabricación de hormigón reciclado estructural.
- El árido reciclado debe disponer de un documento de identificación de los escombros de origen que incluya los siguientes aspectos:
 - ✓ naturaleza del material (hormigón en masa, armado, mezcla de hormigón, etc.),
 - ✓ planta productora del árido y empresa transportista del escombro,
 - ✓ presencia de impurezas (cerámico, madera, asfalto),
 - ✓ detalles sobre su procedencia (origen o el tipo de estructura de la que procede),
 - ✓ cualquier otra información que resulte de interés (causa de la demolición, contaminación de cloruros, hormigón afectado por reacciones álcali-árido, etc.).
- El tamaño mínimo permitido de árido reciclado es de 4mm (dimensión en el tamiz de mayor peso).
- Los áridos reciclados deberán presentar un contenido de desclasificados inferiores menor o igual al 10% y un contenido de partículas que pasan por el tamiz de 4mm no superior al 5%.
- El hormigón reciclado deberá tener una absorción no superior al 7% y el árido grueso natural deberá tener una absorción no superior al 4.5%, dentro de la misma mezcla.
- Para la resistencia al desgaste de la grava se mantiene el mismo requisito que para los áridos naturales (coeficiente de Los Ángeles no superior al 40%).
- Coeficiente de absorción no superior al 5%.

4.8.5.2 CONDICIONES QUÍMICAS

Los áridos reciclados pueden incorporar impurezas y contaminantes que influyen negativamente en las propiedades del hormigón.

- Los áridos reciclados pueden presentar un contenido apreciable de cloruros, en función de la procedencia del hormigón usado como materia prima, especialmente en hormigones procedentes de obras marítimas, puentes o pavimentos expuestos a las sales para el deshielo.
- Los áridos reciclados no presentarán reactividad potencial con los alcalinos del hormigón.
- La durabilidad del hormigón reciclado con un porcentaje de árido reciclado es similar a la que presenta un hormigón convencional.
- La mayor porosidad del árido reciclado hace al hormigón reciclado que lo incorpora más susceptible a sufrir los efectos del ambiente, por lo que se deberán tomar medidas especiales cuando se utilice en ambientes agresivos.

- La retracción²⁹ aumenta progresivamente al aumentar el porcentaje de árido reciclado. Como valor orientativo para un 100% de árido grueso reciclado, la retracción será 1,5 veces la de un hormigón convencional.
- Debido a la fluctuación de la calidad de los áridos reciclados, se puede producir una gran dispersión en el valor de la retracción.
- La fluencia aumenta progresivamente al aumentar el porcentaje de árido reciclado. Como valor orientativo para un 100% de árido grueso reciclado, la fluencia será 1,25 veces la de un hormigón convencional.
- Para sustituciones superiores al 20% se ha constatado una ligera reducción en la capacidad adherente entre las barras corrugadas y el hormigón reciclado.
- La absorción de agua del árido grueso reciclado es elevada, por lo que para hormigones con más del 20% de árido reciclado es aconsejable utilizar los áridos en condiciones de saturación. Para mantener la humedad, se pueden instalar en las plantas de dosificación sistemas que humedezcan los áridos en las cintas transportadoras, o aspersores de agua en las tolvas de los áridos.
- Los métodos de dosificación habituales para los hormigones convencionales son válidos para los hormigones reciclados con un porcentaje de árido reciclado no superior al 20%. En cualquier caso, se recomienda realizar ensayos previos para ajustar la dosificación.
- En hormigones reciclados con sustituciones superiores al 20%, para mantener la misma resistencia y durabilidad que un hormigón convencional, el hormigón fabricado con áridos reciclados necesitará un contenido mayor de cemento o una menor relación agua/cemento en su dosificación.
- El tiempo de amasado tampoco debe ser excesivamente prolongado para evitar la generación de finos debido a la fragilidad del mortero adherido del árido reciclado.
- En el caso del hormigón bombeado, puede ocurrir que la presión de bombeo altere la homogeneidad de las características del hormigón reciclado, debido a su influencia sobre la absorción del agua por parte del árido reciclado. Se deberá, por tanto, ajustar la dosificación del hormigón realizando ensayos característicos y tomando muestras a la salida de la tubería.

Según las recomendaciones para el uso de hormigón reciclado expuestas por la Institución Española de Hormigón Estructural, los contenidos máximos permitidos son los siguientes:

ELEMENTOS	MÁXIMO CONTENIDO DE IMPUREZAS (%)
Material cerámico	5
Partículas ligeras	1
Asfalto	1
Otros materiales (vidrio, plásticos, metales, etc.)	1,0

Tabla 29. Impurezas máximas en el árido reciclado
Fuente: Instrucción Española de Hormigón Estructural: Recomendaciones para el uso de hormigones reciclados, Tabla A.15.1

4.8.6 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL³⁰

El siguiente es un procedimiento experimental presentado por la revista universitaria *Materiales de Construcción* en el 2007 para lograr la Caracterización química y mecánica del hormigón elaborado con áridos reciclado producto de la demolición de pavimentos de hormigón, el cual se ha dividido en tres etapas:

- Etapa I: identificar y obtener la materia prima, procedente de la demolición de pavimentos separando el acero.
- Etapa II: procesamiento de la materia prima para la obtención de árido grueso.
- Etapa III: diseños de mezclas de hormigón en estado fresco y endurecido para caracterizarlo.

²⁹ Wikipedia (2008) *Retracción del Hormigón*: consiste en la disminución de volumen del hormigón debido a la pérdida de parte de agua amasado. Consultado en Octubre 13, 2001 en <http://es.wikipedia.org/wiki/Retracción>

³⁰ Revista *Materiales de Construcción* (2007), *Procedimiento Experimental*, Vol. 57, 288, 5-15. Consultado en Octubre 22, 2008.

Etapa I:

Se detectaron cuatro obras de demolición de pavimentos de hormigón con las siguientes características:

MUESTRA	EDAD (años)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INICIAL (MPa)(*)	NATURALEZA MINERALOGICA	CALIDAD (Kg)
1	15	28.0	I	867.5
2	12	23.8	II	776.7
3	12	20.4	II	565.3
4	7	23.6	II	643.6

(*) 1Mpa = 10,1972Kg/cm², Fuente: www.nuovafima.com.ar/tabla.htm
 Tabla 30, Características de residuos de la demolición de pavimentos de hormigón.
 Fuente: Revista Materiales de Construcción, 2007, España.

Etapa II:

Los residuos de la demolición se sometieron a un tratamiento conformado por tres partes:

TRAMIENTO	HERRAMIENTA	RESULTADO
1. Prelavado	Hidrolavadora con presión de 10 atmósferas	Eliminar impurezas (arcillas, limos y material orgánico)
2. Triturado	Trituradora con un motor de 5HP*	Obtener gravas de máximo 1"
3. Lavado posterior	Malla de 2mm de luz y agua a presión.	Eliminar material fino procedente del cementante.

* Material entrante hasta 4" de espesor.
 Tabla 31, Tratamiento de los residuos de demolición.
 Fuente: Revista Materiales de Construcción, 2007, España

Etapa III:

Dentro de este estudio, se evaluó la granulometría del material granular reciclado bajo la Normativa para hormigón estructura Española UNE y se tomo como guía para los ensayos, el documento RILEM TC 12, con los cuales se confirmó la problemática en la absorción y el contenido de partículas blandas causados por el material cementante adherido.

TAMIZ	PORCENTAJE DE PESO QUE DEBE PASAR	MATERIAL RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PASANTE	CUMPLE
25,00 mm	100	0	0	100	Si
19,00 mm	90-100	120	6	94	Si
12.50 mm	20-55	1150	57.5	36.5	Si
9,50 mm	0 a -15	490	24.5	12	Si
4,74 mm	0 a -15	180	9	3	Si

Tabla 32, Granulometría obtenida del material granular reciclado.
 Fuente: Revista Materiales de Construcción, 2007, España.



Foto 31, Lavado a presión de las piezas de hormigón para eliminar contaminantes.
Fuente: Revista Materiales de Construcción, 2007, España.



Foto 32, Triturado de piezas de hormigón para obtener áridos.
Fuente: Revista Materiales de Construcción, 2007, España.



Foto 33, Lavado posterior al triturado para eliminar material fino.
Fuente: Revista Materiales de Construcción, 2007, España.

Al no existir normas en el diseño de mezclas para áridos reciclados, las proporciones para elaborar la mezcla se hicieron basadas en el método ASTM-C 143 y 192 para materiales que cumplen todos los requisitos de calidad.

PRUEBA	REQUERIMIENTOS	RESULTADO DE LA PRUEBA	CUMPLE
(%) de absorción	< 5%	11.16%	No
Coefficiente de forma	>0.20	0.217-0.235%	Si
Índice de lajas	< 30	20.90%	Si
EA	> 75%	79.27%	Si
Terrones de arcilla	0.25%	0%	N.A.
Materia orgánica	-	0%	N.A.
Partículas blandas	5%	64.66%	No
Material de bajo peso específico	1%	0%	N.A.
Contenido de sulfatos	< 0.8%	0.56%	Si
Contenido de cloruros	< 0.05%	0.04%	Si

Tabla 33, Resultados de las pruebas físicas y químicas realizadas a los áridos reciclados.
Fuente: Revista Materiales de Construcción, 2007, España.

Para las pruebas de hormigón con árido reciclado de este estudio, el material granular grueso proviene en un 100% de la trituración de residuos de la demolición de pavimentos tratados tal como ya fue mencionado, y el material granular fino es arena natural extraída de cantera. Tomando en consideración las variantes a analizar, tales como la cantidad de cemento, la relación a/c y el uso de aditivo superfluidificante, se realizaron 8 mezclas diferentes de las que se obtuvieron 3 probetas cilíndricas para realizar pruebas de compresión, así como 3 probetas rectangulares para pruebas de flexión, todas ellas para ensayar a la edad de 3, 7, 14 y 28 días, respectivamente. Los estudios arrojaron las siguientes tablas:

Amasado Mix	Dosificación Dose (kg / m ³)					Aditivo Superplastificante Superplasticizing admixture (l)
	Relación A / C W/C ratio	Cemento Cement	Agua Water	Arena Sand	Grava Gravel	
A 1	0.65	300	195	880	810	0
A 2	0.57	300	172	938	810	0
A 3	0.65	340	221	781	810	0
A 4	0.57	340	195	847	810	0
A 5	0.65	300	195	880	810	1.2
A 6	0.57	300	172	938	810	1.2
A 7	0.65	340	221	781	810	1.4
A 8	0.57	340	195	847	810	1.4

Tabla 34, Matriz de análisis comparativo del diseño de mezclas de hormigón elaborado con áridos reciclados modificando la relación a/c, cantidad de cemento y uso de aditivo superfluidificante
Fuente: Revista Materiales de Construcción, 2007, España.

Mezcla No. Mix No.	Masa volumétrica Volumetric mass (kg/m ³)	Contenido de aire Air content (%)	Asiento Slump (cm)
1	2183	2.8	8
2	2216	2.4	5
3	2150	2.7	16
4	2187	2.5	9
5	2184	2.5	13
6	2218	2.2	8
7	2149	2.4	21
8	2190	2.2	14

Tabla 35, Resultados de las pruebas físicas realizadas al hormigón en su estado fresco
Fuente: Revista Materiales de Construcción, 2007, España.

Amasado Mix	Hormigón fresco Fresh concrete asiento slump (cm)	Hormigón endurecido Hardened concrete			
		% de Absorción Absorption (%)	Edad (días) Age (days)	Resistencia Strength (MPa)	
				Compresión Compressive	Flexotracción Bending
A 1	8	9.03	7	13.13	1.741
			14	15.87	2.192
			28	19.82	2.965
A 2	5	9.28	7	14.95	1.939
			14	20.60	2.816
			28	24.19	3.533
A 3	16	8.15	7	13.21	1.737
			14	15.96	2.211
			28	19.91	2.960
A 4	9	9.03	7	14.84	1.921
			14	20.45	2.833
			28	24.04	3.532
A 5	13	8.52	7	13.86	1.838
			14	16.59	2.225
			28	20.31	2.996
A 6	8	8.22	7	15.52	2.042
			14	21.07	2.931
			28	24.37	3.568
A 7	21	6.59	7	14.05	1.824
			14	16.42	2.300
			28	20.07	2.977
A 8	14	8.27	7	15.78	2.041
			14	21.31	2.816
			28	24.25	3.561

Tabla 36, Resultados de las pruebas realizadas al hormigón endurecido
Fuente: Revista Materiales de Construcción, 2007, España.

4.8.6.1 CONCLUSIONES DEL PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- El contenido de aire en la mezclas resulto sobre el 1.5% de lo esperado en el diseño de la mezcla.
- El asiento en el cono de Abrams cumplió el rango esperado.
- El árido reciclado tiene ciertas desventajas físicas y mecánicas con respecto a los naturales, debido a que no es un material puro al contener mortero adherido.
- El árido reciclado tiene mayor porosidad, absorción, baja densidad y menor resistencia a la compresión.

4.8.7 GENERALIDADES EN LAS PROPIEDADES DEL ÁRIDO GRUESO RECICLADO

- Propiedades heterogéneas.
- Granulometría adecuada para la fabricación de hormigón, con mayor presencia de áridos finos que el árido natural.
- Densidad inferior, aunque se considera como un árido de densidad normal (>2000Kg/m³)
- Absorción del árido grueso es desfavorable, ubicándose entre 4-9%.
- Textura rugosa.
- Presencia de mortero adherido que afecta calidad del hormigón.
- En algunos casos el árido reciclado puede provocar la reacción álcali-árido.
- Elevado contenido de cloruro cuando el hormigón proviene de obras marítimas como plataformas y puentes.

4.8.8 GENERALIDADES EN LAS PROPIEDADES DEL HORMIGÓN RECICLADO EN ESTADO FRESCO

- El hormigón reciclado presenta mayor consistencia debido a la elevada absorción de los áridos reciclados, por lo que deben ser presaturados.
- El contenido de aire obstruido en la mezcla suele ser mayor en el hormigón reciclado.
- Densidad inferior, debido a la reducida densidad del árido reciclado.
- Para obtener la misma resistencia de un hormigón convencional, se puede requerir hasta un 17% más de cemento cuando se sustituye el 100% de árido grueso reciclado, o hasta un 5% cuando se lo sustituye en un 50%.

4.8.9 GENERALIDADES EN LAS PROPIEDADES DEL HORMIGÓN RECICLADO ENDURECIDO

- Cuando se sustituye en un 100% de áridos gruesos reciclados, la resistencia a la compresión disminuye en promedio de un 7%, dentro de un rango de 10 a -2%. El módulo de elasticidad desciende en un 20%, la resistencia a la tracción disminuye en un 5% y la flexotracción en un 7%.
- En una sustitución del 50%, la resistencia se sitúa en -5%.

4.9 CONCLUSIONES DEL MARCO TEÓRICO

- Del total de los Residuos Sólidos Urbanos que se producen en el Ecuador, más del 70% corresponden a residuos orgánicos, quedando menos del 30% de residuos sólidos inorgánicos en capacidad de ser sometidos a un proceso de recuperación. De éste porcentaje, tan sólo la mitad es reciclado, en su mayoría informalmente.
- Esta situación se ve afectada por la falta de clasificación desde la fuente de los residuos generados, por lo que al llegar a los depósitos finales, la tarea de separarlos se dificulta. De ésta manera, nos encontramos con que no se tiene control sobre los Residuos de Construcción y Demolición, no se conocen cifras oficiales sobre los volúmenes generados anualmente, y menos aún se conoce sobre prácticas eficientes para recuperarlos.
- Los reglamentos permiten la reutilización y el reciclaje de cualquier tipo de residuo, excepto los considerados como peligrosos, sin embargo, hacerlo no constituye una obligación para el generador de estos residuos, por lo tanto no es común realizar esta actividad. Esto se refleja en una comunidad ajena a los beneficios que traen consigo los procesos de recuperación de materiales, y en una comunidad inconsciente de los daños ambientales que provocan las malas prácticas de disposición final de residuos. No reciclar los RSU es perjudicial porque cada vez es más difícil encontrar sitios adecuados donde realizar la disposición final de residuos debido al continuo y acelerado crecimiento urbano.
- En términos legales, el manejo de los RSU en el Ecuador presenta deficiencias debido al escaso orden y sistematización de reglamentos y tratados que existen, sin que se pueda lograr entre ellos una debida integración. Es difícil determinar a quién compete el tema del manejo y vigilancia de estos residuos entre las entidades públicas y mucho más difícil es, determinar los derechos y responsabilidades de los generadores de estos residuos. De igual manera, no existen planes ni normativas para el manejo de los RCD que instituyan el aprovechamiento de este tipo de residuos sólidos, menos aún se han establecido ningún tipo de especificaciones técnicas a seguir.
- Debido al escaso control Municipal sobre el destino final de los RCD, no existen cifras oficiales sobre los volúmenes diarios de escombros producidos en la ciudad, aunque el Relleno Sanitario Las Iguanas afirma que del total de residuos que ingresan diariamente al lugar, un 10% corresponde a RCD, es decir de las 2,500T/día que reciben, 250T corresponden a actividades de la construcción, la cual no constituye una cifra cercana al volumen real generado por lo que esta institución no recibe el total de RCD producidos.
- El crecimiento económico y el desarrollo inevitablemente involucran cambios físicos en el ecosistema, del mismo modo que ninguno puede ser conservado intacto. El problema radica en el uso indiscriminado de recursos no renovables que reduce las reservas disponibles para las futuras generaciones. Esto no significa que estos recursos no deben ser usados, se trata de encontrar tecnologías disponibles para controlar su disminución, insistir en la importancia del reciclaje y economizar el uso de estas fuentes para prevenir que se agoten antes de haber encontrado un sustituto aceptable.
- Por otro lado, se debe considerar que toda actividad productiva produce residuos y/o desperdicios, el beneficio ambiental del reciclaje se traduce en una disminución de estos residuos, disminución de la contaminación del medio ambiente y un evidente ahorro de los recursos naturales.
- En la ciudad de Guayaquil, los RCD conforman el 10% del volumen total de desechos generados en la ciudad, y aunque en cifras no representa un porcentaje significativo, en realidad constituye un gran problema ambiental y social que amerita un estudio situacional y correctivo.
- Actualmente, la obra pública es la mayor consumidora de productos pétreos y al mismo tiempo, la mayor generadora de RCD en la ciudad, los cuales equivalen a alrededor de 1'200,000m³ de escombros al año que en su mayoría corresponden a tierras de desalojo y residuos de hormigón. Así como el hormigón es un residuo frecuente dentro de los RCD, los productos pétreos para fabricarlos, son las principales materias primas que se obtienen por explotación de canteras en la ciudad. Conociendo esto, es fácil intuir que las canteras dentro de pocos años empezarán a escasear, una razón más por la que ya se debería empezar a considerar el reciclaje de materiales para la obtención de materias primas.
- El concreto es 100% reciclable, siempre y cuando no contenga impurezas por lo que es conveniente implementar la cultura de la de la deconstrucción en la demolición, que se refiere a deshacer analítica y jerárquicamente los elementos que constituyen una estructura. Efectuando una demolición selectiva, se simplifican los trabajos de recuperación de RCD.
- Además del Relleno Sanitario Las Iguanas, en Guayaquil no existen otros depósitos finales adecuados, ni escombreras autorizadas para disponer de los RCD, por lo que es muy frecuente encontrarse con escombros arrojados en vías públicas y sitios clandestinos a pesar de que las Ordenanzas exigen que la disposición de RCD se realice dentro del conocido Relleno. Los generadores de RCD coinciden en que no cumplen las ordenanzas por considerarse como un tedioso trámite burocrático, se evita correr con el gasto de pagar la tasa para depositar residuos en el Relleno Sanitario, además de que llegar al Relleno Sanitario toma mucho tiempo, lo que se traduce en un elevado coste de transporte de residuos.





CAPÍTULO V GUAYAQUIL, FUENTE GENERADORA DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El desarrollo de este capítulo se ha llevado a cabo con el objeto de analizar la situación actual de los RCD dentro la ciudad y determinar de esta manera si es factible la reintegración de este tipo de residuos al ciclo de producción.

Además, conoceremos las distancias entre los posibles generadores de RCD y los sitios de disposición final actuales pudiendo así estimar el consumo de combustible e impacto ambiental que el actual manejo de RCD ocasiona.





5.1 EL CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL A PARTIR DEL AÑO 2000 HASTA LA ACTUALIDAD Y SU PROSPECTIVA DEL CRECIMIENTO URBANO PROYECTADA POR EL MUNICIPIO



Foto 34. Asentamientos informales hacia el noroeste de Guayaquil, 2008.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

5.1.1 ANTECEDENTES: UTILIZACIÓN DE LA TIERRA URBANA DESDE 1993 HASTA EL 2000

Guayaquil se desarrolla en una superficie de 344.5Km², de los que 316.42Km² (91.9%) corresponden al área territorial y el resto a las aguas de los ríos Guayas y Daule y los esteros localizados dentro del perímetro urbano. De esta manera, la ciudad ha sido dividida dentro del Plan Regulador de Desarrollo Urbano de Guayaquil, en tres sectores principales:

- Suelo Urbanizado
- Suelo Urbanizable, y
- Suelo No Urbanizable

Un 67% de la superficie de la área urbana territorial corresponden a Suelos Urbanizables, mientras que el 33% correspondiente a Suelos no Urbanizables, son áreas declaradas bajo protección, en razón del riesgo y el alto grado de vulnerabilidad e incluye las áreas extractivas tales como: canteras, zonas agrícolas, piscícolas y otros usos extractivos.

Durante el período de 1993 al 2000, el uso del suelo residencial creció significativamente, a razón de un 4.7% anual, es decir, 3.36Km² por año. Este crecimiento refleja un aumento de la ocupación del suelo de tipo informal, con predominio de uso residencial, crecimiento favorecido por los siguientes fenómenos:

- Falta de programas de vivienda de interés social.
- Repunte de inmigración campo-ciudad en los años 90.
- El fenómeno de El Niño en 1998.
- Recurrente crisis socio-económica del país.

Por otro lado, la ocupación del suelo para el desarrollo de actividades económicas, creció moderadamente debido principalmente a la construcción de centros comerciales y el surgimiento de subcentros urbanos. Del uso del espacio para equipamiento, se registró un lento crecimiento, apenas de un 1.3 anual.³¹

³¹ M.I. Municipalidad de Guayaquil (2000) *Utilización de la Tierra Urbana*, Consultado en Octubre 17, 2008 en <http://www.guayaquil.gov.ec/238/3521.gye>

5.1.2 PRINCIPALES ZONAS DE DESARROLLO URBANO RESIDENCIAL DESDE EL 2000 HASTA LA ACTUALIDAD

El crecimiento de Guayaquil en equipamiento (construcción de infraestructuras viales, comerciales y recreacionales), se reactiva cuando Jaime Nebot Saadi asume la Alcaldía de Guayaquil en el año 2000.

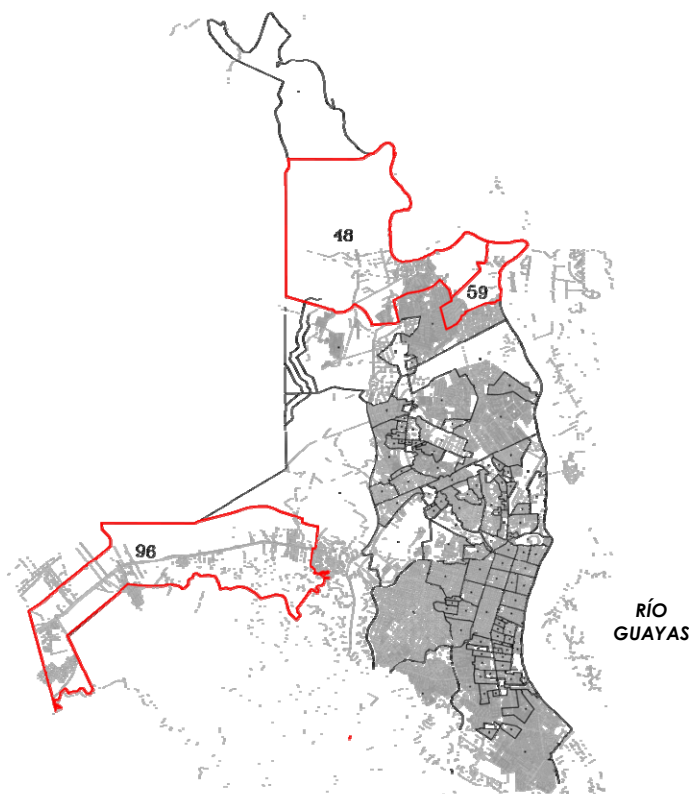
Para 1991, Guayaquil había proyectado su crecimiento urbano en un área de 33,833 hectáreas. Diecisiete años más tarde, ya se han ocupado 21,672 hectáreas de dicho territorio, con un desarrollo habitacional en un solo eje, el cual comprende la zona del noroeste de Guayaquil, es decir la Vía Perimetral. Del área restante, Guayaquil solo dispone con 6,361 hectáreas, debido a que el resto se encuentra dentro de los suelos no urbanizables o protegidos.

Del 2001 hasta el 2008, el índice de ocupación poblacional se incrementó, de manera que ha cubierto alrededor de 6.500 hectáreas con las siguientes características:

- Los asentamientos informales, hasta el 2005 ya habían saturado zonas de posible ocupación formal como Mapasingue, Flor de Bastión y Los Vergeles.
- Paralelamente, existe otro tipo de desarrollo habitacional vía a la Costa, también noroeste de la ciudad, caracterizado por la construcción de urbanizaciones cerradas.
- La construcción formal, tuvo una caída durante los años de crisis bancaria, que se reactivó desde el 2005 con una tendencia hacia edificaciones de una o dos plantas, por lo que los rascacielos no son muy comunes.
- El índice más significativo de crecimiento se presentó entre el 2006 y 2007, período en que el Cabildo otorgó un total de 5,240 permisos de construcción.
- 25,000 es el número de construcciones que aprobó el Municipio de Guayaquil en la última década.³²

En el plano a continuación, se encuentran 97 sectores en los que la ciudad se encuentra dividida en términos catastrales, de los cuales los sectores con mayor crecimiento entre el 2006 y el 2007, según el número de permisos registrados por el Departamento de Control de Edificación de la Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registros (DUAR) que equivalen a casi 1.000 solicitudes aprobadas, son los siguientes:

- Sector 48, Vía a Daule
- Sector 59, Mucho Lote y Los Geranios
- Sector 96, Urbanizaciones Vía a la Costa



Plano 2, Sectores catastrales con mayor crecimiento urbano registrado en los últimos años.
Fuente: Municipio de Guayaquil.

³² ONU – M.I. Municipalidad de Guayaquil (1997-2007) *Desarrollo de la Construcción Formal de la ciudad de Guayaquil*, Consultado en Octubre 16, 2008.

5.1.3 PRINCIPALES ZONAS DE DESARROLLO URBANO COMERCIAL DESDE EL 2000 HASTA LA ACTUALIDAD

Producto de la evolución de la economía global, muchas ciudades han debido reconfigurar sus ordenamientos espaciales, es el caso de Guayaquil, que ha experimentado cambios que han dado lugar a un nuevo patrón espacial: los subcentros urbanos, caracterizados por reunir actividades del tipo financiero, de servicios y tecnologías de la información. En Guayaquil, un nuevo subcentro urbano se ha generado desde los años 90 a lo largo de la Av. Francisco de Orellana y la Av. De las Américas, en el norte de la ciudad.



Foto 35. Fotografía Satelital Subcentro urbano al norte de Guayaquil.
Fuente: Google Earth.

Este centro financiero desde el año 2000 ha incorporado los siguientes servicios y equipamientos:

- Superficies comerciales, C.C. San Marino y Mall del Sol
- Servicios Turísticos, Hotel Marriot y Sheraton
- Complejos empresariales, Ciudad del Sol
- Entretenimiento, Casino Plaza
- Salud, Hospital Plaza del Sol
- Aeropuerto José Joaquín de Olmedo
- Centro de convenciones Simon Bolívar

5.1.4 PROYECCIÓN DE DESARROLLO URBANO PROMULGADO POR LA MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

Según la Ordenanza Del Plan Regulador De Desarrollo Urbano De Guayaquil que opera desde el año 2000, las áreas de expansión urbana, han sido ubicadas por Zonas de Planificación y Polígonos de Actuación. Tanto la normativa general del Plan Regulador como los instrumentos de ordenamiento, se aplican en Áreas llamadas unidades de acción urbanística. Los instrumentos de Ordenamiento son:



Plano 3. Comparación entre Límite urbano según ordenanza promulgada en el Registro Oficial 828 del 9 de diciembre de 1991. (Izq.)
Y Límite urbano según ordenanza promulgada en el Registro Oficial del 2000. (Der.)
Fuente: Municipio de Guayaquil.

- **Planes Parciales**, que imponen las normas que permiten en forma directa al sector público o privado, proceder a la realización de proyectos de urbanización dentro de los polígonos de actuación urbanística.
- **Planes Especiales**, son instrumentos de desarrollo sectorial, como núcleos y corredores de restructuración urbana, rehabilitación y remodelación, así como protección, conservación de componentes del patrimonio urbano.
- **Programas de Ordenamiento en Suelo Urbanizable No Programado**, Instrumentos a través de los cuales, por no estar prevista la ejecución del respectivo Plan Parcial, el sector público y, o el privado proponen el ordenamiento básico y concertado del suelo clasificado como Urbanizable No Programado.

5.1.4.1 POLÍGONOS DE ACTUACIÓN URBANÍSTICA

Son unidades de actuación urbanística programadas en Suelo Urbanizado, en los que se prevé la aplicación de un Plan Especial o un Plan Regulador, y Suelo Urbanizable con un Plan parcial previsto. Han sido establecidos por Ordenanza por lo tanto no se pueden alterar en más de un 10% de su área, en aumento o disminución, ni alterar significativamente su forma.

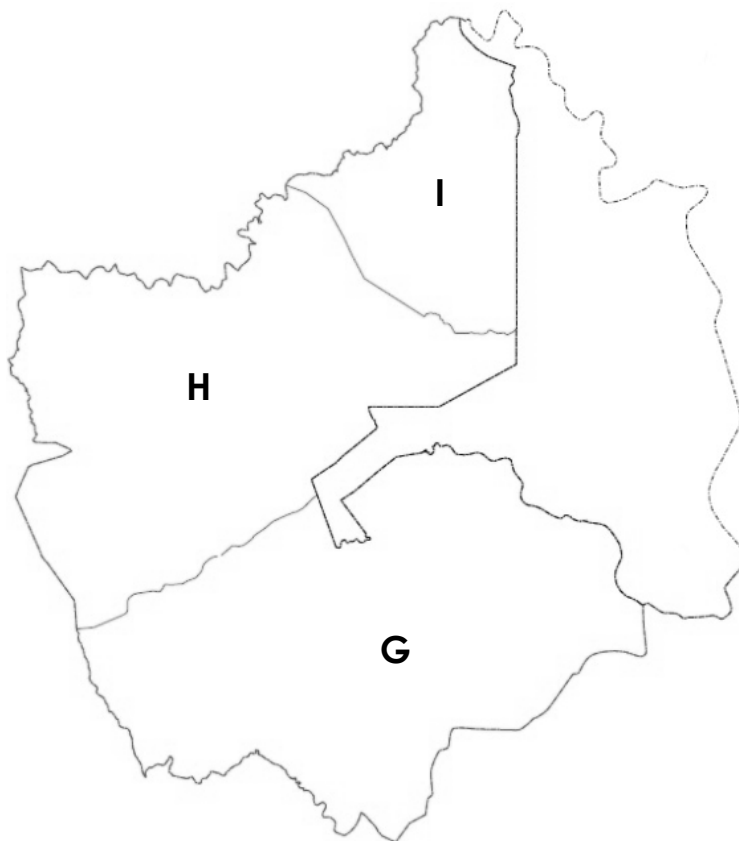
Estos polígonos, en Planes Parciales y Programas de Ordenamiento sobre suelo destinado predominantemente a uso residencial, corresponden a una unidad de desarrollo que contempla entre 20,000 y 20,000 habitantes. Para uso industrial el área mínima corresponde a 14ha, y para comercio 4ha.

Es importante señalar que cuando se habla de Planes Especiales, las áreas intervenidas se deben considerar como de rehabilitación, conservación, reversión o remodelación en suelo urbanizado o para suelo no urbanizable.

5.1.4.2 ÁREAS DE EXPANSIÓN URBANA PROGRAMADAS

Las áreas de expansión urbana programadas (Plano 4), establecen los actuales límites de Guayaquil. Conocer éstas zonas programadas por el Municipio, nos da una pauta para continuar con el estudio de los fenómenos de crecimiento urbano que se acontecen en la actualidad. Dichas Áreas de expansión urbana programadas se han delimitado de la siguiente manera:

- Zona Aeropuerto en Daular, identificada con la letra G.
- Zona Embalse Chongón, identificada con la letra H.
- Zona Colinas de Las Guanas (Ciudad Nueva), identificada con la letra I.



Plano 4, Áreas de expansión urbana programadas según ordenanza promulgada en el Registro Oficial del 2000.
Fuente: Municipio de Guayaquil

5.2 TENDENCIAS DE EXPANSIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

5.2.1 PRINCIPALES OBRAS PÚBLICAS Y PRIVADAS CONSTRUÍDAS EN LA ÚLTIMA DÉCADA

5.2.1.1 GENERALIDADES

Se identificaron 25 obras puntuales desarrolladas en los últimos 10 años, públicas y privadas, dentro de las zonas consolidadas de la ciudad, es decir dentro de las áreas sin crecimiento urbano actual (Plano 5), cuyas construcciones han sido significativas para la urbe por las siguientes razones:

- Fueron grandes generadoras de Residuos de construcción y demolición (RCD), produciendo más de 20,000T durante su edificación.
- Cambiaron el paisaje de la ciudad.
- Influyeron en el comportamiento de la población de un determinado sector.
- Reactivaron un determinado sector de la ciudad.

1. Lotización Mucho Lote 1
2. Hipermarket Norte
3. Registro Civil Norte
4. Corporación para la Seguridad Ciudadana de Guayaquil
5. Ciudad Colón
6. Terminal Norte Metrovía
7. Terminal Terrestre Provisional
8. Terminal Terrestre
9. Aeropuerto José Joaquín de Olmedo
10. Conjunto Empresarial Plaza del Sol
11. Centro de Convenciones Simón Bolívar
12. Hotel Marriott
13. C.C. San Marino
14. Túneles San Eduardo
15. Ciudadela Deportiva Pérez Perasso
16. C.C. Aventura Plaza
17. Parque Lineal Armando Romero Rodas
18. Plaza Rodolfo Baquerizo Moreno
19. Malecón del Estero Salado
20. Puerto Sta. Ana
21. Túneles Cerro del Carmen y Santa Ana
22. Malecón 2000
23. Mall del Sur
24. Río Centro Sur
25. Terminal Guasmo Sur



Foto 37, Fotografía aérea del Malecón 2000
Fuente: www.urvia.org





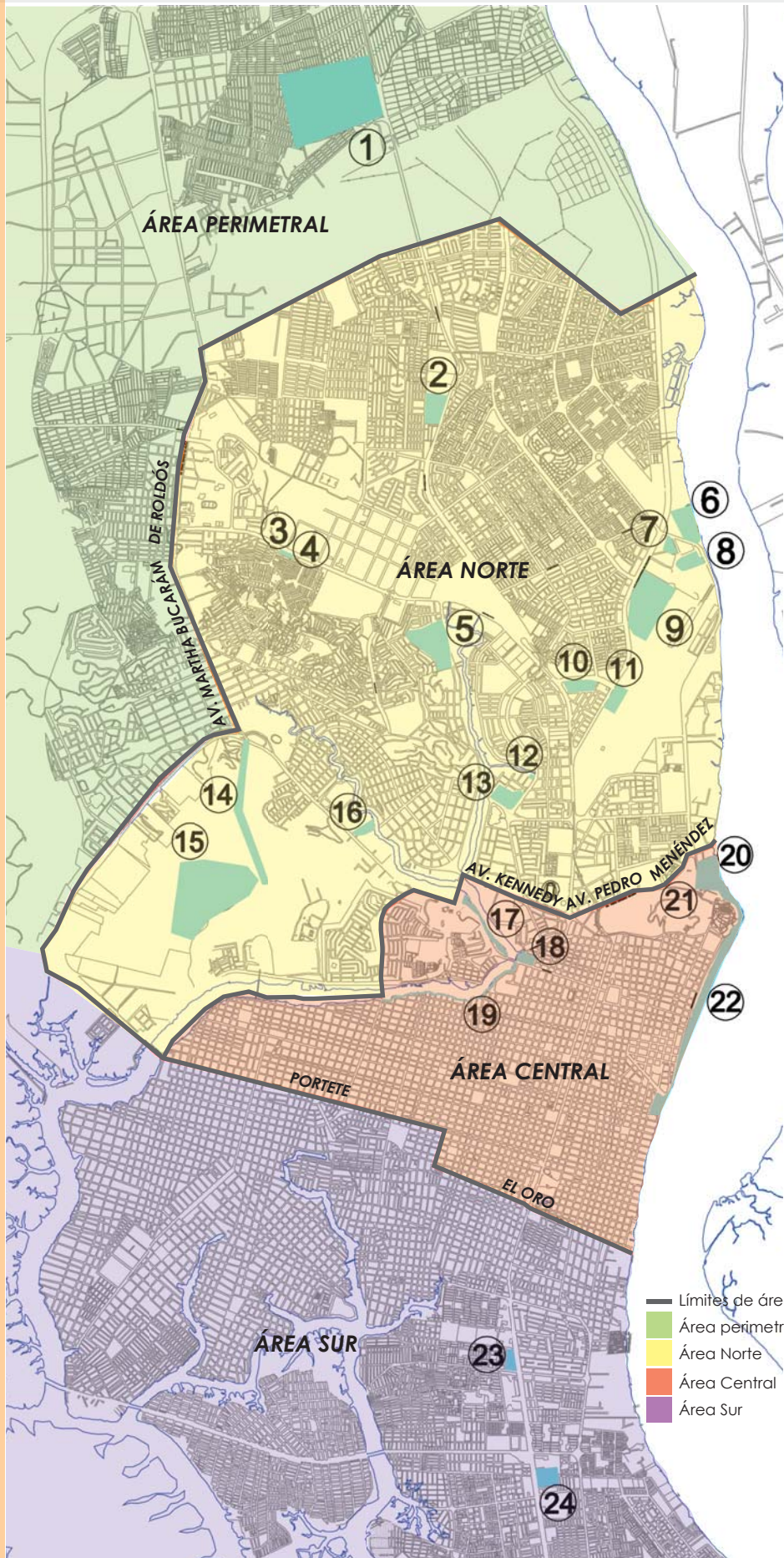
Foto 38, Fotografía aérea de túneles de Cerros del Carmen y Santa Ana.
Fuente: www.guayaquil.gov



Foto 36, Fotografía aérea del centro tradicional de Guayaquil dentro del área consolidada.
Fuente: www.flickr.com



 Área consolidada de Guayaquil
 Límites políticos de Guayaquil, 1991



5.2.1.1.1 Zonificación

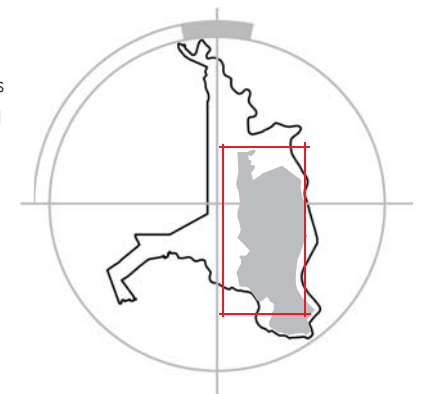
Para estudiar éstas obras, se ha dividido la ciudad en 4 áreas, las cuales son:

- Área Perimetral, desde el Río Daule hasta la Av. Martha Bucarám.
- Área Norte, desde la Av. Martha Bucarám hasta las Avenidas Kennedy y Pedro Menéndez Gilbert.
- Área Central, desde la Av. Kennedy hasta El Oro y Portete.
- Área Sur, desde El Oro hasta el límite urbano.

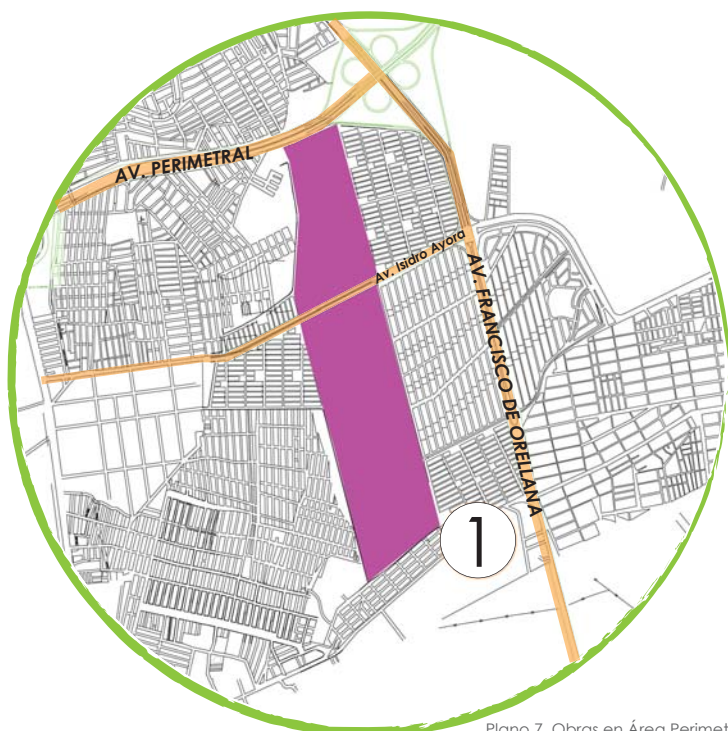
En el Plano 6 se encuentran ubicadas las obras más significativas identificando el contorno de área construida que poseen. Son las siguientes:

1. Lotización Mucho Lote 1 (*)
2. Hipermarket Norte
3. Registro Civil Norte (*)
4. Corporación para la Seguridad Ciudadana de Guayaquil (*)
5. Ciudad Colón
6. Terminal Norte Metrovía (*)
7. Terminal Terrestre Provisional (*)
8. Terminal Terrestre (*)
9. Aeropuerto José Joaquín de Olmedo (*)
10. Conjunto Empresarial Plaza del Sol
11. Centro de Convenciones Simón Bolívar (*)
12. Hotel Marriott
13. C.C. San Marino
14. Túneles San Eduardo (*)
15. Ciudadela Deportiva Perez Perasso
16. C.C. Aventura Plaza
17. Parque Lineal Armando Romero Rodas (*)
18. Plaza Rodolfo Baquerizo Moreno (*)
19. Malecón del Estero Salado (*)
20. Puerto Sta. Ana (*)
21. Túneles Cerro del Carmen y Santa Ana (*)
22. Malecón 2000 (*)
23. Mall del Sur
24. Río Centro Sur
25. Terminal Guasmo Sur (*)

(*) Obras Públicas



Plano 6, Principales obras generadas en la última década en diferentes sectores de la ciudad de Guayaquil
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Plano 7, Obras en Área Perimetral.

Simbología	2000	2003	2006
	2001	2004	2007
	2002	2005	2008



Foto 39, Letrero Lotización Mucho Lote 1 Etapa VI
Foto 40, Vista Lotización Mucho Lote 1 Etapa VI
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

5.2.1.2 ÁREA PERIMETRAL DE LA CIUDAD

1. Lotización Mucho Lote 1(*)

El programa Habitacional Lotes con Servicios "Mucho Lote" (Plano 7), es un proyecto ejecutado por el M.I. Municipio de Guayaquil que busca atender las necesidades de vivienda de los sectores menos favorecidos y al mismo tiempo mayoritarios de la ciudad.

Posee un área de 1'903,104m² (190.31ha) tiene los siguientes linderos:

- Norte: Vía Perimetral (Pascuales)
- Sur: Vía Pública (Bastión Popular Bloques 5)
- Este: Avenida Francisco de Orellana y Urbanización Las Orquídeas Oeste
- Oeste: Vía Pública (Bastión Popular Bloques 4 y 10)



Foto 42 y 43 Mucho Lote 1, Trabajos en terrenos de la Dirección Armada del Ecuador
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

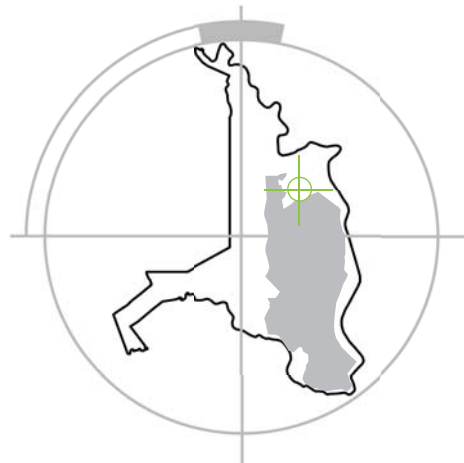
Esta lotización aún no ha culminado su etapa de equipamiento y debido a que está formada por terrenos planos con pequeñas áreas inundables, el material de desalojo y RCD de otras obras públicas, son utilizados como relleno en algunas de estas zonas. Otras áreas serán rellenadas con material pétreo de los cerros más altos que comprenden la zona norte del emplazamiento.



Foto 41, Fotografía Satelital del Programa habitacional Mucho Lote, 2008
Fuente: Google Earth

Las principales vías de acceso y circulación son:

- Avenida Francisco de Orellana por el este,
- Av. Perimetral por el norte, y
- Av. Isidro Ayora que la cruza por el centro.



5.2.1.3 ÁREA NORTE DE LA CIUDAD

- 2. Hipermarket Norte
- 3. Registro Civil Norte (*)
- 4. Corporación para la Seguridad Ciudadana de Guayaquil (*)
- 5. Ciudad Colón
- 6. Terminal Norte Metrovía (*)
- 7. Terminal Provisional (*)
- 8. Terminal Terrestre (*)
- 9. Aeropuerto José Joaquín de Olmedo (*)
- 10. Conjunto Empresarial Ciudad del Sol
- 11. Centro de Convenciones Simón Bolívar (*)
- 12. Hotel Marriott
- 13. C.C. San Marino
- 14. Túneles San Eduardo (*)
- 15. Ciudadela Deportiva Pérez Perasso
- 16. C.C. Aventura Plaza

(*) Obras Públicas



Foto 44, Ingreso Registro Civil. Fuente: Archivo Diario Expreso



Foto 45, C.S.C.G. Fuente: Archivo Diario El Universo



Foto 46, Ingreso Terminal Norte Metrovía. Fuente: G. Pérez/S. Almeida

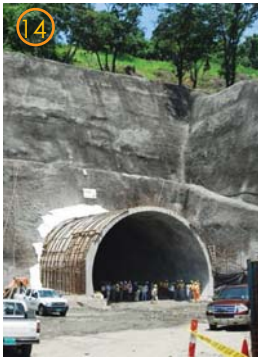


Foto 47, Construcción Túneles San Eduardo. Fuente: Archivo diario El Universo



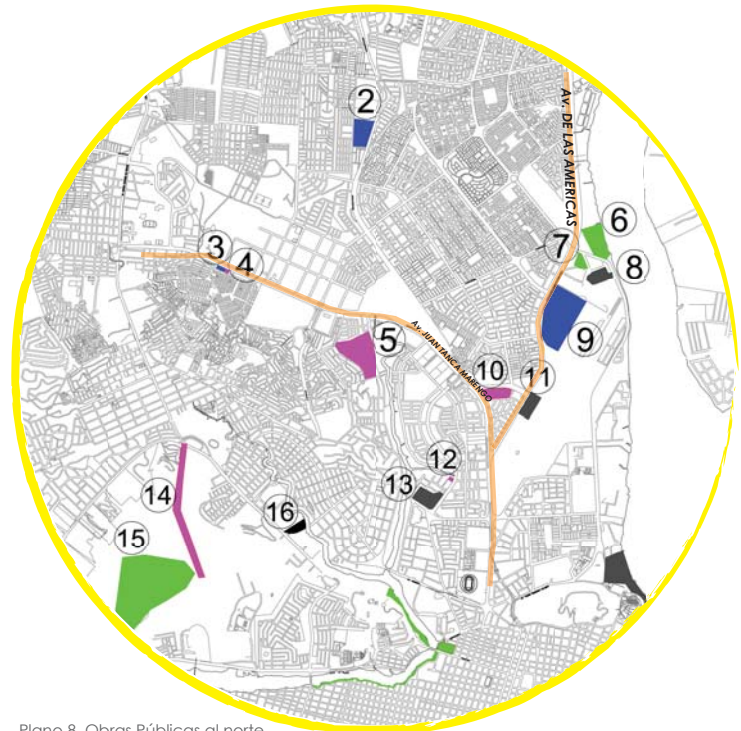
Foto 48, Vista Nocturna Centro de Convenciones de Guayaquil. Fuente: www.flickr.com

5.2.1.3.1 Obras Públicas

Nuestro primer enfoque es hacia las obras públicas, las cuales se han desarrollado en gran número hacia el norte de la ciudad a causa de las obras de regeneración urbana ejecutadas por el Municipio.

Las principales vías de acceso y circulación son:

- Av. Francisco de Orellana
- Av. Juan Tanca Marengo
- Av. Pedro Menéndez Gilbert · Av. Benjamín Rosales



Plano 8. Obras Públicas al norte.

2000	2003	2006	Simbología
2001	2004	2007	
2002	2005	2008	



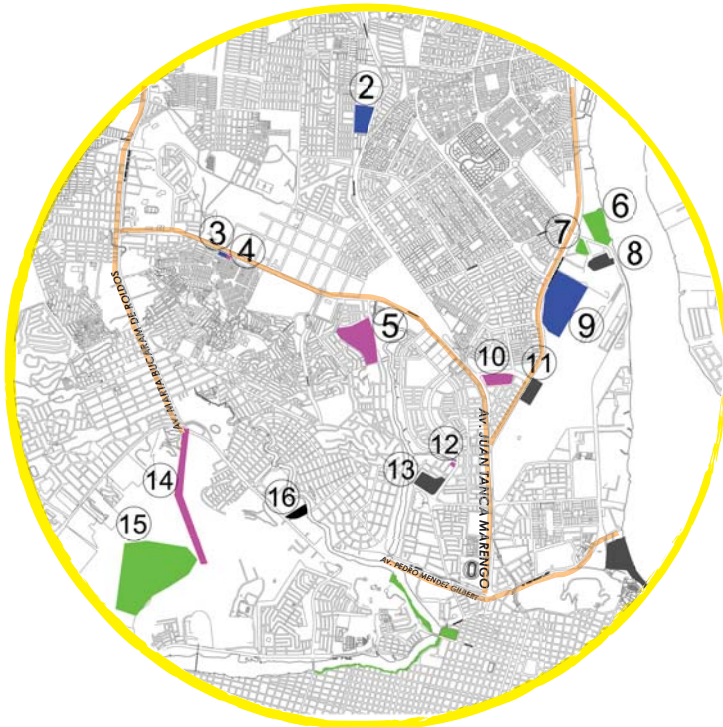
Foto 49, Fachada Principal Terminal Terrestre Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 50, Ingreso Aeropuerto José Joaquín de Olmedo Fuente: www.flickr.com



Foto 51, Fotografía Satelital Norte de Guayaquil, 2008 Fuente: Google Earth



Plano 9, Obras privadas al norte.

Simbología	2000	2003	2006
	2001	2004	2007
	2002	2005	2008

5.2.1.3.2 Obras Privadas

El área norte de la ciudad ha tenido un crecimiento intenso en cuanto a construcciones de tipo privado-comercial desde inicios de la década de los 90 cuando se empieza a formar un nuevo subcentro urbano a lo largo de la Av. Francisco de Orellana, el cual integra actividades financieras, de servicios, turísticas, comerciales y empresariales. Junto con éste, aparece un segundo subcentro a lo largo de la Av. Constitución, Ciudad del Sol, el cual incorpora la superficie comercial de Mall del Sol, servicios turísticos y de entretenimiento como el Four Point Sheraton Hotel junto a Casino del Sol y los complejos empresariales de Plaza del Sol construídos en la última década.



Foto 52, Vista aérea condominios habitacionales Ciudad Colón
Fuente: www.flickr.com
Foto 53, Foto Satelital Ciudad Colón
Fuente: Google Earth



Foto 54, 55 y 56
Desde la izquierda:
Vista desde Mall del sol hacia Ciudad del Sol
Fachada principal Hotel Marriott
Ingreso C.C. San Marino
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 57, Fotografía Saterital Norte de Guayaquil, 2008
Fuente: Google Earth

Ciudad Colón es otro de los proyectos de subcentros urbanos emplazado sobre casi 7ha, que integra programas habitacionales junto con actividades comerciales, financieras y de servicios. Estos subcentros se caracterizan por incorporar sistemas de telecomunicación de última generación y así mismo, se encuentran muy próximos a obras de equipamiento como el Aeropuerto, la Terminal Norte de Metrovía y vías principales, con lo que logran articularse de manera óptima a los centros tradicionales de la ciudad.

Las principales vías de acceso y circulación son:

- Av. Francisco de Orellana
- Av. Constitución
- Av. Jaime Roldós



Foto 58, Fotografía Satelital Ciudad Deportiva Pérez Perazzo
Fuente: Google Earth

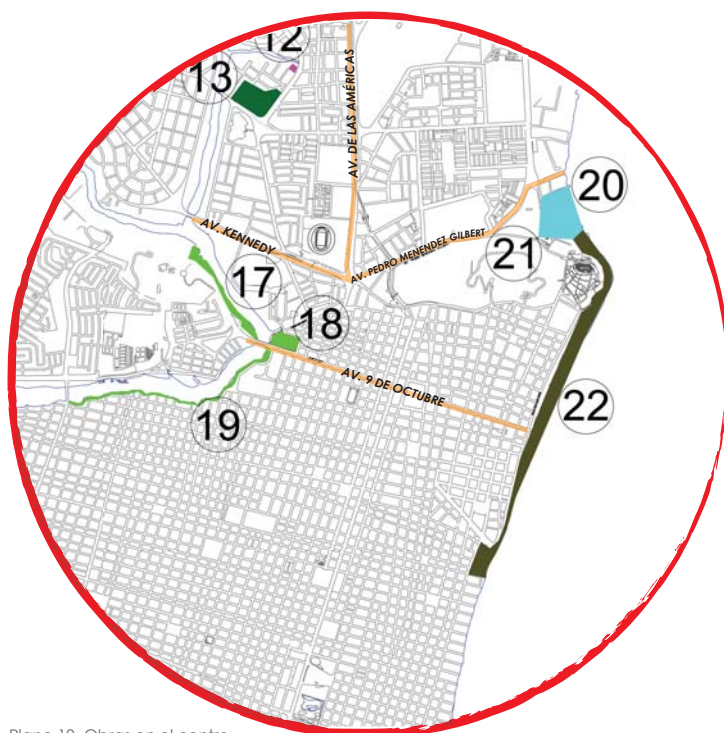
5.2.1.4 ÁREA CENTRAL DE LA CIUDAD

- 17. Parque Lineal Armando Romero Rodas
- 18. Plaza Rodolfo Baquerizo Moreno
- 19. Malecón del Estero Salado
- 20. Puerto Sta. Ana
- 21. Túneles Cerro del Carmen y Santa Ana
- 22. Malecón 2000

Debido a que para el 2000, año en que empieza la Regeneración Urbana, el centro tradicional de la ciudad ya estaba consolidado, las construcciones de tipo privado se vieron limitadas a remodelaciones y adecuaciones de los edificios existentes, siendo consideradas como obras nuevas, únicamente las emprendidas por el Municipio en dicha Regeneración.

Este plan empieza con la readecuación del Sector Bancario y del Sector Turístico durante la Alcaldía del Ab. Jaime Nebot y comprende equipamiento vial, obras de infraestructura, trabajos de paisajismo y proyectos arquitectónicos destinados a mejorar las condiciones de vida de los ciudadanos.

Sin duda el Malecón 2000 es la obra más significativa producida durante la última década, debido a que retoma la relación entre la ciudad y el Río Guayas. Esta obra proyectada desde 1998 culminada en el 2002, obra comprende espacios de esparcimiento, un centro comercial, cines y museos.



Plano 10, Obras en el centro.

2000	2003	2006	Simbología
2001	2004	2007	
2002	2005	2008	



Foto 59, Centro de Convenciones Plaza Rodolfo Baquerizo
Fuente: www.jpvinueza.com



Foto 60, Vista nocturna Malecón del Estero Salado
Fuente: www.flickr.com

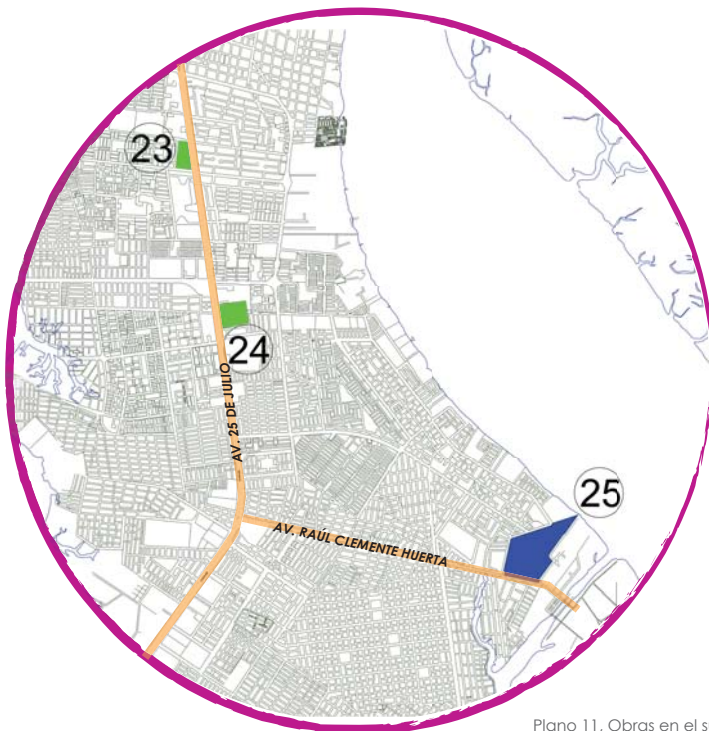


Foto 61, Uno de los condominios en Puerto Santa Ana y Foto Satelital
Fuente: Google Earth

El Malecón Simón Bolívar se reintegra con el barrio las Peñas y con el Puerto Santa, barrios fundadores recuperados de la ciudad. Siguiendo por la Av. 9 de Octubre, se continuó con la rehabilitación del Malecón del Estero Salado, reafirmando la presencia de la avenida como eje principal de la ciudad.



Foto 62, Fotografía Satelital Parque Lineal, Plaza Rodolfo Barquerizo y Malecón del Estero Salado, 2008.
Fuente: Google Earth



Plano 11, Obras en el sur.

Simbología	2000	2003	2006
	2001	2004	2007
	2002	2005	2008



Foto 65, Fotografía Aérea Mall del Sur.
Fuente: www.guayaquilcaliente.com



Foto 66, Ingreso Mall del Sur.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

5.2.1.5 ÁREA SUR DE LA CIUDAD

- 23. Mall del Sur
- 24. Río Centro Sur
- 25. Terminal Guasmo Sur (*)

(*) Obras Públicas

5.2.1.5.1 Obras Públicas

El sur de la ciudad también formó parte de la Regeneración urbana en proyectos arquitectónicos, entre ellos el más significativo es la Terminal Guasmo Sur del Sistema de transporte Metrovía que se conecta con la Terminal Daule al norte en un recorrido de más de 30Km. Ambas terminales poseen similar estructura y su diseño está realizado en acero y hormigón.



Foto 63, Interior Terminal Guasmo Sur Metrovía.
Fuente: Diario El Universo

Foto 64, Fotografía Satelital Terminal Guasmo Sur Metrovía.
Fuente: Google Earth

5.2.1.5.2 Obras Privadas

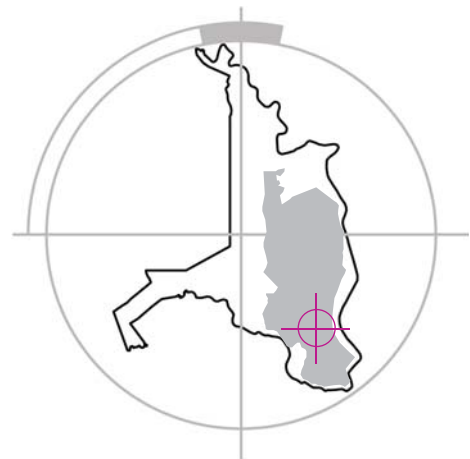
Con la construcción consecutiva de RíoCentro Sur y Mall del Sur, se logró reactivar el comercio de ésta parte de la ciudad que había decaído con la centralización de centros comerciales hacia el norte. Mall del Sur cubre un área de construcción de 60,000 m², mientras RíoCentro Sur logra 28,000m².



Foto 67, Fotografía Satelital Sur de Guayaquil.
Fuente: CLIRSEN

Las principales vías de acceso y circulación son:

- Av. 25 de Julio, y
- Av. Clemente Huerta.



5.2.2 ÁREAS DE CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

5.2.2.1 GENERALIDADES

Para el siguiente Capítulo vamos a considerar el límite urbano que Guayaquil poseía hasta 1991, debido a que las nuevas Áreas de Expansión Urbanas promulgadas por el Municipio que condicionan los nuevos límites de la ciudad desde el 2000, aún constituyen áreas sin urbanizar.

Hasta 1991, Guayaquil poseía un área total de 35,000ha, dentro de las cuales hemos identificado dos tendencias de crecimiento urbano que representan casi 11,000ha. Las hectáreas restantes, corresponden a áreas con escasa ocupación. En el siguiente gráfico se aprecian los porcentajes correspondientes a la ocupación del suelo de todo el perímetro urbano:

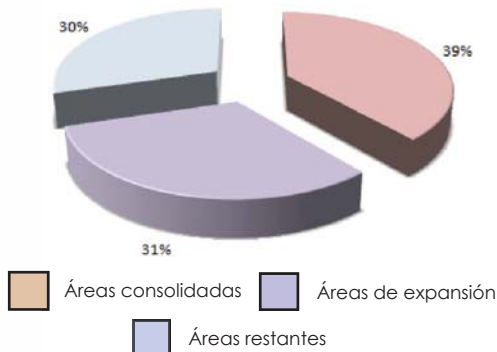
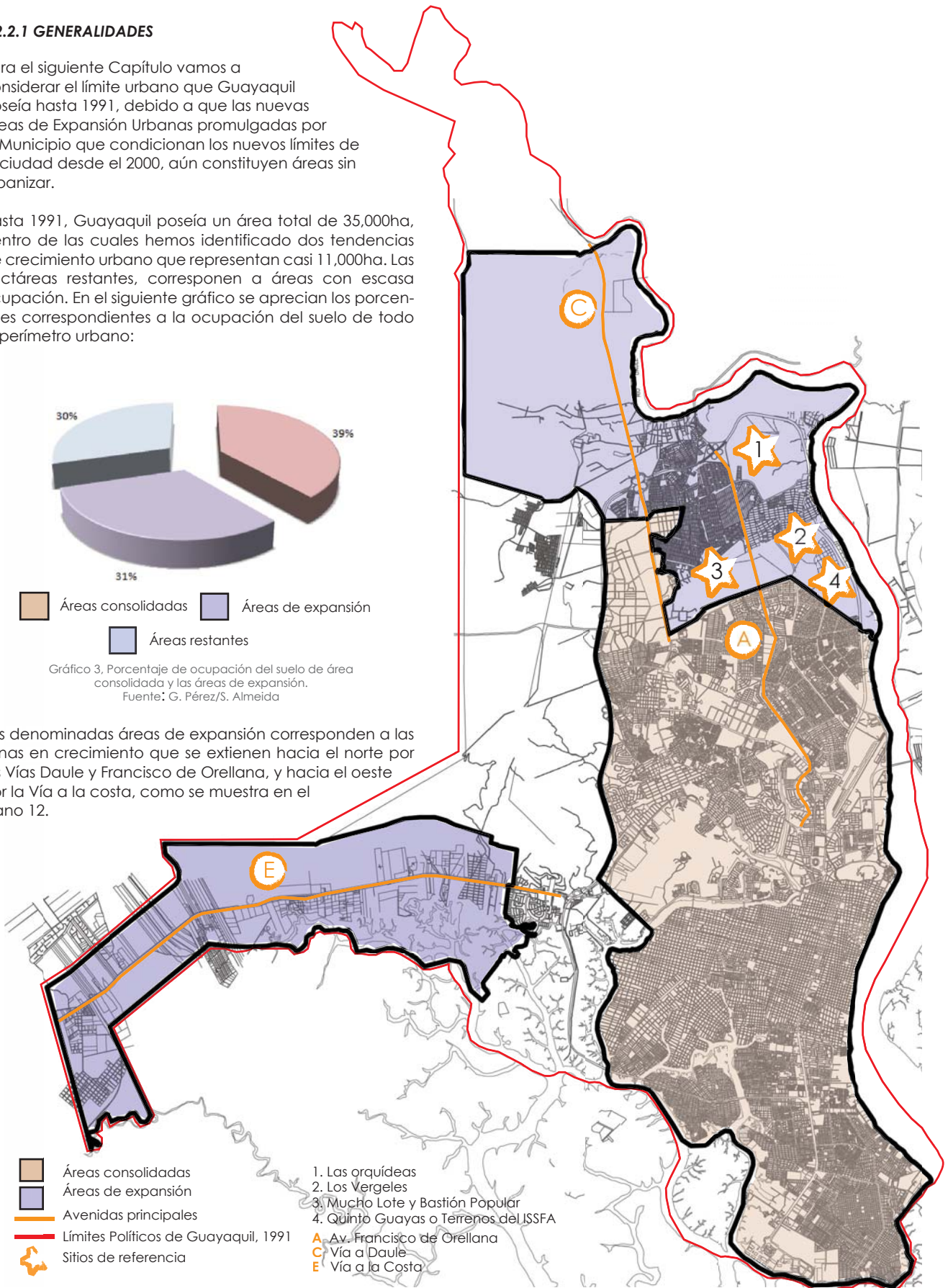


Gráfico 3. Porcentaje de ocupación del suelo de área consolidada y las áreas de expansión.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

Las denominadas áreas de expansión corresponden a las zonas en crecimiento que se extienden hacia el norte por las Vías Daule y Francisco de Orellana, y hacia el oeste por la Vía a la costa, como se muestra en el Plano 12.



Plano 12. Tendencias de crecimiento urbano en Guayaquil
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

5.2.2.2 USOS DE SUELO DENTRO DE ÁREAS DE CRECIMIENTO

Desde el año 2006 la ciudad empezó a crecer hacia el norte por las Vías Daule y Francisco de Orellana, y hacia el oeste por la Vía a la costa, con dos tipos de construcción residencial contradictorios: hacia la Vía a la costa nos encontramos con la explosión de urbanizaciones privadas y por otro lado, hacia la Vía Daule, construcciones informales.

A lo largo de la Av. Francisco de Orellana, áreas como Mapasingue, Flor de Bastión y Los Vergeles han limitado la posible ocupación formal y debido a que fueron asentamientos informales no previstos por el Municipio, son sectores donde la infraestructura y el equipamiento han llegado posterior a la ocupación.

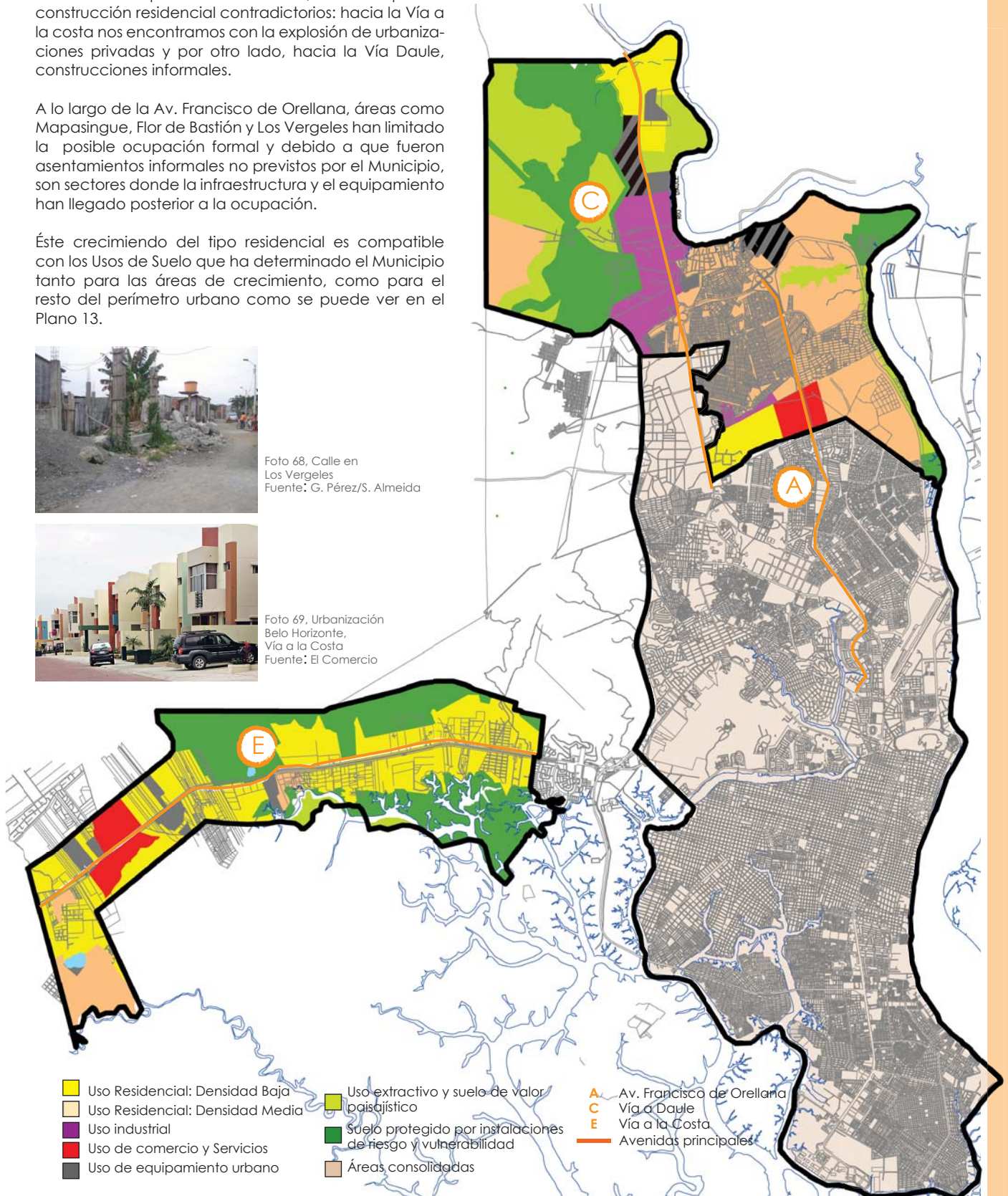
Este crecimiento del tipo residencial es compatible con los Usos de Suelo que ha determinado el Municipio tanto para las áreas de crecimiento, como para el resto del perímetro urbano como se puede ver en el Plano 13.



Foto 68, Calle en Los Vergeles
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 69, Urbanización Belo Horizonte, Vía a la Costa
Fuente: El Comercio



Plano 13. Usos de suelo existentes dentro de las áreas de expansión de Guayaquil.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

5.2.2.3 POSIBILIDADES DE CRECIMIENTO DE ACUERDO AL USO DE SUELO

Las áreas de crecimiento de la ciudad representan un total de aproximadamente 11,000ha, de las cuales más de 6,500ha. pertenecen a zonas ubicadas a lo largo de la Vía a Daule y casi 4,500ha a Vía a la Costa. Por otro lado, dentro de éstas áreas, también existen limitaciones en cuanto a las posibilidades de crecimiento dadas por el tipo de Uso de suelo que ha establecido el Municipio.

Simplificando los usos de suelo para éste estudio, se han establecido dos tipos de zonas: Urbanizables con posibilidades de crecimiento y equipamiento, y las No Urbanizables. En general, existe una posibilidad de expansión del 60% dentro éstas áreas; el resto representan en su mayoría zonas protegidas, de extracción o con valor paisajístico.

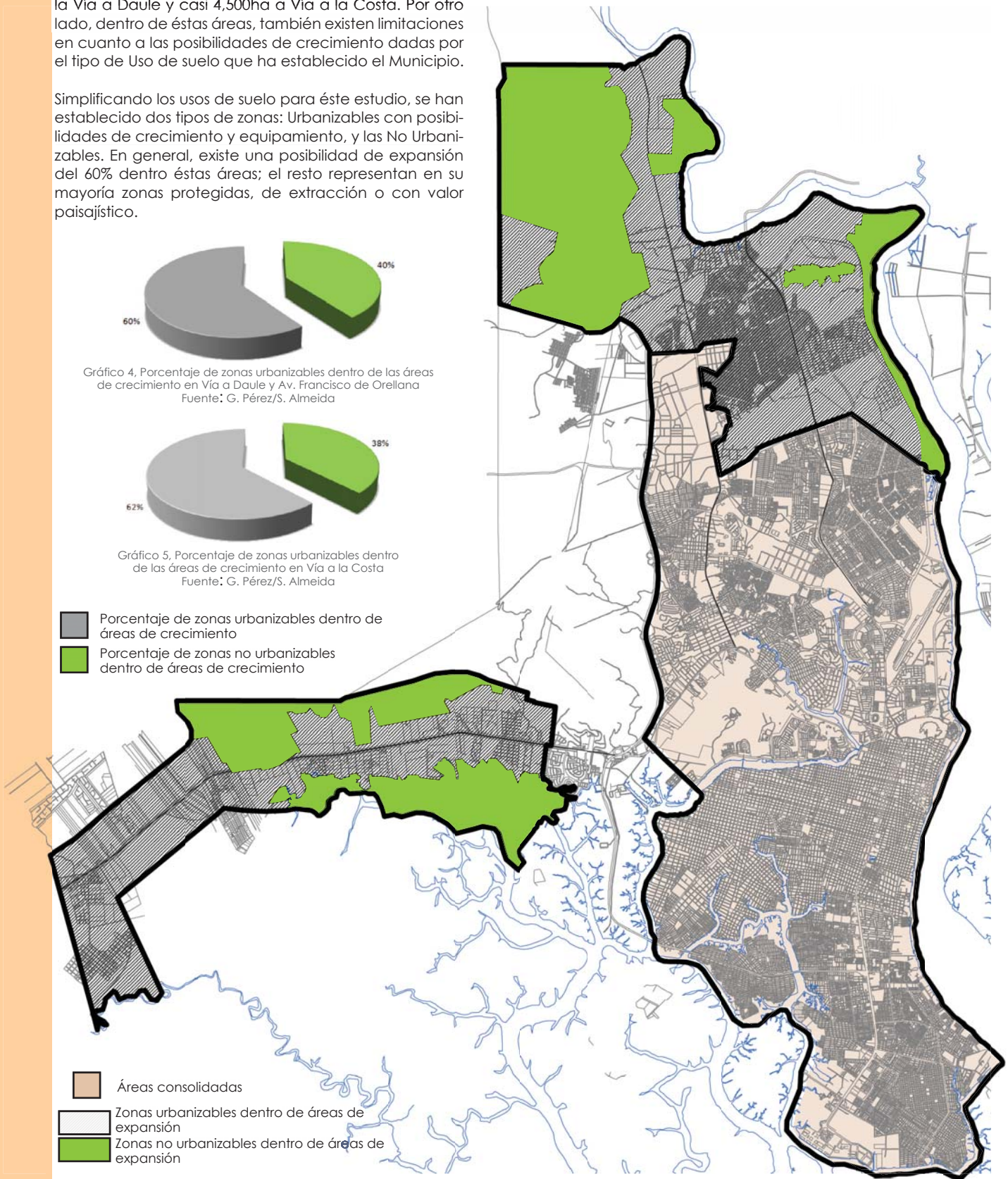


Gráfico 4, Porcentaje de zonas urbanizables dentro de las áreas de crecimiento en Vía a Daule y Av. Francisco de Orellana
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Gráfico 5, Porcentaje de zonas urbanizables dentro de las áreas de crecimiento en Vía a la Costa
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

- Porcentaje de zonas urbanizables dentro de áreas de crecimiento
- Porcentaje de zonas no urbanizables dentro de áreas de crecimiento



- Áreas consolidadas
- Zonas urbanizables dentro de áreas de expansión
- Zonas no urbanizables dentro de áreas de expansión

Plano 14, Zonas con posibilidades de crecimiento según su uso de suelo.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

5.2.3 CONCLUSIONES

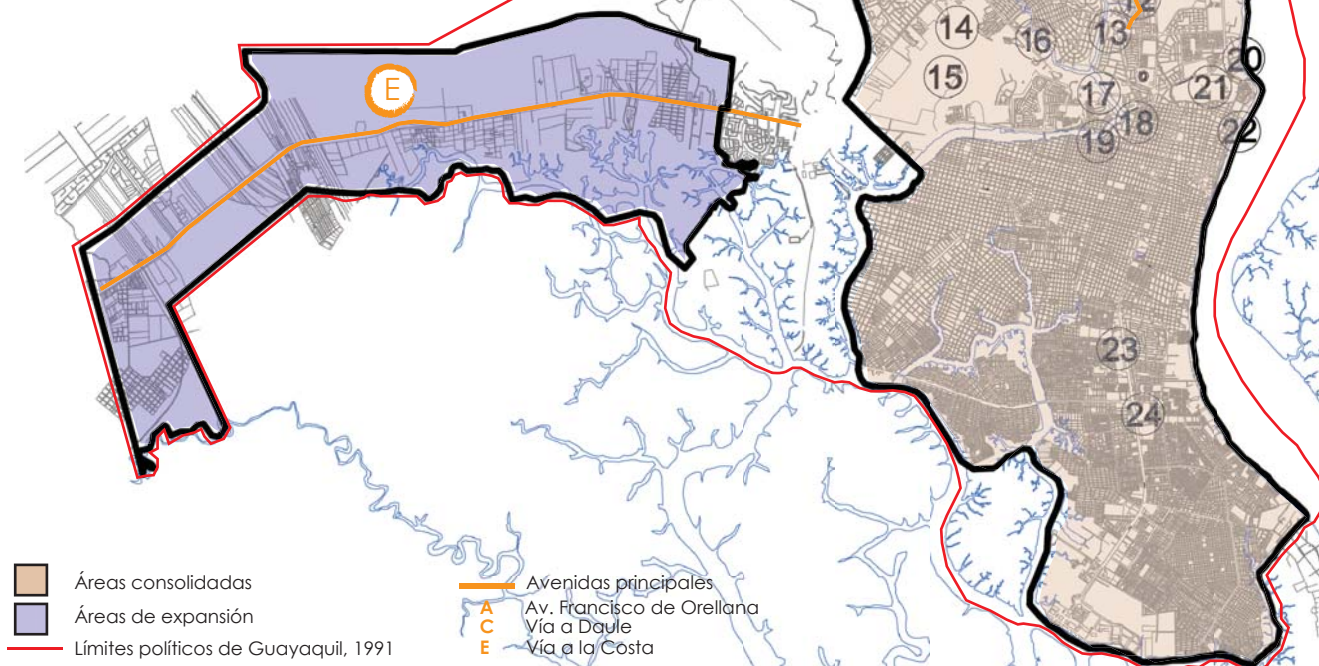
5.2.3.1 MAYORES GENERADORES DE RCD EN LA CIUDAD

- Las 25 obras más significativas identificadas dentro de las zonas consolidadas de la ciudad, fueron construcciones que acabaron poblando terrenos desocupados, por lo tanto, no implicaron trabajos previos de demolición.
- El mayor número de obras durante la última década se registró al norte de la ciudad, con un volumen de obra pública similar al de obra privada, las cuales fueron impulsadas por el Proyecto de Regeneración Urbana y la creación de Subcentros Urbanos, respectivamente.
- Por otro lado, el proyecto de Regeneración Urbana, en equipamiento vial, es el mayor generador de residuos de demolición, teniendo como principales residuos tierra de desalojo y escombros de hormigón.
- Tanto obras públicas como privadas, en su mayoría realizaron de manera informal la disposición final de los RCD que produjeron durante su construcción.
- Como se muestra en el Gráfico 6 a la derecha, el porcentaje de obra privada se vió superado por el de obra pública. Por esto, podemos concluir que las construcciones municipales son las mayores generadoras de RCD actualmente.



Gráfico 6. Porcentaje de Obras Públicas vs Privadas
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

- | | |
|---|--|
| 1. Lotización Mucho Lote 1 | 14. Túneles San Eduardo |
| 2. Hipermarket Norte | 15. Ciudadela Deportiva Pérez Perasso |
| 3. Registro Civil Norte | 16. C.C. Aventura Plaza |
| 4. Corporación para la Seguridad Ciudadana de Guayaquil | 17. Parque Lineal Armando Romero Rodas |
| 5. Ciudad Colón | 18. Plaza Rodolfo Baquerizo Moreno |
| 6. Terminal Norte Metrovía | 19. Malecón del Estero Salado |
| 7. Terminal Terrestre Provisional | 20. Puerto Sta. Ana |
| 8. Terminal Terrestre | 21. Túneles Cerro del Carmen y Santa Ana |
| 9. Aeropuerto José Joaquín de Olmedo | 22. Malecón 2000 |
| 10. Conjunto Empresarial Plaza del Sol | 23. Mall del Sur |
| 11. Centro de Convenciones Simón Bolívar | 24. Río Centro Sur |
| 12. Hotel Marriott | 25. Terminal Guasmo Sur |
| 13. C.C. San Marino | |



Plano 15. Principales obras generadas en la última década en la ciudad de Guayaquil.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida.

5.3 REGENERACIÓN URBANA DE LA CIUDAD

5.3.1 CALLES, ACERAS Y BORDILLOS RESTITUIDOS HASTA LA ACTUALIDAD

5.3.1.1 GENERALIDADES

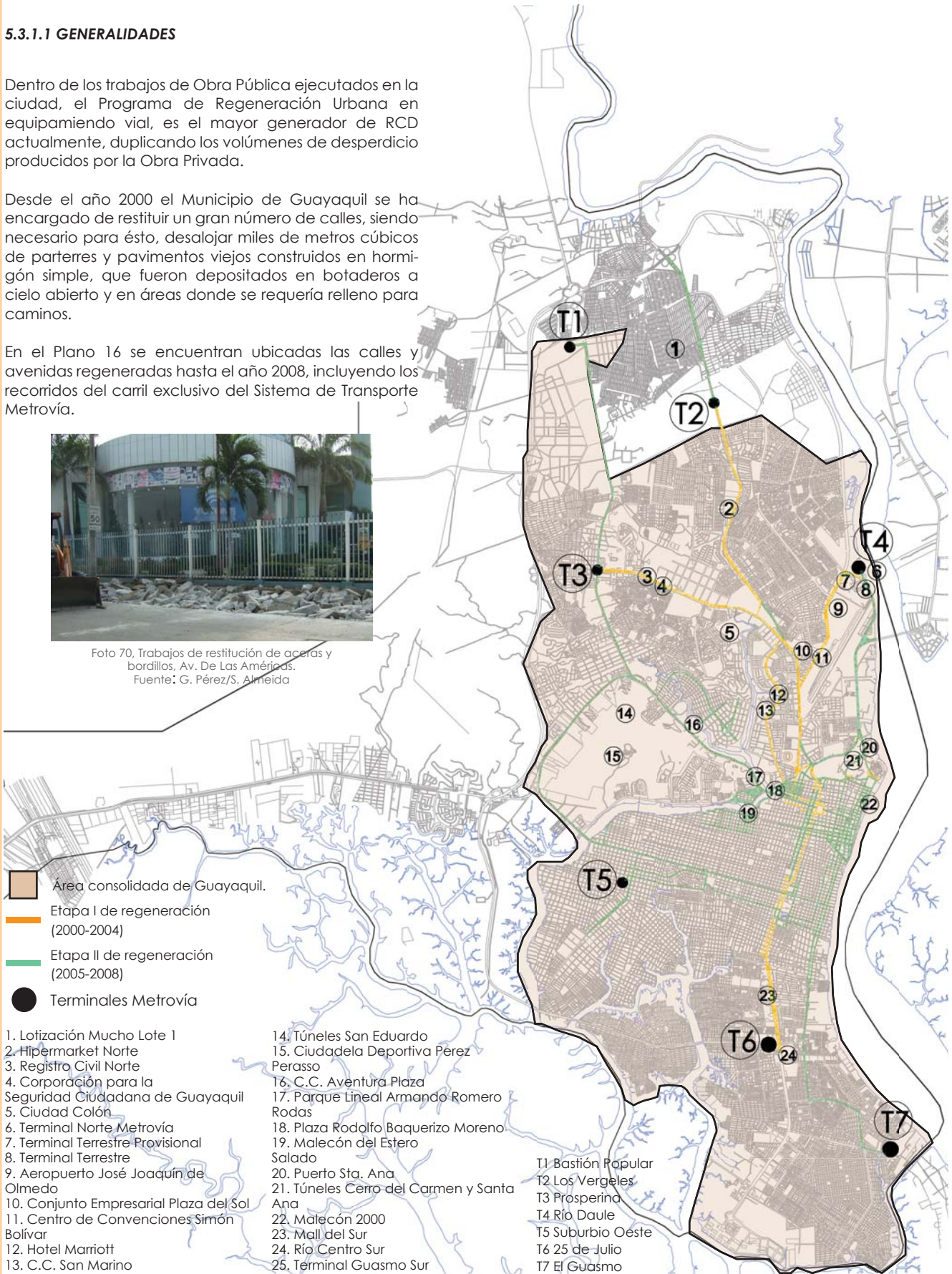
Dentro de los trabajos de Obra Pública ejecutados en la ciudad, el Programa de Regeneración Urbana en equipamiento vial, es el mayor generador de RCD actualmente, duplicando los volúmenes de desperdicio producidos por la Obra Privada.

Desde el año 2000 el Municipio de Guayaquil se ha encargado de restituir un gran número de calles, siendo necesario para esto, desalojar miles de metros cúbicos de parterres y pavimentos viejos construidos en hormigón simple, que fueron depositados en botaderos a cielo abierto y en áreas donde se requería relleno para caminos.

En el Plano 16 se encuentran ubicadas las calles y avenidas regeneradas hasta el año 2008, incluyendo los recorridos del carril exclusivo del Sistema de Transporte Metrovía.

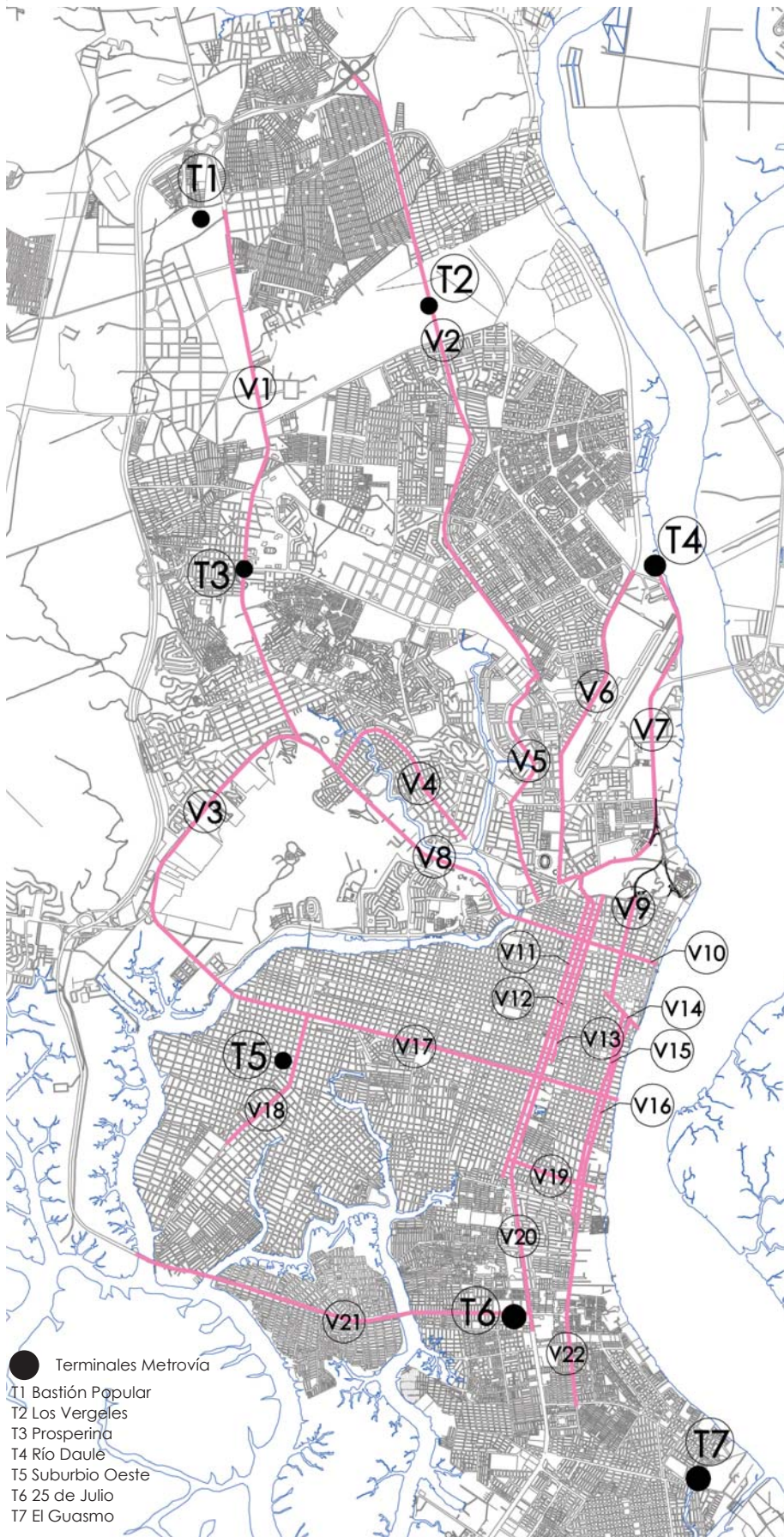


Foto 70. Trabajos de restitución de aceras y bordillos, Av. De Las Américas.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Plano 16, Recorrido de calles regeneradas y Terminales de Integración de Metrovía de la ciudad de Guayaquil.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

5.3.1.2 PRINCIPALES VÍAS REGENERADAS



La restitución de 87,245m de avenidas principales de la ciudad, representaron un volumen de hormigón desalajado de más de 50,000m³.



Foto 71, Fotografía aérea Av. Carlos Julio Arosemena. (2008)
 Fuente: www.skycrapercity.com



Foto 72, Fotografía aérea Av. Francisco de Orellana. (2008)
 Fuente: www.skycrapercity.com



Foto 73, Fotografía aérea desde URDESA hacia Malecón 2000. (2008)
 Fuente: www.skycrapercity.com

- Avenidas regeneradas
- V1 Av. Camilo Ponce Enriquez
 - V2 Av. Francisco de Orellana
 - V3 Calle del Bombero
 - V4 Av. Victor Emilio Estrada
 - V5 Av. Del Periodista
 - V6 Av. De Las Americas
 - V7 Av. Pedro Menendez Gilbert
 - V8 Av. Carlos Julio Arosemena
 - V9 Boyaca
 - V10 Blvd. 9 de Octubre
 - V11 Av. Machala
 - V12 Av. Quito
 - V13 Pedro Moncayo
 - V14 Av. Jose Joaquin de Olmedo
 - V15 Chile
 - V16 Eloy Alfaro
 - V17 Portete de Tarqui
 - V18 Asaad Bucaram
 - V19 Francisco Segura
 - V20 Av. 25 de Julio
 - V21 Av. Dr. Pio Jaramillo Alvarado
 - V22 Av. Domingo Comin

5.3.1.3 SECTOR BANCARIO Y TURÍSTICO

Los trabajos de regeneración o restitución de calles y aceras en el denominado Sector Bancario y Turístico, representaron un volumen de hormigón desalojado de más de 10,800m³, de los cuales 1,236.83m³ pertenecen solo a la Av. Malecón Simón Bolívar.

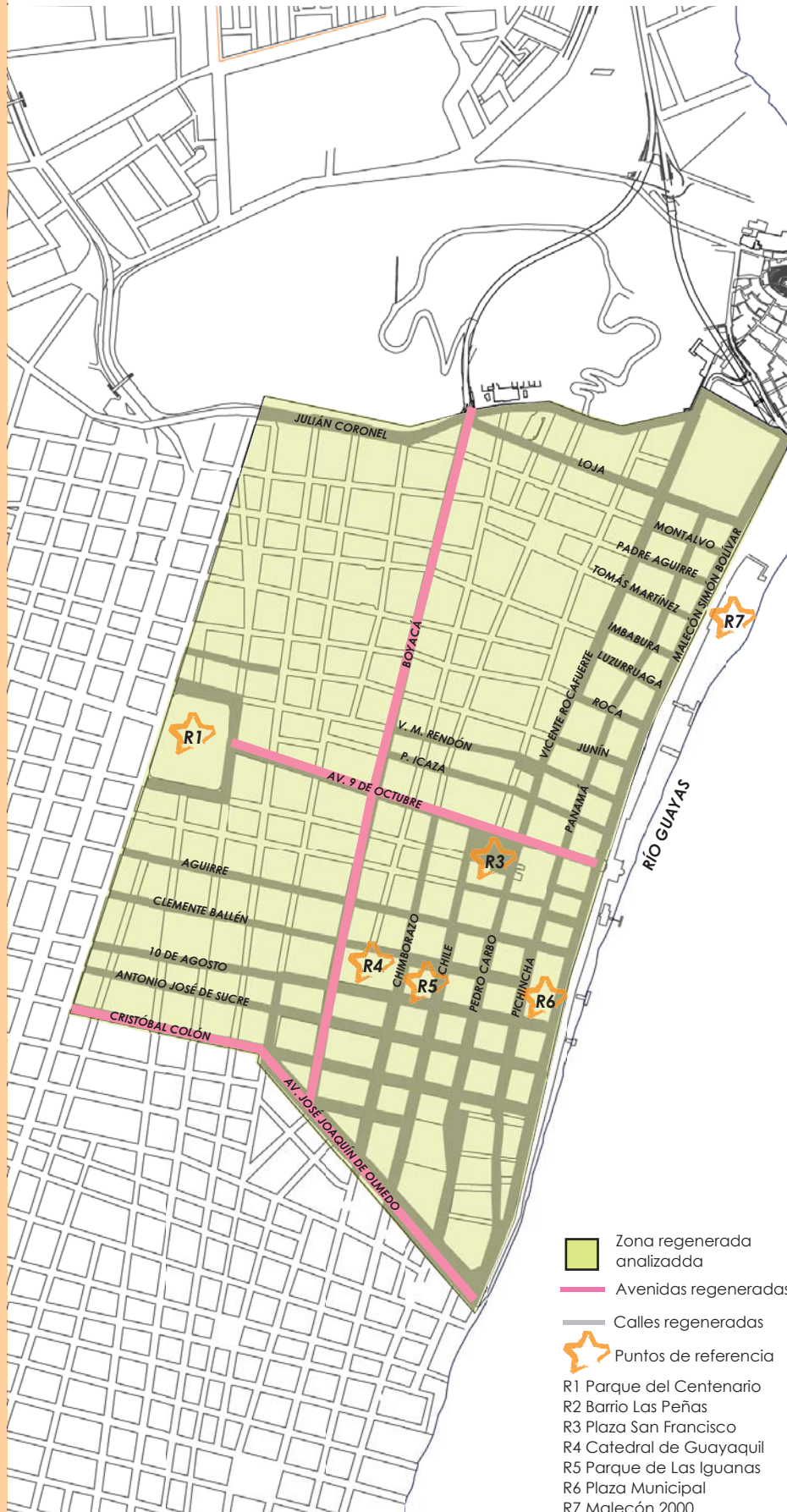


Foto 74, Fotografía satelital Plaza Municipal
Fuente: Google Earth

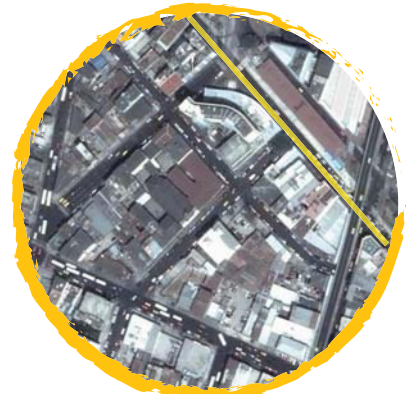


Foto 75, Fotografía satelital Terminal Metrovía sobre Av. Olmedo.
Fuente: Google Earth

- Zona regenerada analizada
- Avenidas regeneradas
- Calles regeneradas
- Puntos de referencia
- R1 Parque del Centenario
- R2 Barrio Las Peñas
- R3 Plaza San Francisco
- R4 Catedral de Guayaquil
- R5 Parque de Las Iguanas
- R6 Plaza Municipal
- R7 Malecón 2000



Plano 18, Calles regeneradas del Centro Bancario y Turístico de Guayaquil.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

5.3.1.4 BARRIOS TRADICIONALES



Plano 19, Barrios tradicionales de Guayaquil regenerados.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

La regeneración urbana de los barrios tradicionales URDESA, Orellana y Centenario, dejó como resultado un total de más de 12,500m³ de hormigón desalojado.

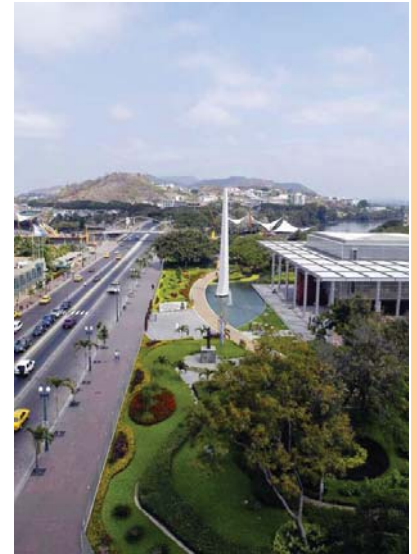




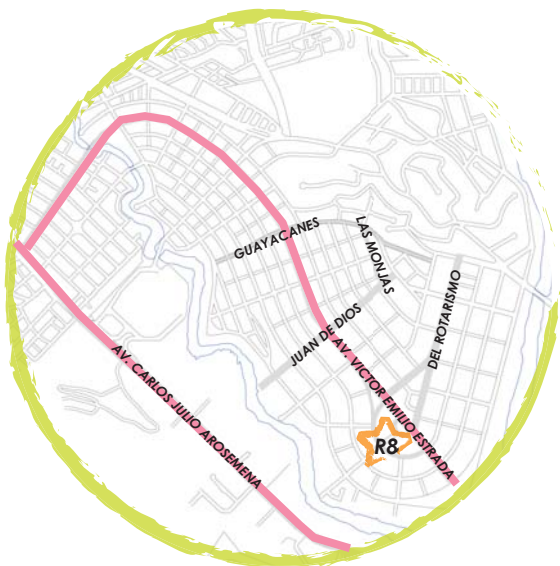
Foto 76, Vista aérea Plaza Rodolfo Baquerizo Moreno y Av. 9 de Octubre.
Fuente: www.flickr.com



Foto 77, Vista aérea nocturna de la Plaza Rodolfo Baquerizo Moreno y la Av. 9 de Octubre, parte de la regeneración del Barrio Orellana.
Fuente: Diario El Universo



-  Barrios tradicionales regenerados
-  Callees regeneradas
- B1 URDESA
- B2 Barrio Orellana
- B3 Barrio del Centenario



Plano 20, Calles regeneradas de URDESA.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

El volumen total de hormigón desalojado, se obtuvo sin considerar las avenidas principales regeneradas que forman parte de estos barrios tradicionales y se divide de la siguiente manera:

- *URDESA: 2,845.33m³
- *Barrio Orellana: 3,770.04m³
- *Barrio del Centenario: 5,926.43m³



Foto 78, Fotografía aérea Av. Víctor Emilio Estrada.
Fuente: www.skycrapercity.com



Plano 21, Calles regeneradas del Barrio Orellana.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 79, Calle Alejo Lascano, Barrio Orellana
Fuente: Diario El Universo



Foto 80, Fotografía aérea satelital Barrio Orellana
Fuente: Google Earth



Plano 22, Calles regeneradas del Barrio del Centenario.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 81, Calle Barrio del Centenario
Fuente: www.skycrapercity.com

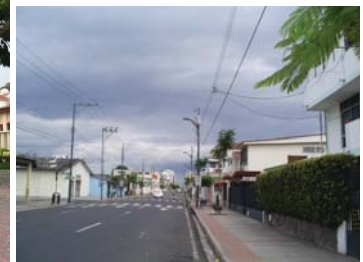
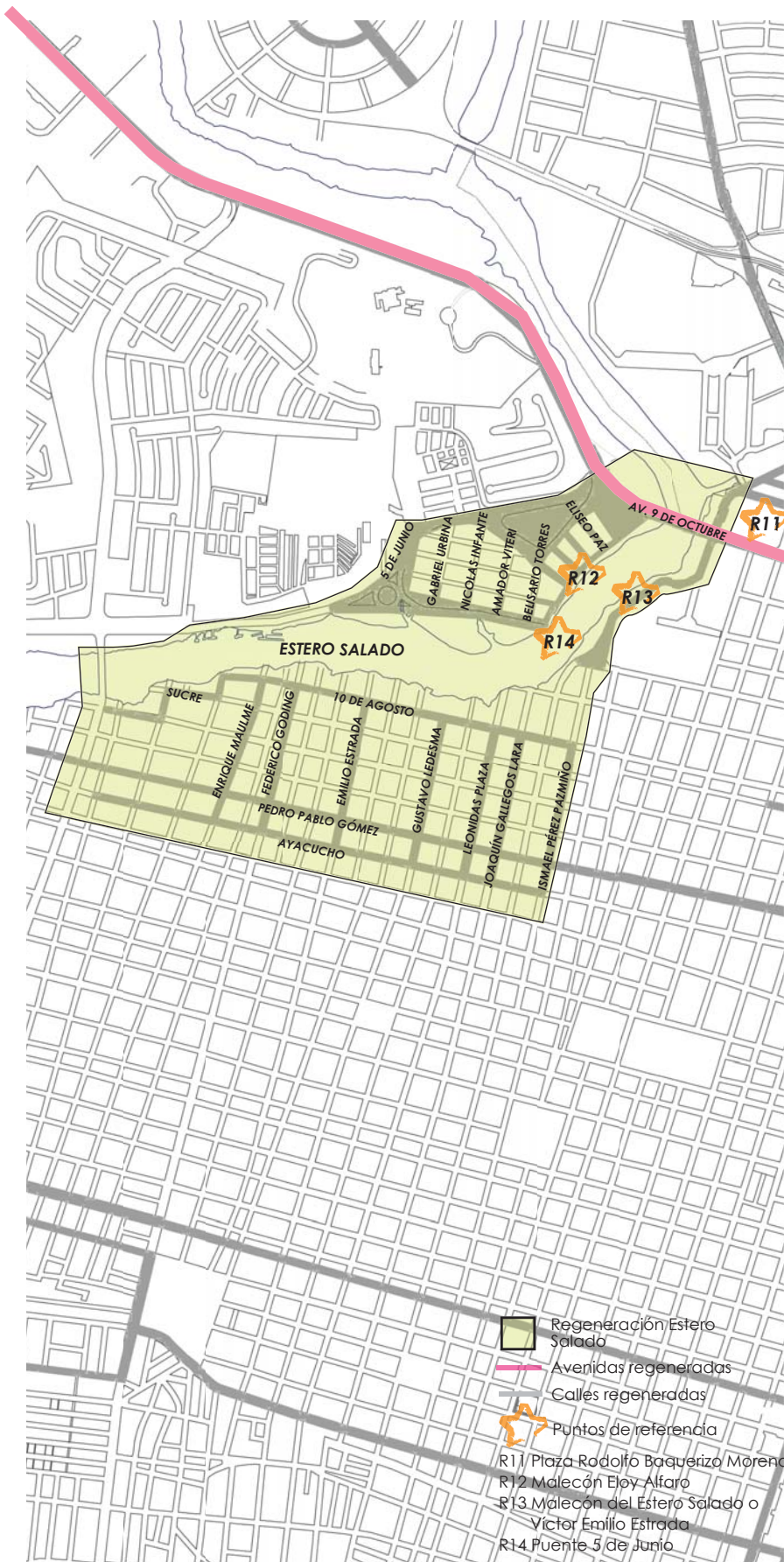


Foto 82, Calle El Oro, Barrio del Centenario
Fuente: www.skycrapercity.com

- Zona regenerada analizada
- Avenidas regeneradas
- Calles regeneradas

- Puntos de referencia
- R8 Iglesia Redonda
- R9 Ciudadela Universitaria
- R10 Colegio Cristóbal Colón

5.3.1.5 ESTERO SALADO



Plano 23, Calles regeneradas Malecón Estero Salado y Sector Urdaneta.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

Las calles regeneradas que corresponden a los Malecones del Estero Salado y Eloy Alfaro, sumadas a las calles principales del sector Urdaneta representaron un volumen de hormigón desalojado de más de 23,000m³.



Foto 83, Calle regenerada en el sector Urdaneta frente al Estero Salado
Fuente: www.skycrapercity.com



Foto 84, Vista aérea calle Sucre hacia el Puente 5 de Junio
Fuente: www.skycrapercity.com



Foto 85, Fotografía Satelital Malecones Eloy Alfaro y Del Estero Salado
Fuente: Google Earth



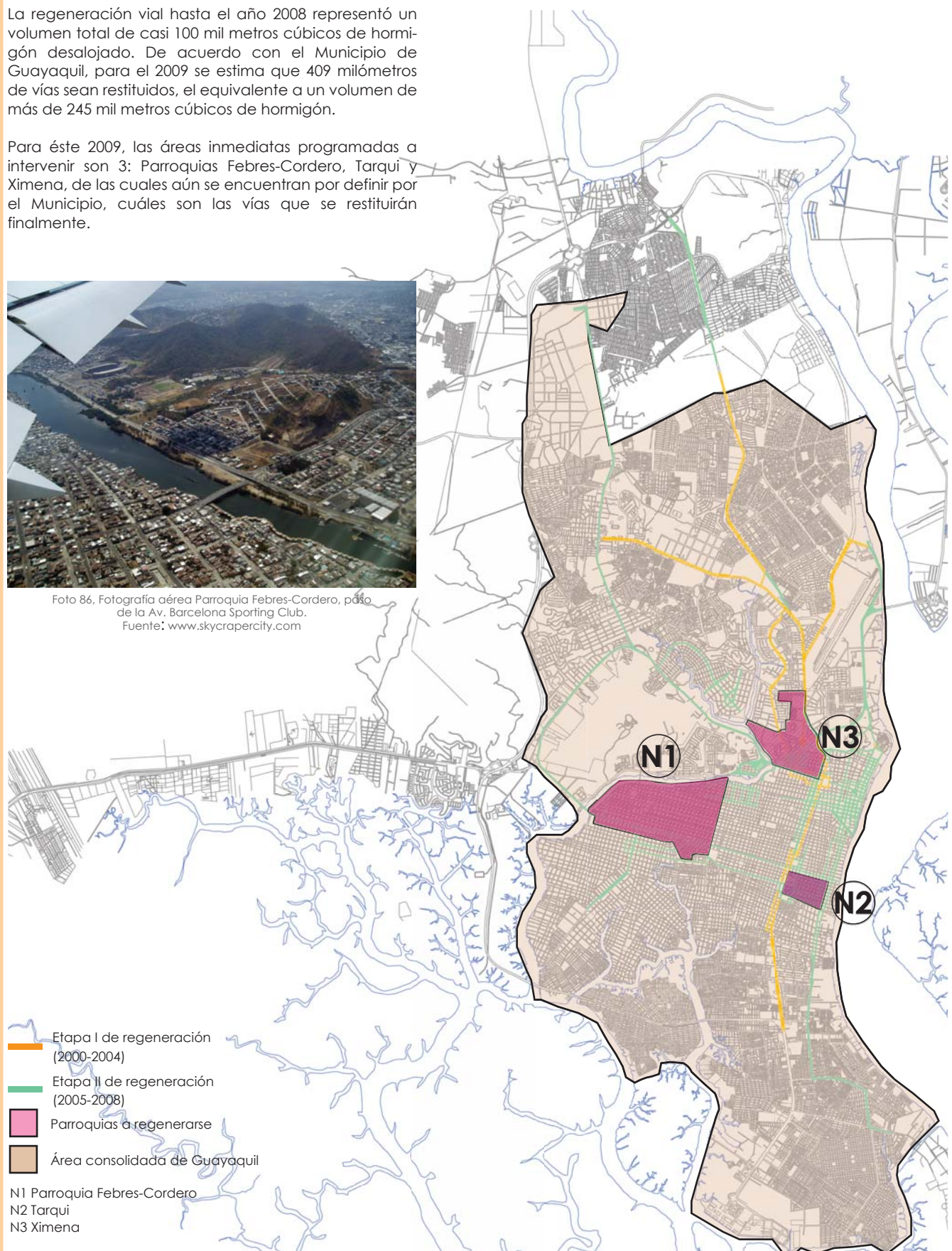
5.3.2.1 ZONAS A REGENERARSE





La regeneración vial hasta el año 2008 representó un volumen total de casi 100 mil metros cúbicos de hormigón desalojado. De acuerdo con el Municipio de Guayaquil, para el 2009 se estima que 409 milímetros de vías sean restituidos, el equivalente a un volumen de más de 245 mil metros cúbicos de hormigón.

Para éste 2009, las áreas inmediatas programadas a intervenir son 3: Parroquias Febres-Cordero, Tarqui y Ximena, de las cuales aún se encuentran por definir por el Municipio, cuáles son las vías que se restituirán finalmente.



Foto 86, Fotografía aérea Parroquia Febres-Cordero, paso de la Av. Barcelona Sporting Club.
Fuente: www.skycrapercity.com



-  Etapa I de regeneración (2000-2004)
-  Etapa II de regeneración (2005-2008)
-  Parroquias a regenerarse
-  Área consolidada de Guayaquil
- N1 Parroquia Febres-Cordero
- N2 Tarqui
- N3 Ximena

Plano 24, Áreas a regenerarse por el Municipio en la ciudad de Guayaquil.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

5.3.3 CONCLUSIONES

5.3.3.1 VOLÚMENES DE HORMIGÓN DESALOJADO

En la Tabla 37 a la derecha, se encuentran expresados los volúmenes de escombros de hormigón de aceras desalojado que fueron generados en diferentes sectores donde tuvo lugar la Regeneración Urbana.

Considerando que:

- Una vivienda popular tipo utiliza un promedio de 10m³ de hormigón en su construcción y que el 41% de este volumen corresponde a los agregados gruesos (4.1m³ de agregado grueso),
- El volumen total de escombros de hormigón de aceras desalojado en obras de Regeneración Urbana hasta el 2008 fue de 99,482.51m³ (Tabla 7),
- El futuro volumen de escombros de hormigón que será desalojado corresponde a alrededor de 245,000m³, y
- El agregado grueso reciclado podría reemplazar en un 20% al agregado grueso natural (4.10m³x20% = 0.82m³ por vivienda).

Podríamos estimar que:

- Los escombros de hormigón desalojado hasta el 2008, hubiesen podido ser utilizados en la construcción de:

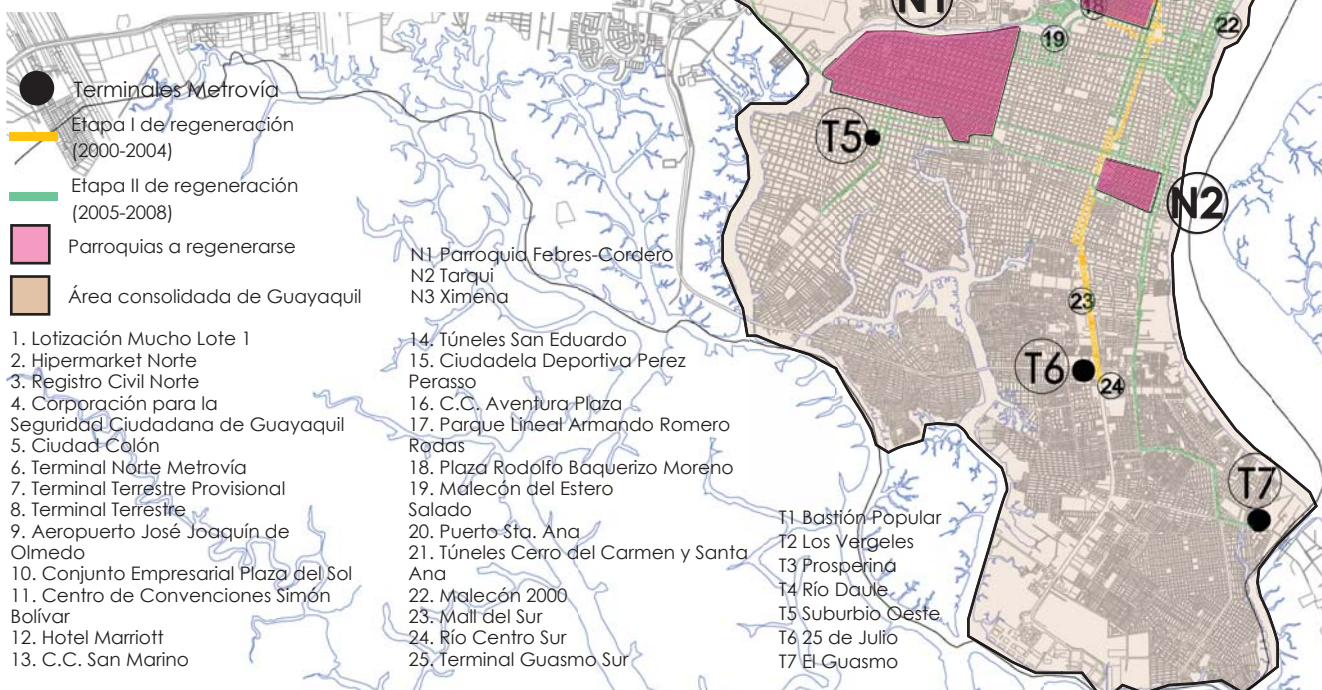
$$\frac{99,482.51\text{m}^3 \text{ de escombros}}{0.82\text{m}^3/\text{vivienda}} = \mathbf{121,320 \text{ viviendas}} \quad (20\% \text{ agregado grueso reciclado})$$

$$\frac{99,482.51\text{m}^3 \text{ de escombros}}{4.10\text{m}^3/\text{vivienda}} = \mathbf{24,264 \text{ viviendas}} \quad (100\% \text{ agregado grueso reciclado})$$

- Los escombros de hormigón desalojado de obras futuras, podrían ser usados en la construcción de:

$$\frac{245,000\text{m}^3 \text{ de escombros}}{0.82\text{m}^3/\text{vivienda}} = \mathbf{298,780 \text{ viviendas}} \quad (20\% \text{ agregado grueso reciclado})$$

$$\frac{245,000\text{m}^3 \text{ de escombros}}{4.10\text{m}^3/\text{vivienda}} = \mathbf{59,756 \text{ viviendas}} \quad (100\% \text{ agregado grueso reciclado})$$



FUENTE GENERADORA	VOLUMEN DE HORMIGÓN DESALOJADO
Avenidas Principales	52,347.00m ³
Centro Bancario y Turístico	10,821.09m ³
Barrios Tradicionales	12,541.80m ³
Sector Estero Salado	23,772.62m ³
TOTAL	99,482.51m³

Tabla 37. Volúmenes de escombros de hormigón desalojado en Regeneración Urbana hasta el 2008. Fuente: G. Pérez/S. Almeida

Plano 25. Áreas a regenerarse por el Municipio en la ciudad de Guayaquil. Fuente: G. Pérez/S. Almeida

5.4 ANÁLISIS SOBRE EL MANEJO ACTUAL DE LOS RCD EN GUAYAQUIL

5.4.1 RCD PROVENIENTES DE OBRAS CIVILES

De acuerdo con la Ordenanza que norma el manejo y disposición final de escombros para la ciudad de Guayaquil (Anexo 3), la Dirección de Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales (DACMSE) es la institución responsable de controlar los porcentajes y volúmenes de escombros producidos en obras de construcción y procesos de demolición de obras civiles, desafortunadamente el control que se realiza no es suficiente.

No existen cifras oficiales sobre los volúmenes diarios de escombros producidos en la ciudad, aunque el Relleno Sanitario Las Iguanas afirma que del total de residuos que ingresan diariamente al lugar, un 10% corresponde a RCD, es decir de las 2,500T/día que reciben, 250T corresponden a actividades de la construcción.

5.4.1.1 MARCO LEGAL

Según la Ordenanza mencionada anteriormente, en el literal (b), Artículo 9, Capítulo III, so pena ser multado en caso de no cumplir con las ordenanzas, se establece lo siguiente:

"Para el caso de escombros generados por la acción de demolición de obras civiles, el generador incluirá en la solicitud de permiso otorgado por la Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registros una estimación de los desechos a generar, solicitud que una vez aprobada será remitida a la Dirección de Aseo cantonal, Mercados y Servicios Especiales (DACMSE) para ejercer el control respectivo mediante el registro de pesaje en el sistema de balanzas del Relleno Sanitario y los controles periódicos a realizar al sitio de demolición reportado en tal solicitud, así como a la Dirección de Medio Ambiente (DMA) para efecto de seguimiento."

Así mismo, en el literal (d), se estipula lo que:

"Una vez culminada la obra y previo a la aprobación de la inspección final y certificación de habitabilidad, la DACMSE comparará la cantidad de escombros calculada y la que realmente fue desalojada y dispuesta en el relleno sanitario, cantidad que certificará el cumplimiento o no de la cantidad que fue indicada en el formulario adjunto a los documentos que se tuvo que llenar para la aprobación del Registro de Construcción."

Lo cierto es que en la mayoría de los casos, ésta Ordenanza no es tomada en cuenta ni por los generadores de RCD en obras públicas ni obras privadas, prefiriendo la disposición final de RCD clandestina.

5.4.1.2 DEMOLICIÓN DE CONSTRUCCIONES PRIVADAS

Dentro de las actividades de construcción privadas, los procesos de demolición no son numerosos y se limitan a trabajos de remodelación y adecuación de edificaciones viejas. Según lo que estimamos el volumen correspondiente a residuos de demolición en obras privadas equivalen al 3% del volumen de RCD en obras públicas.



Foto 87, Demolición del edificio de oficinas de la Policía Nacional, Av. De Las Américas
Fuente:G. Pérez/S. Almeida



Foto 88, Remodelación antiguo edificio Cine Maya, URDESA.
Fuente:G. Pérez/S. Almeida



Foto 89, Remodelación de edificio ubicado en Ciudadela La Alborada.
Fuente:G. Pérez/S. Almeida



Foto 90, Readecuación de vivienda existente en calle Guayacanes y Av. Las Monjas, URDESA.
Fuente:G. Pérez/S. Almeida



Foto 91, Remodelación de vivienda existente en Av. Las Monjas, URDESA.
Fuente:G. Pérez/S. Almeida

5.4.2 DEPÓSITOS FINALES DE RCD

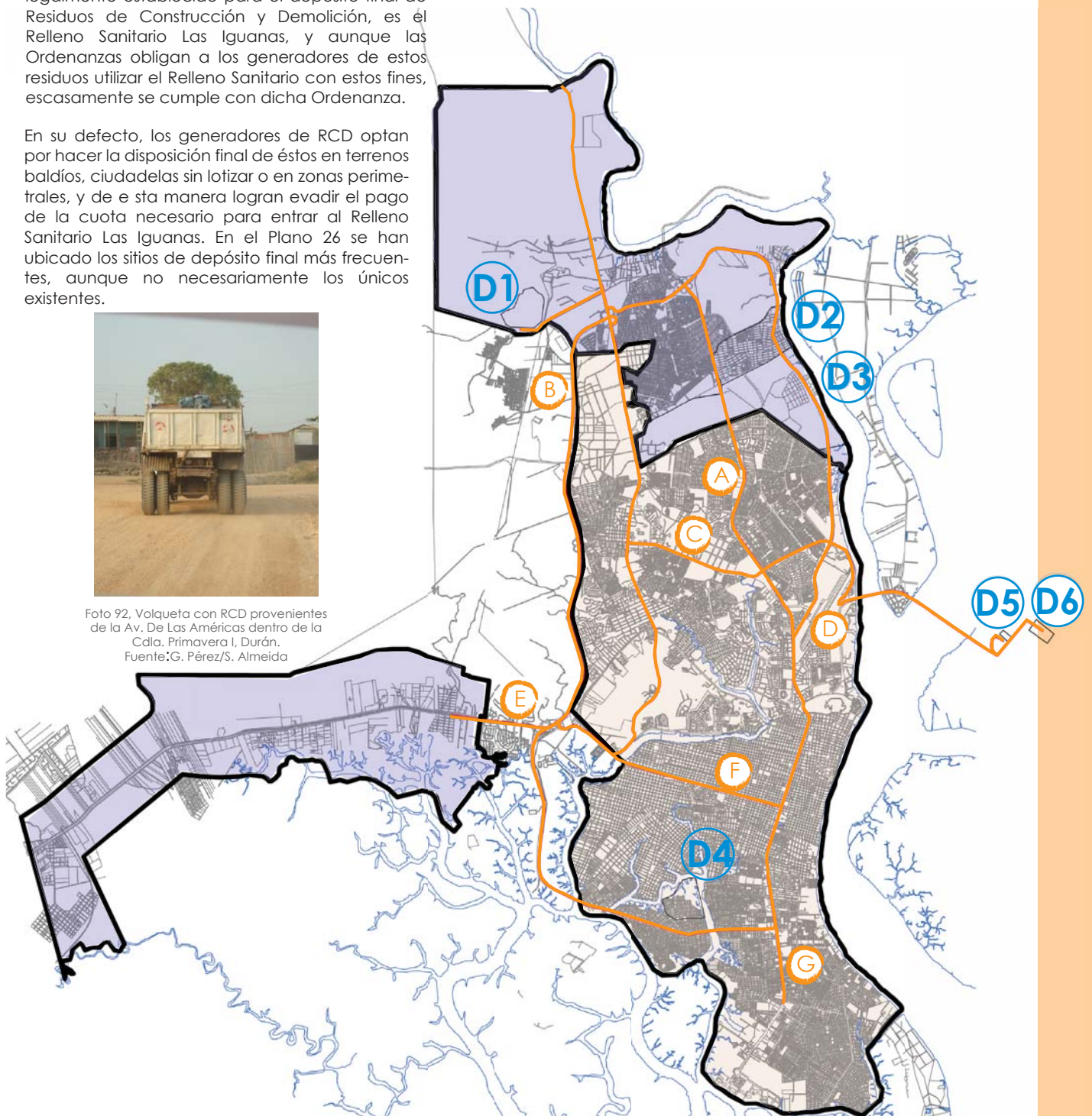
5.4.2.1 GENERALIDADES

En la ciudad de Guayaquil el único lugar legalmente establecido para el depósito final de Residuos de Construcción y Demolición, es el Relleno Sanitario Las Iguanas, y aunque las Ordenanzas obligan a los generadores de estos residuos utilizar el Relleno Sanitario con estos fines, escasamente se cumple con dicha Ordenanza.

En su defecto, los generadores de RCD optan por hacer la disposición final de éstos en terrenos baldíos, ciudadelas sin lotizar o en zonas perimetrales, y de esta manera logran evadir el pago de la cuota necesario para entrar al Relleno Sanitario Las Iguanas. En el Plano 26 se han ubicado los sitios de depósito final más frecuentes, aunque no necesariamente los únicos existentes.



Foto 92. Volqueta con RCD provenientes de la Av. De Las Américas dentro de la Cda. Primavera I, Durán.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



A Av. Francisco de Orellana
B Vía Perimetral
C Juan Tanca Marengo

D Av. Las Américas
E Vía a la Costa
F Portete
G Av. 25 de Julio

D1 Relleno Sanitario Las Iguanas
D2 Ciudadela Los Vergeles
D3 Terrenos del ISSFA

D4 Cooperativa Nigeria
D5 Ciudadela Primavera 1
D6 Ciudadela Horama González

— Recorrido de vías de acceso

○ Potencial fuente generadora

○ Depósitos finales de RCDs

■ Áreas consolidadas

■ Áreas de expansión

Plano 26. Principales depósitos finales de RCDs en la ciudad de Guayaquil
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

5.4.2.2 CARACTERÍSTICAS RELLENO SANITARIO LAS IGUANAS

El Relleno Sanitario Las Iguanas ubicado al Noroeste de Guayaquil, es el único depósito final de desechos legalmente constituido con que cuenta la ciudad y aunque dentro de las Ordenanzas Municipales se establece que los Residuos de Construcción y Demolición deben ser llevados hasta este depósito, éstos apenas representan un 10% del total de residuos que ingresan al relleno.



Foto 93, Trabajos de compactación de desechos. Fuente: Eastern Research Group, Inc y Carbon Trade, Ltd. 2007.



Foto 94, Talúd típico después de rellenado con respiradero. Fuente: Eastern Research Group, Inc y Carbon Trade, Ltd. 2007.



Plano 27, Ubicación Relleno Sanitario Las Iguanas.



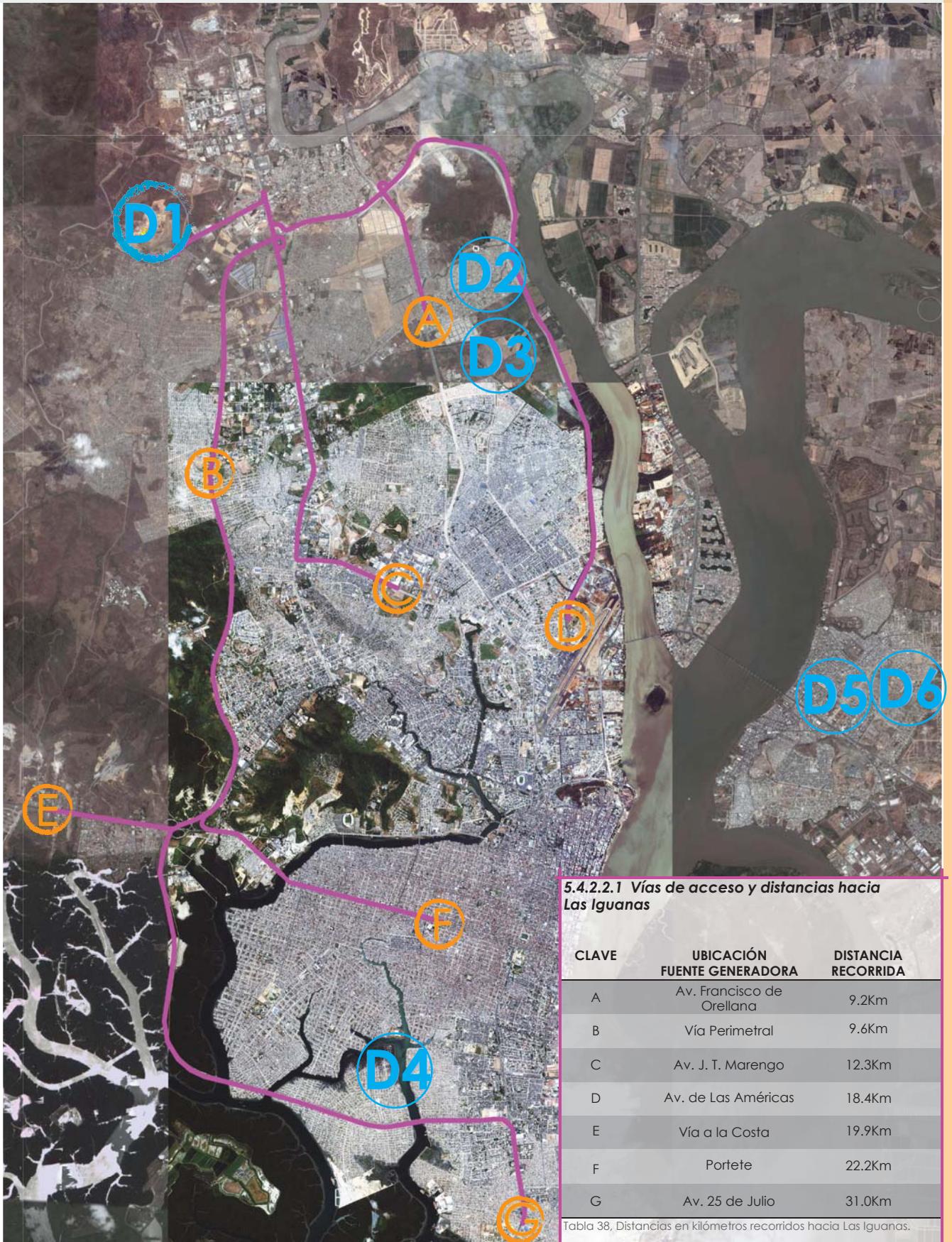
Foto 95, Trabajos de perforación en el Relleno Sanitario Fuente: Eastern Research Group, Inc y Carbon Trade, Ltd. 2007.



Foto 96, Liberación de gases. Fuente: Eastern Research Group, Inc y Carbon Trade, Ltd. 2007.



Foto 97, Fotografía Saterlital Relleno Sanitario Las Iguanas Fuente: Google Earth



5.4.2.2.1 Vías de acceso y distancias hacia Las Iguanas

CLAVE	UBICACIÓN FUENTE GENERADORA	DISTANCIA RECORRIDA
A	Av. Francisco de Orellana	9.2Km
B	Vía Perimetral	9.6Km
C	Av. J. T. Marengo	12.3Km
D	Av. de Las Américas	18.4Km
E	Vía a la Costa	19.9Km
F	Portete	22.2Km
G	Av. 25 de Julio	31.0Km

Tabla 38, Distancias en kilómetros recorridos hacia Las Iguanas.

A Av. Francisco de Orellana
 B Vía Perimetral
 C Juan Tanca Marengo

D Av. Las Américas
 E Vía a la Costa
 F Portete
 G Av. 25 de Julio

D1 Relleno Sanitario Las Iguanas
 D2 Ciudadela Los Vergeles
 D3 Terrenos del ISSFA

D4 Cooperativa Nigeria
 D5 Ciudadela Primavera 1
 D6 Ciudadela Horama González

— Recorrido de Vías hacia Las Iguanas



Potencial fuente generadora



Depósitos finales de RCDs

Plano 28, Posibles vías de acceso al Relleno Sanitario Las Iguanas
 Fuente: G. Pérez/S. Almeida

5.4.2.3 CARACTERÍSTICAS CIUDADELA LOS VERGELES

Los Vergeles fue hace algunos años fue un sector de terrenos baldíos que con el tiempo fueron ocupados por invasiones y posteriormente legalizados, razón por la cual actualmente los moradores cuentan con una escasa infraestructura y apenas un 20% de equipamiento vial.

En esta ciudadela, la disposición de residuos de construcción se realiza sin autorización, desde las fuentes generadoras ubicadas al norte de la ciudad, en su mayoría.

Los residuos se disponen a cielo abierto a lo largo de calles de la ciudadela y en terrenos vacíos, sin control y generalmente los habitantes del sector utilizan este material como relleno de cimentación y de caminos.



Plano 29, Ubicación Ciudadela Los Vergeles.



Foto 98, RCDs depositados en un terreno vacío, Los Vergeles. Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 99, Compradores de RCDs, Los Vergeles. Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 100, RCDs dispersos a lo largo de la vía pública, Los Vergeles. Fuente: G. Pérez/S. Almeida

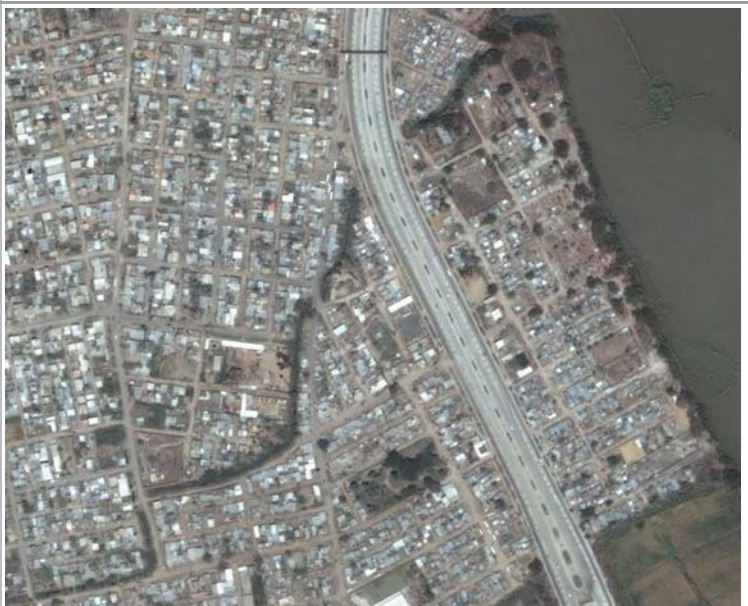
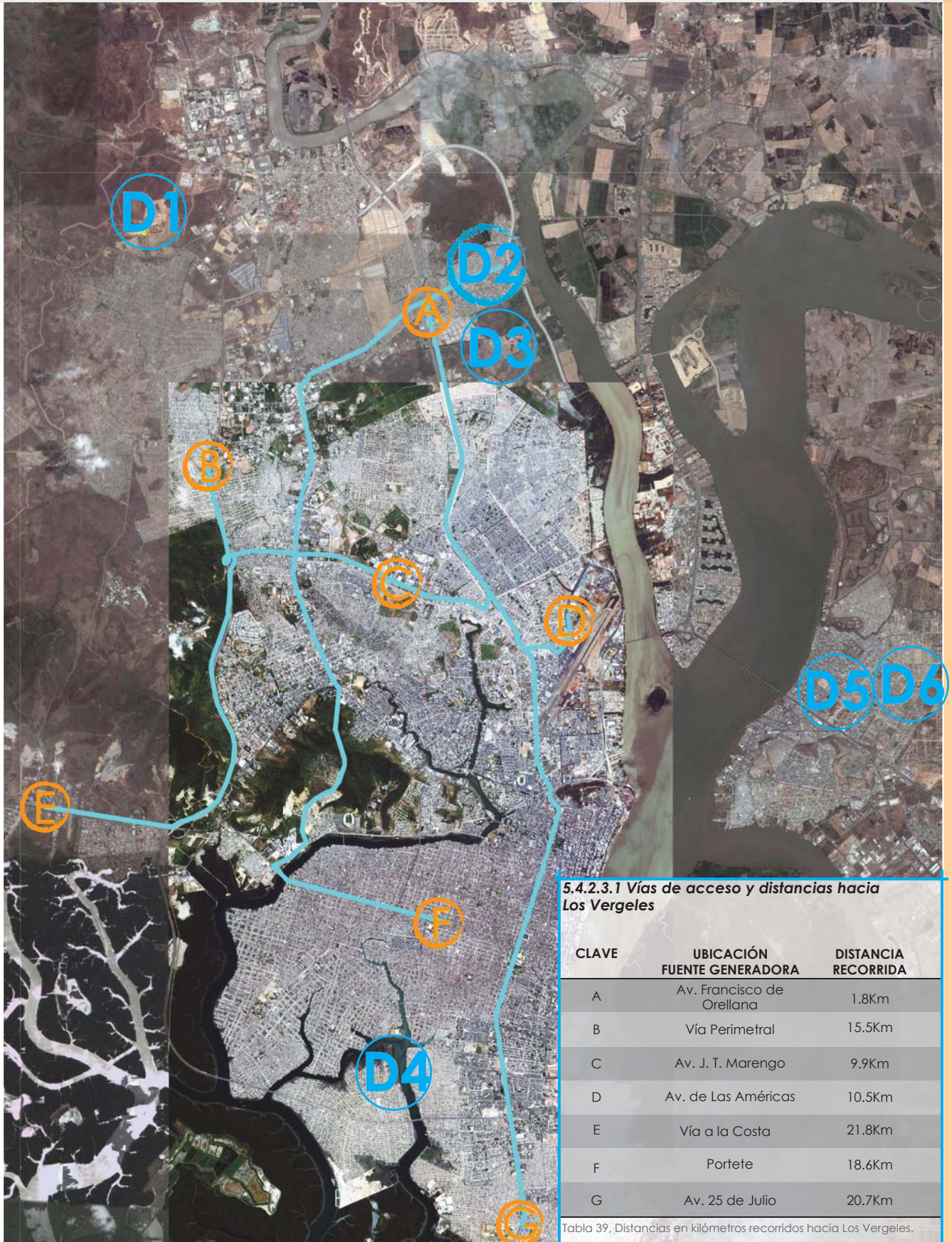


Foto 101, Fotografía Saterlital paso de la autopista Guayaquil-Daule por Los Vergeles Fuente: Google Earth



5.4.2.3.1 Vías de acceso y distancias hacia Los Vergeles

CLAVE	UBICACIÓN FUENTE GENERADORA	DISTANCIA RECORRIDA
A	Av. Francisco de Orellana	1.8Km
B	Vía Perimetral	15.5Km
C	Av. J. T. Marengo	9.9Km
D	Av. de Las Américas	10.5Km
E	Vía a la Costa	21.8Km
F	Portete	18.6Km
G	Av. 25 de Julio	20.7Km

Tabla 39, Distancias en kilómetros recorridos hacia Los Vergeles.

A Av. Francisco de Orellana
 B Vía Perimetral
 C Juan Tanca Marengo

D Av. Las Américas
 E Vía a la Costa
 F Portete
 G Av. 25 de Julio

D1 Relleno Sanitario Las Iguanas
 D2 Ciudadela Los Vergeles
 D3 Terrenos del ISSFA

D4 Cooperativa Nigeria
 D5 Ciudadela Primavera 1
 D6 Ciudadela Horama González

— Recorrido de Vías hacia Las Iguanas

○ Potencial fuente generadora

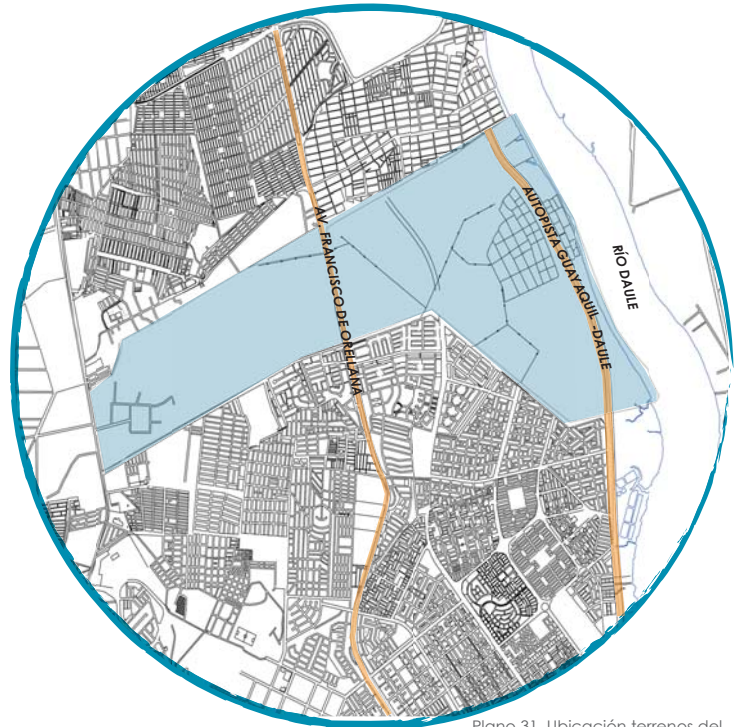
○ Depósitos finales de RCDs

Plano 30, Posibles vías de acceso a la ciudadela Los Vergeles, norte de Guayaquil
 Fuente: G. Pérez/S. Almeida

5.4.2.4 CARACTERÍSTICAS TERRENOS DEL INSTITUTO DE SEGURIDAD SOCIAL DE LAS FUERZAS ARMADAS

Debido a que el Relleno Sanitario Las Iguanas se encuentra próximo a finalizar su capacidad total, el Municipio de Guayaquil se ha visto en la necesidad de buscar depósitos finales alternativos para los residuos de construcción y demolición. Uno de ellos, está conformado por los terrenos del Instituto de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas (ISSFA) o Bota Militar, donde se vierten los RCD a cielo abierto o se utilizan como relleno provisionalmente hasta que se loticen estos solares.

Dentro de los terrenos, sólo se ha autorizado depositar residuos de construcción y demolición, y material de desalojo sin que tenga que cumplirse con un tasa, como sucede en en Relleno Sanitario Las Iguanas.



Plano 31, Ubicación terrenos del ISSFA (Bota Militar).



Foto 102, Trabajos de excavación en Terrenos del ISSFA.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 103, Cercado terrenos del ISSFA
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 104, RCDs depositados a cielo abierto en terrenos del ISSFA
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 105, Fotografía Saterlital lotes del ISSFA.
Fuente: Google Earth

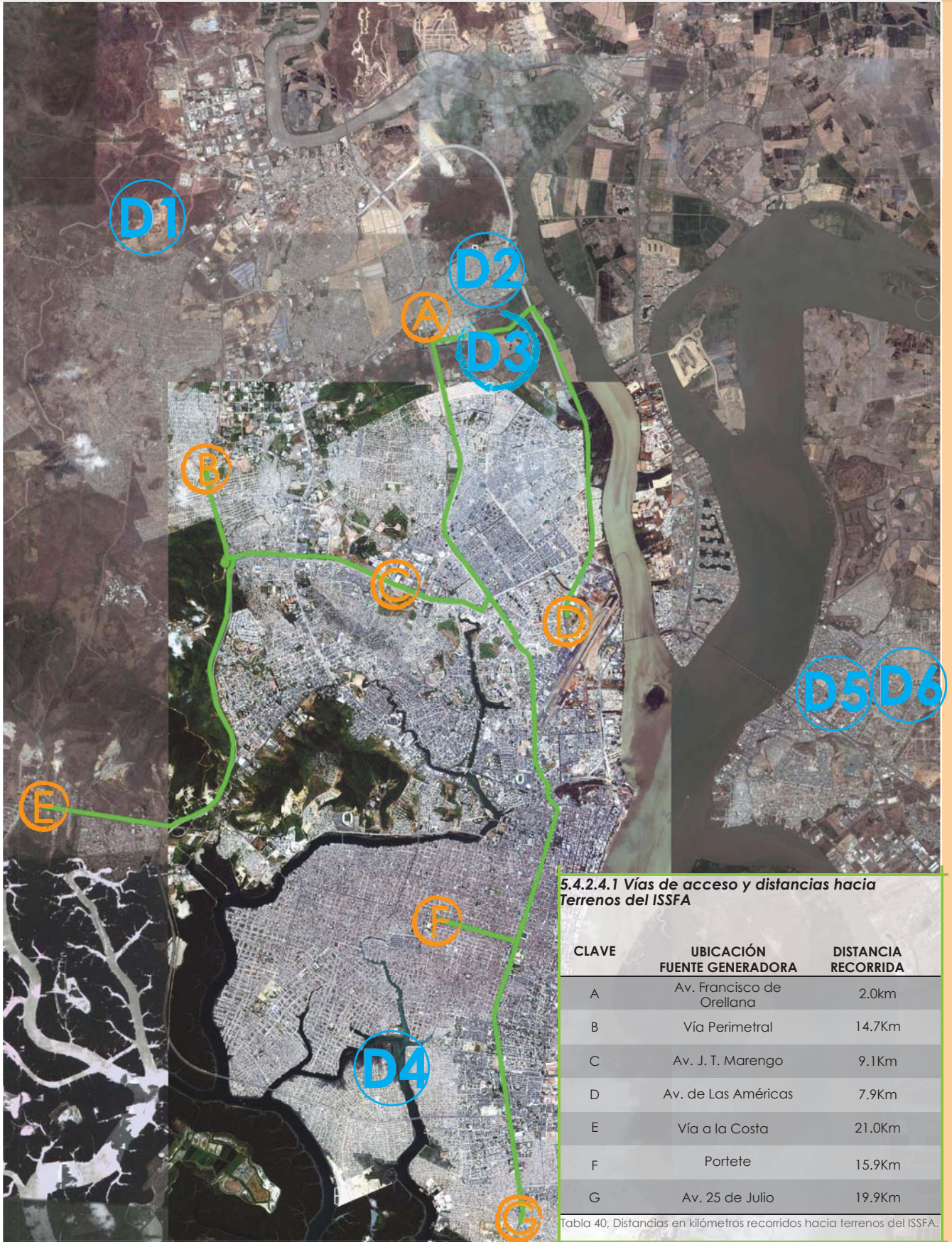


Tabla 40, Distancias en kilómetros recorridos hacia terrenos del ISSFA.

A Av. Francisco de Orellana
 B Vía Perimetral
 C Juan Tanca Marengo

D Av. Las Américas
 E Vía a la Costa
 F Portete
 G Av. 25 de Julio

D1 Relleno Sanitario Las Iguanas
 D2 Ciudadela Los Vergeles
 D3 Terrenos del ISSFA

D4 Cooperativa Nigeria
 D5 Ciudadela Primavera 1
 D6 Ciudadela Horama González

— Recorrido de Vías hacia terrenos del ISSFA ○ Potencial fuente generadora ○ Depósitos finales de RCDs

Plano 32, Posibles vías de acceso hacia terrenos del ISSFA, norte de Guayaquil
 Fuente: G. Pérez/S. Almeida

5.4.2.5 CARACTERÍSTICAS COOPERATIVA NIGERIA, ISLA TRINITARIA

Otro de los sitios de depósito final de RCD autorizados por el Municipio temporalmente, es la Cooperativa Nigeria ubicada al sur de la ciudad en la Isla Trinitaria. Asimismo como sucede en otras zonas marginales de la ciudad, los RCD son utilizados como relleno de vías o simplemente depositados a cielo abierto para posteriormente ser utilizados por los moradores del sector como relleno de cimentación de sus viviendas.



Foto 106, Calle típica en Cooperativa Nigeria.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 107, Vista desde Puente de la Vía Perimetral de Coop. Nigeria.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Plano 33, Ubicación Cooperativa Nigeria, Isla Trinitaria.



Foto 108, RDCs depositados en la vía pública.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 109, Vista desde el estero de Coop. Nigeria.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

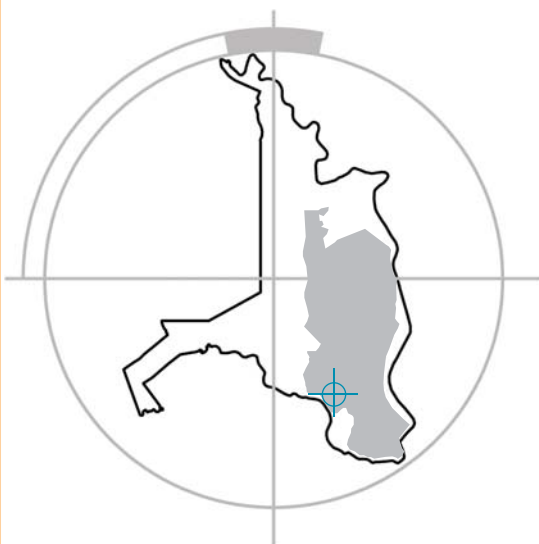
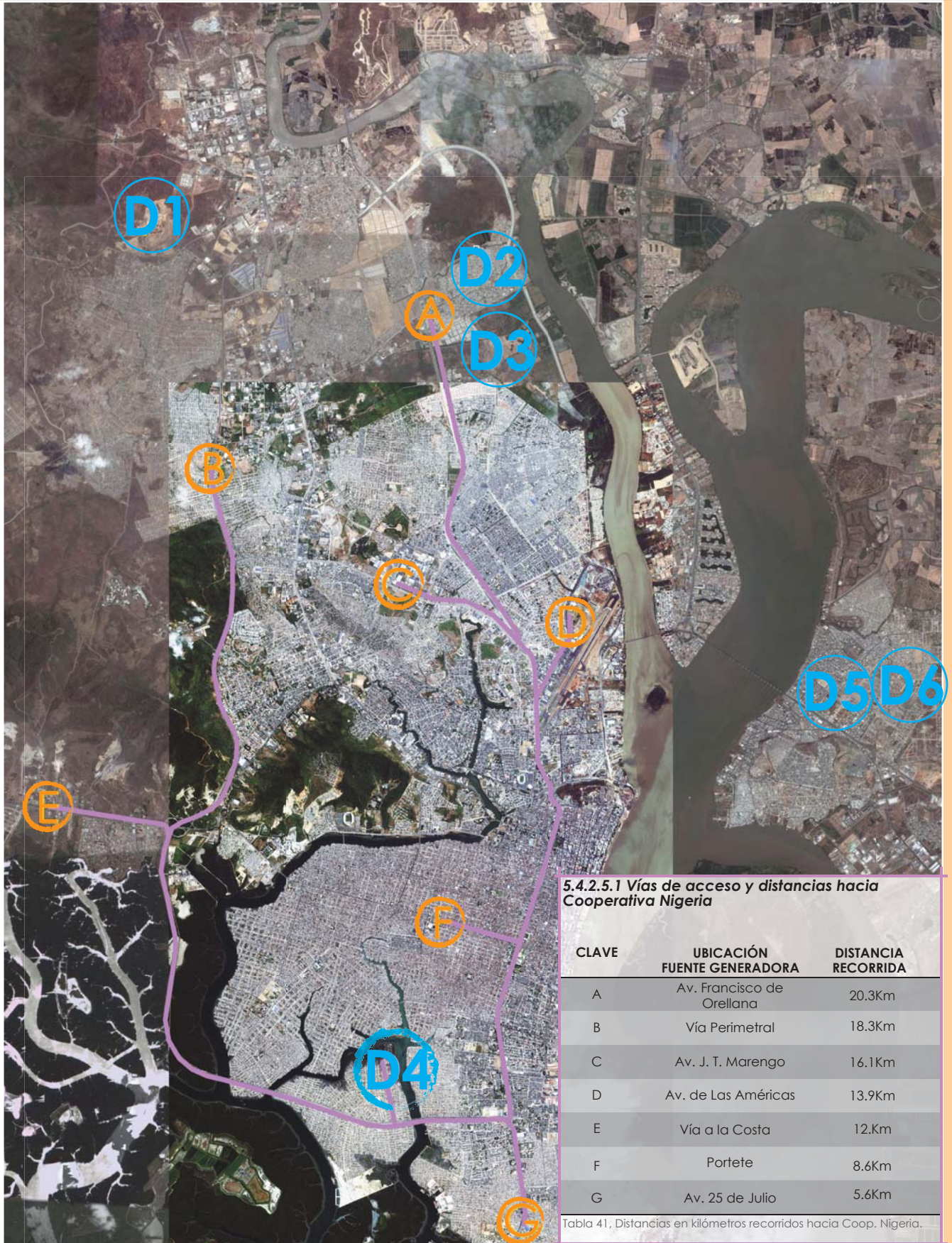


Foto 110, Fotografía Satelital Coop. Nigeria, Isla Trinitaria.
Fuente: Google Earth



A Av. Francisco de Orellana
 B Vía Perimetral
 C Juan Tanca Marengo

D Av. Las Américas
 E Vía a la Costa
 F Portete
 G Av. 25 de Julio

D1 Relleno Sanitario Las Iguanas
 D2 Ciudadela Los Vergeles
 D3 Terrenos del ISSFA

D4 Cooperativa Nigeria
 D5 Ciudadela Primavera 1
 D6 Ciudadela Horama González

— Recorrido de Vías hacia Cooperativa Nigeria

○ Potencial fuente generadora

○ Depósitos finales de RCDs

Plano 34, Posibles vías de acceso a la Cooperativa Nigeria, sur de Guayaquil.
 Fuente: G. Pérez/S. Almeida

5.4.2.6 CARACTERÍSTICAS CIUDADELAS PRIMAVERA 1 Y HORAMA GONZÁLEZ, DURÁN

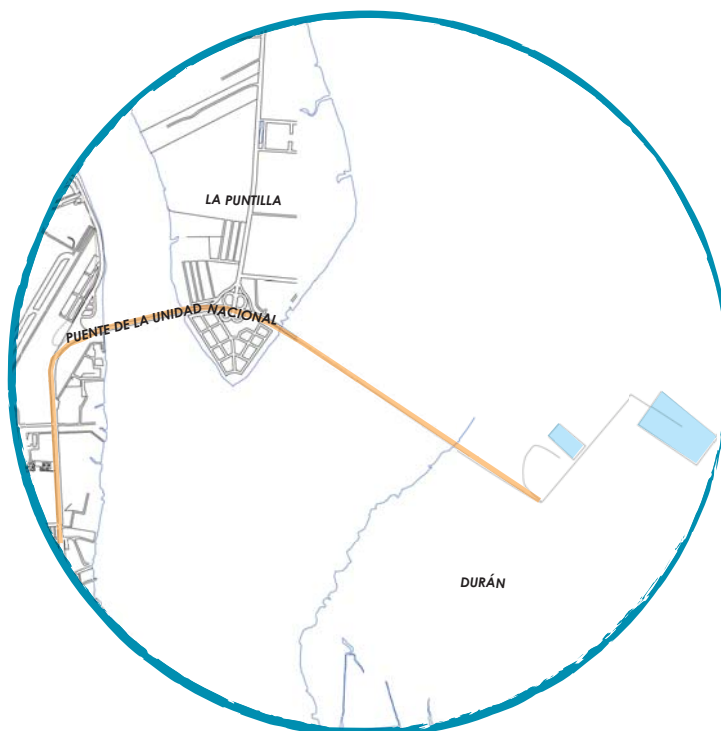
Las ciudadelas Primavera 1 y Horama González ubicadas en el cantón Durán son áreas donde existe una escasa infraestructura y no se encuentran completamente lotizadas. En éstas ciudadelas se realizan depósitos de RCD de manera informal a cielo abierto y como sucede en otros casos, la mayoría de las veces éstos residuos se utilizan como material de relleno de vías y cimentación de viviendas.



Foto 111, Residuos de carpeta asfáltica y mampostería sobre canal natural. Horama González, Durán.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 112, Residuos de pavimentos sobre canal natural. Horama González, Durán.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Plano 35, Ubicación Cda. Horama González y Primavera I.



Foto 113, Ciudadela Primavera 1, Durán
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 114, RCDs dispersos a cielo abierto. Primavera 1, Durán.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

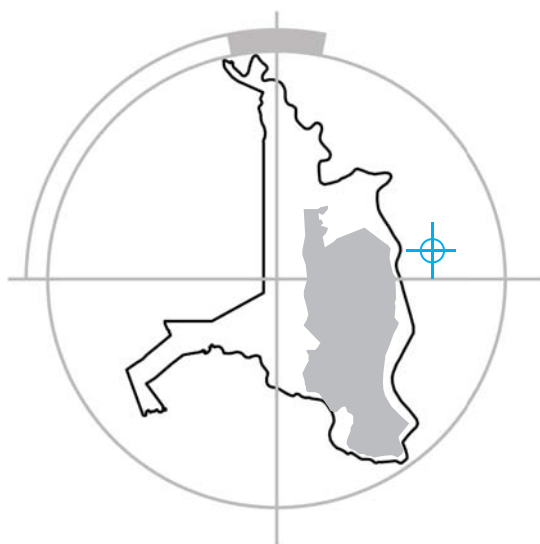
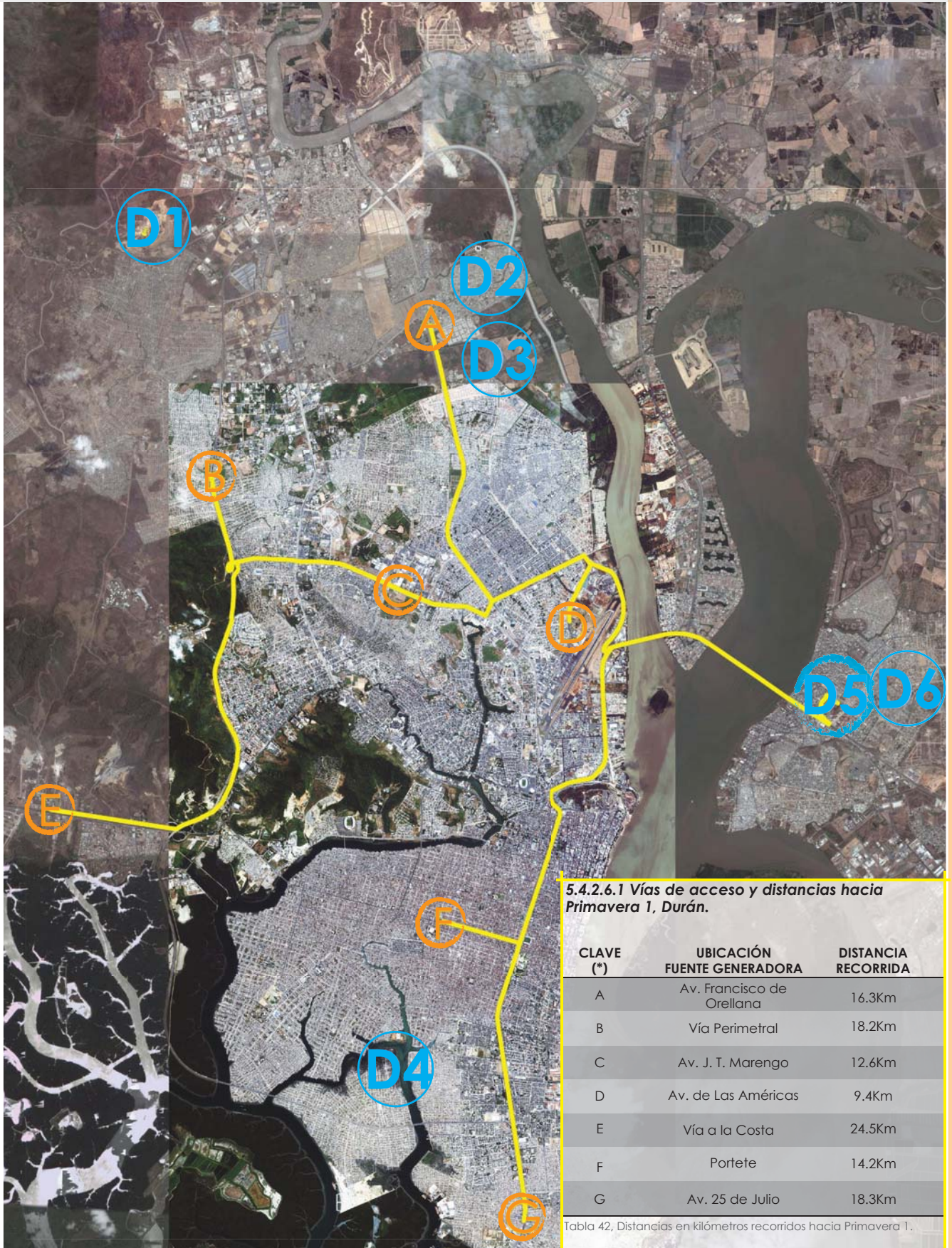


Foto 115, Fotografía Sateital Ciudadelas Primavera 1 y Horama González, Durán.
Fuente: Google Earth



5.4.2.6.1 Vías de acceso y distancias hacia Primavera 1, Durán.

CLAVE (*)	UBICACIÓN FUENTE GENERADORA	DISTANCIA RECORRIDA
A	Av. Francisco de Orellana	16.3Km
B	Vía Perimetral	18.2Km
C	Av. J. T. Marengo	12.6Km
D	Av. de Las Américas	9.4Km
E	Vía a la Costa	24.5Km
F	Portete	14.2Km
G	Av. 25 de Julio	18.3Km

Tabla 42. Distancias en kilómetros recorridos hacia Primavera 1.

A Av. Francisco de Orellana
 B Vía Perimetral
 C Juan Tanca Marengo

D Av. Las Américas
 E Vía a la Costa
 F Portete
 G Av. 25 de Julio

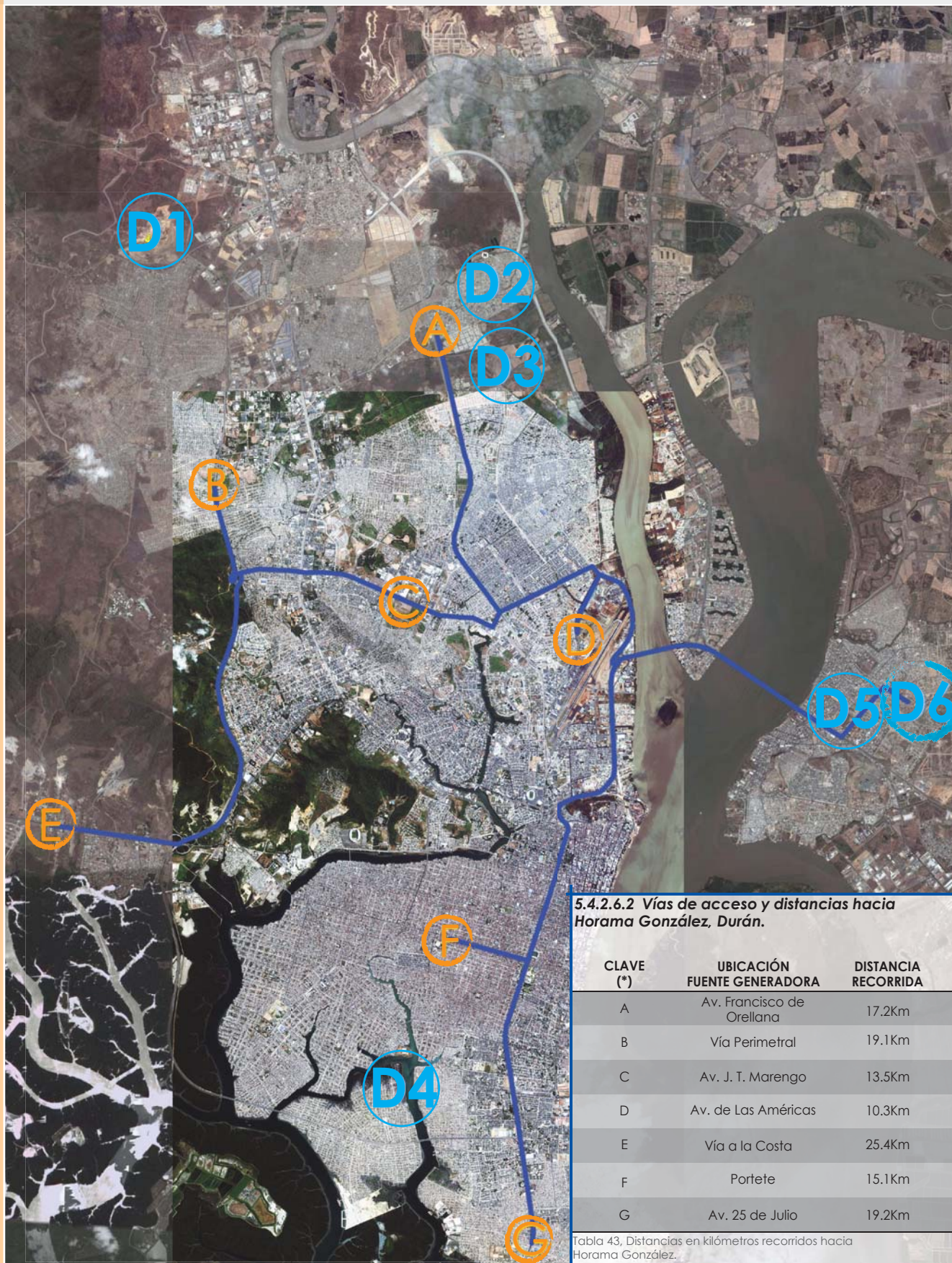
D1 Relleno Sanitario Las Iguanas
 D2 Ciudadela Los Vergeles
 D3 Terrenos del ISSFA

D4 Cooperativa Nigeria
 D5 Ciudadela Primavera 1
 D6 Ciudadela Horama González

— Recorrido de Vías hacia Primavera I

○ Potencial fuente generadora

○ Depósitos finales de RCDs



5.4.2.6.2 Vías de acceso y distancias hacia Horama González, Durán.

CLAVE (*)	UBICACIÓN FUENTE GENERADORA	DISTANCIA RECORRIDA
A	Av. Francisco de Orellana	17.2Km
B	Vía Perimetral	19.1Km
C	Av. J. T. Marengo	13.5Km
D	Av. de Las Américas	10.3Km
E	Vía a la Costa	25.4Km
F	Portete	15.1Km
G	Av. 25 de Julio	19.2Km

Tabla 43. Distancias en kilómetros recorridos hacia Horama González.

- A Av. Francisco de Orellana
- D Av. Las Américas
- D1 Relleno Sanitario Las Iguanas
- D4 Cooperativa Nigeria
- B Vía Perimetral
- E Vía a la Costa
- D2 Ciudadela Los Vergeles
- D5 Ciudadela Primavera 1
- C Juan Tanca Marengo
- F Portete
- D3 Terrenos del ISSFA
- D6 Ciudadela Horama González
- G Av. 25 de Julio
- Potencial fuente generadora
- Depósitos finales de RCDs

Plano 37, Posibles vías de acceso a la ciudadela Horama González, Durán
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

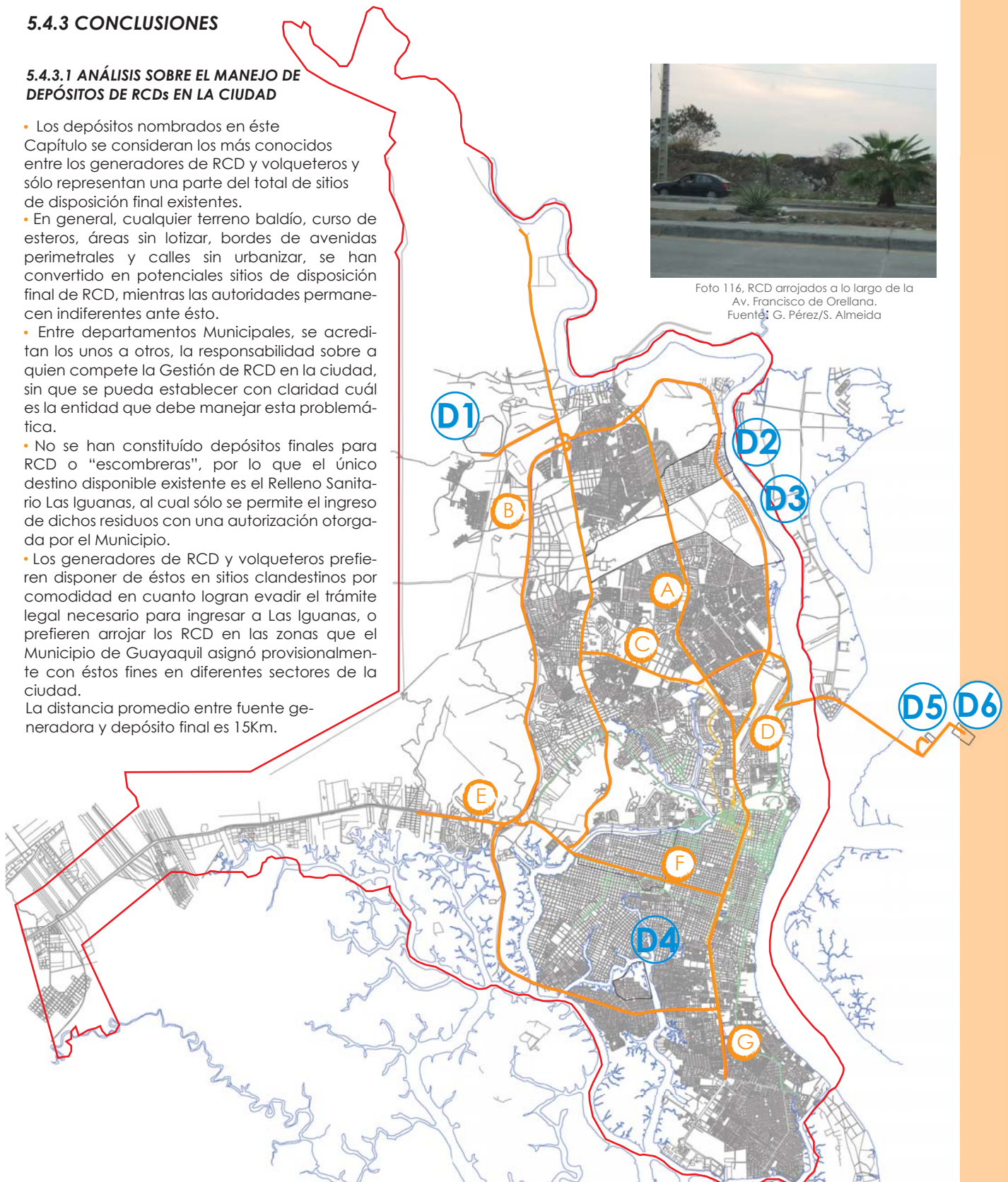
5.4.3 CONCLUSIONES

5.4.3.1 ANÁLISIS SOBRE EL MANEJO DE DEPÓSITOS DE RCDs EN LA CIUDAD

- Los depósitos nombrados en éste Capítulo se consideran los más conocidos entre los generadores de RCD y volqueteros y sólo representan una parte del total de sitios de disposición final existentes.
- En general, cualquier terreno baldío, curso de esteros, áreas sin lotizar, bordes de avenidas perimetrales y calles sin urbanizar, se han convertido en potenciales sitios de disposición final de RCD, mientras las autoridades permanecen indiferentes ante esto.
- Entre departamentos Municipales, se acreditan los unos a otros, la responsabilidad sobre a quien compete la Gestión de RCD en la ciudad, sin que se pueda establecer con claridad cuál es la entidad que debe manejar esta problemática.
- No se han constituido depósitos finales para RCD o "escombreras", por lo que el único destino disponible existente es el Relleno Sanitario Las Iguanas, al cual sólo se permite el ingreso de dichos residuos con una autorización otorgada por el Municipio.
- Los generadores de RCD y volqueteros prefieren disponer de éstos en sitios clandestinos por comodidad en cuanto logran evadir el trámite legal necesario para ingresar a Las Iguanas, o prefieren arrojar los RCD en las zonas que el Municipio de Guayaquil asignó provisionalmente con éstos fines en diferentes sectores de la ciudad. La distancia promedio entre fuente generadora y depósito final es 15Km.



Foto 116, RCD arrojados a lo largo de la Av. Francisco de Orellana. Fuente: G. Pérez/S. Almeida



A Av. Francisco de Orellana
B Vía Perimetral
C Juan Tanca Marengo

D Av. Las Américas
E Vía a la Costa
F Portete
G Av. 25 de Julio

D1 Relleno Sanitario Las Iguanas
D2 Ciudadela Los Vergeles
D3 Terrenos del ISSFA

D4 Cooperativa Nigeria
D5 Ciudadela Primavera 1
D6 Ciudadela Horama González


— Recorrido de vías de acceso

— Límites políticos de Guayaquil, 1991

○ Potencial fuente generadora
— Etapa I de regeneración (2000-2004)

○ Depósitos finales de RCDs
— Etapa II de regeneración (2005-2008)





CAPÍTULO VI EL HORMIGÓN FABRICADO CON AGREGADOS RECICLADOS

A lo largo del desarrollo de la investigación, las conclusiones a las que pudimos llegar nos encaminaron hacia la realización de pruebas de laboratorio para hormigón proveniente de aceras y bordillos, por las siguientes razones:

- *Se trata del Residuo de Construcción y Demolición o RCD más frecuente en la actualidad dentro de la ciudad gracias a las numerosas obras Municipales que se encuentran en desarrollo,*
- *La ausencia de acero adherido a la masa (armado), facilita en gran medida un proceso de recuperación, y*
- *Debido a que su disposición final constituye un problema ambiental y social, por el insuficiente control estatal que existe en nuestros días, sin que aún se haya presentado una solución.*



6.1 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL CON HORMIGÓN FABRICADO CON AGREGADOS RECICLADOS

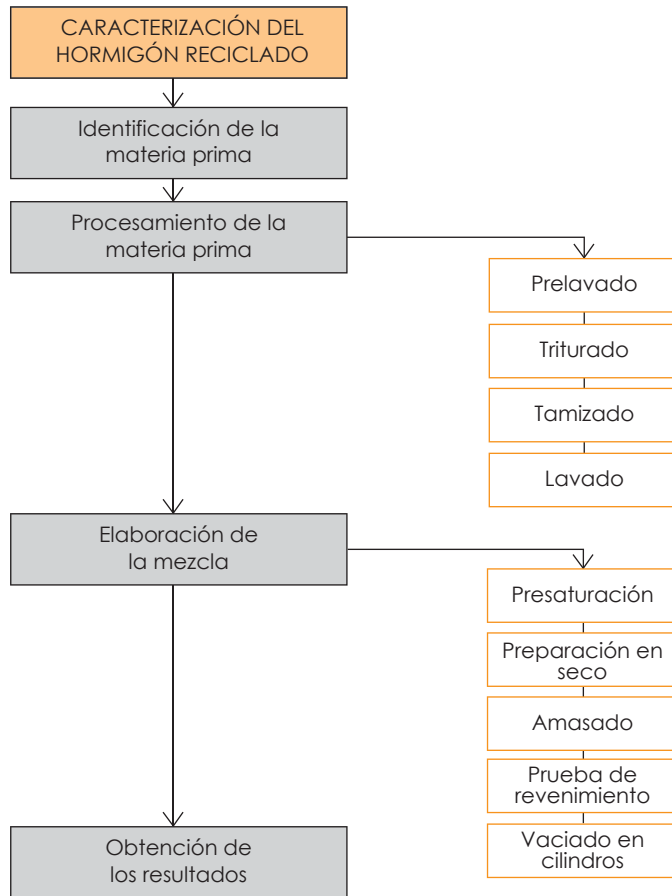


Gráfico 7, Fases del procedimiento para elaborar hormigón reciclado
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

6.1.1 CARACTERIZACIÓN DEL HORMIGÓN RECICLADO

6.1.1.1 OBJETIVOS

Con el siguiente Procedimiento Experimental buscamos dos objetivos principales:

- Caracterizar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los agregados gruesos reciclados que han sido obtenidos de la trituración de hormigón proveniente de aceras y bordillos, y
- Conocer las características del hormigón elaborado con estos agregados gruesos reciclados en el diseño de diferentes dosificaciones.

En el desarrollo de este procedimiento llamaremos al hormigón que ha sido elaborado con agregados gruesos reciclados dentro de la mezcla, como hormigón reciclado.

6.1.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

El trabajo se desarrolla en cuatro fases (Gráfico 7 ubicado a la izquierda) que son:

1. Identificación de la materia prima
2. Procesamiento de la materia prima
3. Elaboración de mezclas de hormigón para caracterización en diferentes resistencias
4. Obtención de los resultados

6.1.1.2.1 Identificación de la materia prima

Las características del agregado reciclado que se puede obtener y sus propiedades dependen directamente de las características del hormigón original. Debe evitarse que el agregado reciclado contenga cualquier tipo de impurezas como acero, limos, etc.

En este caso de estudio, el material con el que se trabajó tiene las siguientes características:

- Material: Hormigón proveniente de aceras y bordillos.
- Origen: Diferentes tramos de la Av. De Las Américas y muestras tomadas de los depósitos finales en las ciudadelas Horama González y Los Vergeles.
- Características físicas: Hormigón simple, sin acero adherido a la masa.
- Resistencia original: Aproximadamente. 140 - 180Kg/cm².



Foto 117, Escombros de aceras arrojados en la ciudadela Horama González, Durán.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 118, Escombros de aceras de la Av. De Las Américas.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 119, Escombros de hormigón arrojados en calles de la ciudadela Los Vergeles
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 120, Escombros de aceras de la Av. De Las Américas.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

6.1.1.2.2 Procesamiento de la materia prima

El proceso que seguimos para realizar las pruebas de laboratorio consistieron en las siguientes etapas: Prelavado, Triturado, Tamizado y Lavado.

a. Prelavado

Se utilizó una bomba con una presión de 10 atmósferas para remover el material contaminante (arcillas, limos y material orgánico), que se encontraba adherido a las piezas de hormigón original para evitar efectos negativos en su composición.

b. Triturado

Debido a la ausencia de normativas obligatorias para el cumplimiento de materiales reciclados, nos basamos en los procedimientos tradicionales de las pruebas que se realizan en agregados naturales. La Normativa que se utilizó fueron las Normas ASTM, con lo cual se obtuvo la caracterización del material granular reciclado y podemos afirmar que cumple con las normas.

- Las piezas de hormigón fueron trituradas calculando la cantidad de agregado grueso reciclado necesario para la elaboración de los 18 cilindros que serían sometidos a pruebas de compresión simple, el mismo que equivale al 20% del agregado grueso total.
- Se procedió a triturar manualmente las piezas de hormigón, para lo cual se utilizó un combo o martillo de 6 libras y un cincel, con lo que obtuvimos piezas entre 60 y 70mm.
- Se realizó una segunda trituración con la ayuda del mismo combo de 6 libras, consiguiendo de esta manera piezas entre 1,18 y 25mm que nos permitieran obtener las granulometrías indicadas por las normas ASTM (después del tamizado), tanto para la piedra de 1" como para la 3/8" conocidas en el medio como piedra homogeneizada y piedra chispa fina, respectivamente.

c. Tamizado o cribado y análisis granulométrico

- Se procedió a separar el material triturado utilizando una tamizadora eléctrica con las mallas o tamices indicados por las normas tanto para la piedra homogeneizada, como para la piedra chispa recicladas.

AGREGADO RECICLADO	TAMICES
Piedra homogeneizada	1 1/2" - 1" - 1/2" - No. 4 y No. 8
Piedra chispa	1/2" - 3/8" - No. 4 - No. 8 y No. 16

Tabla 44, Tamices utilizados para diferentes granulometrías
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

- Debido a que se realizó una trituración manual, los tamaños obtenidos poseían una granulometría distinta a la indicada en la norma. A causa de esto, se pesó el material retenido en cada tamiz y luego se mezclaron las cantidades necesarias de cada uno de ellos para cumplir con la granulometría recomendada. Los resultados para piedra homogeneizada y chispa recicladas se exponen en la Tablas 45 y 46.



Foto 121, Prelavado de las piezas de hormigón original
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 122, Trituración Primaria
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 123, Trituración Secundaria
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 124, Tamizadora eléctrica
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

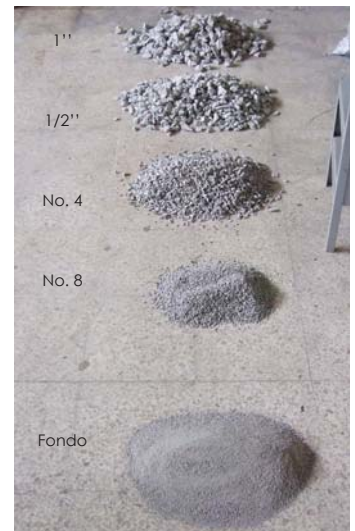


Foto 125, Granulometría Obtenida
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 126, Agregado grueso reciclado
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 127, Agregado grueso natural
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

TAMIZ	PESO PARCIAL (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN ASTM (1")
1 1/2"	0	0	100	100
1"	25	2,5	97,5	95-100
1/2"	550	55	42,5	25-60
Nº4	375	37,5	5	0-10
Nº8	25	2,5	2,5	0-5
Fondo	25	2,5	0	-
Total	1000			

Tabla 45, Granulometría de la piedra homogeneizada reciclada Fuente: G. Pérez/S. Almeida

TAMIZ	PESO PARCIAL (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN ASTM (3/8")
1/2"	0	0	100	100
3/8"	3,5676	7,5	92,5	85-100
Nº4	34,4868	72,5	20	10-30
Nº8	7,1352	15	5	0-10
Nº16	1,1892	2,5	2,5	0-5
Fondo	1,1892	2,5	0	-
Total	47,568			

Tabla 46, Granulometría de la piedra chispa reciclada Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 128, Granulometría obtenida de acuerdo a las normas ASTM después de la tamización Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 129, Piedra de 1" reciclada Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 130, Piedra de 1/2" reciclada Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 131, Piedra Nº. 4 reciclada Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 132, Piedra Nº. 8 reciclada Fuente: G. Pérez/S. Almeida

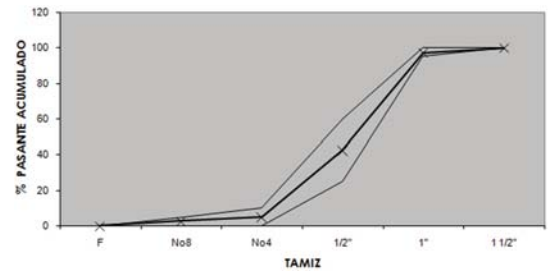


Gráfico 8, Curva granulométrica de piedra homogeneizada reciclada Fuente: G. Pérez/S. Almeida

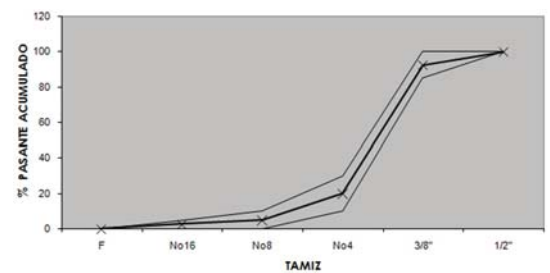


Gráfico 9, Curva granulométrica de la piedra chispa reciclada Fuente: G. Pérez/S. Almeida

De acuerdo con la Curva granulométrica que se obtuvo, se puede apreciar que se cumplió con la norma en todos los tamices tanto para la piedra homogeneizada como chispa recicladas.

Por otro lado, debe notarse que el material recogido en el fondo de la tamizadora, es un subproducto que contiene partículas finas obtenidas del desprendimiento del mortero adherido a las piezas de hormigón al momento de la trituración, por lo que debe ser desechado y nunca empleado en la fabricación de la mezcla.

Foto 133, Material del Fondo Fuente: G. Pérez/S. Almeida



c. Lavado

Se procedió a lavar el material para la remoción de partículas finas adheridas al hormigón triturado.



Foto 134, Lavado Posterior Fuente: G. Pérez/S. Almeida

6.1.1.2.3 Elaboración de mezclas de hormigón

Para las pruebas de hormigón reciclado de este estudio, el agregado grueso proviene en un 20% de la trituración de residuos de la demolición de aceras, el 80% restante está compuesto por agregado grueso natural y el agregado fino es arena homogeneizada extraída de cantera.

Se realizaron 6 mezclas diferentes detalladas en la Tabla 48, de las que se obtuvieron 18 cilindros para realizar pruebas de compresión las edades de 3, 7, 14 y 28 días. Para estas pruebas se consideraron algunos aspectos en el diseño de mezclas de hormigón expuestos en el Anexo 5. El proceso que se siguió fue el siguiente:

a. Presaturación

Previo a la elaboración de la mezcla, el agregado grueso reciclado obtenido se colocó dentro de un saco para sumergirlo en agua durante 24 horas, con el fin de saturarlo como medida contra la excesiva absorción que poseen los agregados reciclados como se muestra en la Tabla 47. (Referirse al Capítulo IV Marco teórico, 4.8.5.2 Condiciones químicas)

b. Preparación de la mezcla en seco

- La mezcla del hormigón fue realizada en el interior del laboratorio sobre una superficie no porosa (baldosa), evitando de esta manera la pérdida de agua que se produce cuando el amasado se realiza sobre una superficie absorbente (hormigón).

- El agregado grueso natural se colocó sobre el piso y se extendió con ayuda de una pala, para luego esparcir sobre éste, el agregado fino y finalmente colocar el cemento como última capa.

- Se mezcló todo en seco hasta obtener un color homogéneo. Es importante mencionar que cada componente fue previamente pesado para cumplir con las diferentes proporciones de las mezclas.



Foto 135, Proporciones de los componentes de la mezcla. Fuente: G. Pérez/S. Almeida

c. Amasado

- Se abrió un hoyo en el centro de la mezcla para colocar agua y se amasa poco a poco hasta obtener una textura uniforme.

- Posteriormente, se colocó el agregado grueso reciclado presaturado al amasado, realizándolo de esta manera para evitar que la mezcla seca se adhiera en las caras del agregado reciclado afectando su composición.

- Se procedió a un nuevo amasado hasta lograr uniformidad en la mezcla.



Foto 136, Presaturación de los agregados reciclados. Fuente: G. Pérez/S. Almeida

AGREGADOS EMPLEADOS	ABSORCIÓN (%)
Piedra homogeneizada natural	1.96%
Piedra homogeneizada reciclada	8.00%
Piedra chispa natural	2.58%
Piedra chispa reciclada	10.48%

Tabla 47, Índice de absorción de los agregados utilizados. Fuente: G. Pérez/S. Almeida

MEZCLA	PROPORCIÓN	TIPO DE AGREGADO NATURAL	TIPO DE AGREGADO RECICLADO
A1	1:2:3	Piedra homogeneizada	Piedra homogeneizada
A2	1:2:3	Piedra chispa	Piedra chispa
B1	1:2:4	Piedra homogeneizada	Piedra homogeneizada
B2	1:2:4	Piedra chispa	Piedra chispa
C1	1:3:5	Piedra homogeneizada	Piedra homogeneizada
C2	1:3:5	Piedra chispa	Piedra chispa

Tabla 48, Proporciones y materiales utilizados en las mezclas. Fuente: G. Pérez/S. Almeida

MEZCLA	AGUA (%)	CEMENTO (%)	ARENA (%)	AGREGADO GRUESO NATURAL	AGREGADO RECICLADO
A1	9.00	15.00	30.00	36.00	9.00
A2	9.00	15.00	30.00	36.00	9.00
B1	7.82	13.03	26.05	41.68	10.42
B2	7.82	13.03	26.05	41.68	10.42
C1	6.21	10.31	30.93	41.24	10.31
C2	6.21	10.31	30.93	41.24	10.31

*Se ha considerado 1% de aire.

Tabla 49, Dosificaciones medidas en porcentajes utilizadas en cada mezcla. Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 137, Apertura del hoyo previo al amasado. Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 138, Amasado. Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 139, Llenado del cono de Abrams
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 140 y 141, Medición de la prueba de revenimiento
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 142, Vaciado de la mezcla en los cilindros de prueba
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 143, Curado de los cilindros de prueba dentro de la piscina
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

d. Prueba de revenimiento

- Con la ayuda del cono de Abrams, se realizó la prueba de revenimiento para evaluar la consistencia, trabajabilidad y plasticidad del hormigón reciclado, las cuales están en función de la relación agua/cemento. La mezcla cumplió satisfactoriamente con los resultados esperados como se muestra en las Fotos 134 y 135. (5.5cm)

e. Vaciado de los cilindros

- Se colocó la mezcla en 18 cilindros de 15.24cm de diámetro (6" de diámetro) por 30.48cm (12" de altura).

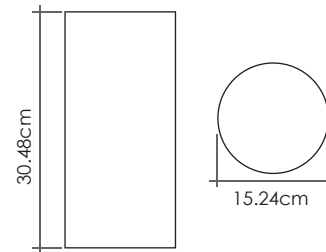


Ilustración 9, Medidas del cilindro de pruebas
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

- El vaciado se realizó en tres capas (1/3 de la altura total del cilindro cada una), hincando una varilla de 1/2", 25 veces al colocar cada capa.

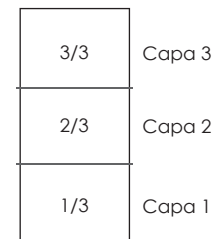


Ilustración 10, Capas del vaciado del cilindro
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

- Se elaboraron 18 cilindros en total: 3 con la proporción 1:2:3 usando piedra homogeneizada, otros 3 cilindros con la misma proporción utilizando piedra chispa. Se repitió el procedimiento para lograr proporciones de 1:2:4 y 1:3:5.

- Luego de transcurridas las 24 horas a partir del momento del vaciado, se procedió a desencofrar los cilindros y a marcar la fecha de rotura de los mismos.

- Se sumergieron los cilindros en una piscina con agua para su curado hasta el día de la su respectiva rotura.

Para el desarrollo de este procedimiento experimental se tomaron algunas consideraciones pertenecientes a la legislación española referente al uso del hormigón reciclado, la cual se encuentra en el [Anexo 7](#).

6.1.1.2.4 Obtención de los resultados

Conociendo previamente estudios experimentales en los que se ha elaborado hormigón reciclado reemplazando el agregado grueso natural en un 100%, en los cuales las desventajas comunes que encontramos entre ellos fueron porosidad, elevada absorción, baja densidad y en ciertos casos efectos de baja resistencia a la compresión, en el procedimiento experimental que realizamos, sólo se reemplazó un 20% del agregado grueso en la mezcla, siguiendo las recomendaciones de algunos autores (**Referirse al Capítulo IV Marco Teórico, 4.8 Análisis de casos análogos al objeto de estudio**).

Se fabricaron mezclas a fin de proponer dos posibles aplicaciones en las que se pueden utilizar hormigón reciclado:

- Elementos estructurales, resistencia mínima a los 28 días: 210Kg/cm², y
- Bloques de mampostería no estructural, resistencia mínima a los 28 días: 20kg/cm².

Como se muestra en la matriz de resultados de la Tabla 50, obtuvimos resultados satisfactorios en las mezclas que se realizaron con agregado grueso reciclado de 1'' para estructuras y de igual manera en las pruebas para agregados reciclados de 3/8'' que se utilizarían para fabricar bloques de mampostería no estructural (20Kg/cm²). (**Anexo 7**)

De utilizarse piedra de 3/8'' o chispa en elementos estructurales, la cantidad de pasta de cemento (agua, arena y cemento) debe ser mayor a la considerada para piedra de 1'' debido a que al tener una granulometría menor, existirá mayor número de partículas y por lo tanto mayor superficie de contacto que deberá ser cubierta por la pasta de cemento.



Foto 144, Cilindro en la máquina compresora
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

MEZCLA	PROPORCIÓN	EDAD (DÍAS)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm ²)	CUMPLE
A1	1:2:3	7	164.46	sí
		14	222.02	
		28	232.99	
A2(*)	1:2:3	7	82.23	sí
		14	123.35	
		28	131.57	
B1	1:2:4	7	117.86	sí
		14	156.24	
		28	189.13	
B2 (*)	1:2:4	7	52.08	sí
		14	84.97	
		28	90.45	
C1	1:3:5	7	68.53	sí
		14	123.35	
		28	139.79	
C2 (*)	1:3:5	7	32.89	sí
		14	57.56	
		28	74.01	

(*)Serán utilizados para bloques previo el diseño de mezcla para obtener una resistencia mínima de 20Kg/cm²
Tabla 50, Matriz de resultados obtenidos de los cilindros sometidos a pruebas de resistencia a la compresión simple.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

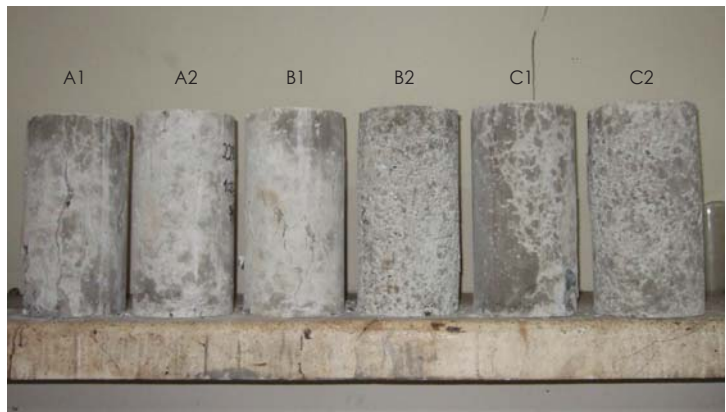


Foto 145, Cilindros después de haber sido sometidos a pruebas de resistencia a la compresión simple.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 146, Rotura de uno de los cilindros
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

PROTOTIPO (*)	EDAD (DÍAS)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm ²)	CUMPLE
B1	7	8.59	N/A
B2	7	6.79	N/A
B3	14	21.59	N/A
B4	14	22.49	N/A
B5	28	29.22	SÍ
B6	28	33.70	SÍ

(*) Todos los cilindros se realizaron con la misma mezcla.
 Tabla 51. Matriz de resultados obtenidos de cilindros con mezcla para bloques sometidos a pruebas de resistencia a la compresión simple.
 Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 149, Máquina bloquera
 Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 150, Piedra pómez
 Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 150, Bloques fabricación corriente
 Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 151, Bloques de hormigón reciclado
 Fuente: G. Pérez/S. Almeida

Las pruebas de laboratorio nos demostraron que nuestro bloque ha superado la resistencia mínima para bloques de mampostería huecos, la cual corresponde a 20Kg/cm².

6.1.2 CASO DE APLICACIÓN: BLOQUES NO ESTRUCTURALES

Para comprobar la factibilidad en el uso del agregado reciclado, con la ayuda de una pequeña fábrica de bloques situada en el sector de Mapasingue, llamada BLOCK S.A., pudimos fabricar bloques no estructurales semi-pesados de mampostería hueca, aplicando nuestro agregado reciclado, que en este caso posee la granulometría de la piedra chispa fina, utilizando una máquina bloquera (Foto 149).

Las proporciones utilizadas en la confección de los bloques, no se pueden mencionar por un acuerdo realizado con BLOCK S.A., sin embargo los materiales empleados fueron: arena de río, cemento, piedra pómez, piedra chispa reciclada y agua.




Foto 147, Tolva de cemento, BLOCK S.A.
 Fuente: G. Pérez/S. Almeida

Se realizaron las pruebas de resistencia a la compresión simple a los 7, 14 y 28 días para comprobar que los bloques cumplan con las normas para bloques no estructurales, en los que obtuvimos resultados satisfactorios (Tabla 51).



Foto 148, Bloque sometido a ensayo de resistencia a la compresión simple
 Fuente: G. Pérez/S. Almeida





CAPÍTULO VII PROPUESTA, PLANTA RECICLADORA DE HORMIGÓN

La propuesta de una Planta de Reciclaje de hormigón para la creación de agregados gruesos planteada está diseñada de acuerdo a las necesidades de la ciudad de Guayaquil, propuesta sustentada según el desarrollo de la investigación.





7.1 RECICLAJE DE ESCOMBROS DE HORMIGÓN

7.1.1 ESCOMBROS DE HORMIGÓN, RCD MÁS FRECUENTE

7.1.1.1 GENERALIDADES

Los sistemas de construcción tradicionales bajo los que se opera en la ciudad de Guayaquil, responden positivamente al reciclaje de los escombros de hormigón por dos motivos principales:

- La industria de la construcción, en su mayoría utiliza materiales de origen pétreo extraídos de las canteras de la ciudad, tal es el caso de los agregados gruesos para la elaboración del hormigón.
- Las obras públicas y de equipamiento vial, generan volúmenes excesivos de escombros de hormigón proveniente de la rotura de aceras, bordillos y calzadas, que pueden ser fácilmente recuperados ya que se trata de elementos de hormigón simple (sin armadura aherida a la mezcla).



Foto 152, Trabajos de construcción con sistema tradicional de pórticos de hormigón armado.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida



Foto 153, Planta productora de áridos ubicada en cantera de extracción, Calizas HUAYCO.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Se libera al Relleno Sanitario de un volumen de desechos, que ocupan un espacio que podría ser aprovechado para disponer de otro tipo de residuos no recuperables.	La ausencia de una cultura de reciclaje, ocasiona que la deconstrucción o demolición selectiva no sea una práctica común en el medio.
Se logra disminuir la explotación de recursos naturales no renovables para la obtención de materia prima, con lo que se alargaría el tiempo de vida de las canteras.	Utilizar un 100% de agregados gruesos reciclados en la elaboración de hormigón, disminuye la resistencia.
Se lograría un mayor control de la disposición final de residuos de hormigón si se implementa a las Ordenanzas Municipales, la obligación por parte del generador de estos residuos llevarlos a una Planta de Reciclaje Municipal.	La resistencia que poseen los escombros de hormigón es heterogénea, por lo que se dificulta estandarizar su aplicación.
No habría necesidad de crear escombreras para disponer de estos escombros.	Existe la falsa percepción de que los materiales creados a partir de un proceso de recuperación "son para pobres".
Reducción de energía y agua empleada para producir materiales naturales y por ende, menor producción de gases.	Paralelamente se piensa que los procesos de recuperación por reciclaje, encarecen los productos finales.

Tabla 52, Ventajas y desventajas del reciclaje de escombros de hormigón.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

7.1.1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL RECICLAJE DE LOS ESCOMBROS DE HORMIGÓN

Al reciclar o reutilizar, los escombros son recolectados y transformados en nuevos materiales para ser utilizados como materia prima. Por esta razón, la recuperación de materiales de construcción es eficiente desde un punto de vista ecológico, sin embargo, no se debe descartar el beneficio económico que trae consigo.

Desde un punto de vista económico, la recuperación de escombros es eficiente cuando se logra generar un mercado alternativo de productos, que por lo general son más baratos por ser producidos a partir de desechos. En la Tabla 52 se detallan las ventajas y desventajas de la recuperación de escombros de hormigón.

7.1.1.3 FASES DEL RECICLAJE DE LOS ESCOMBROS DE HORMIGÓN

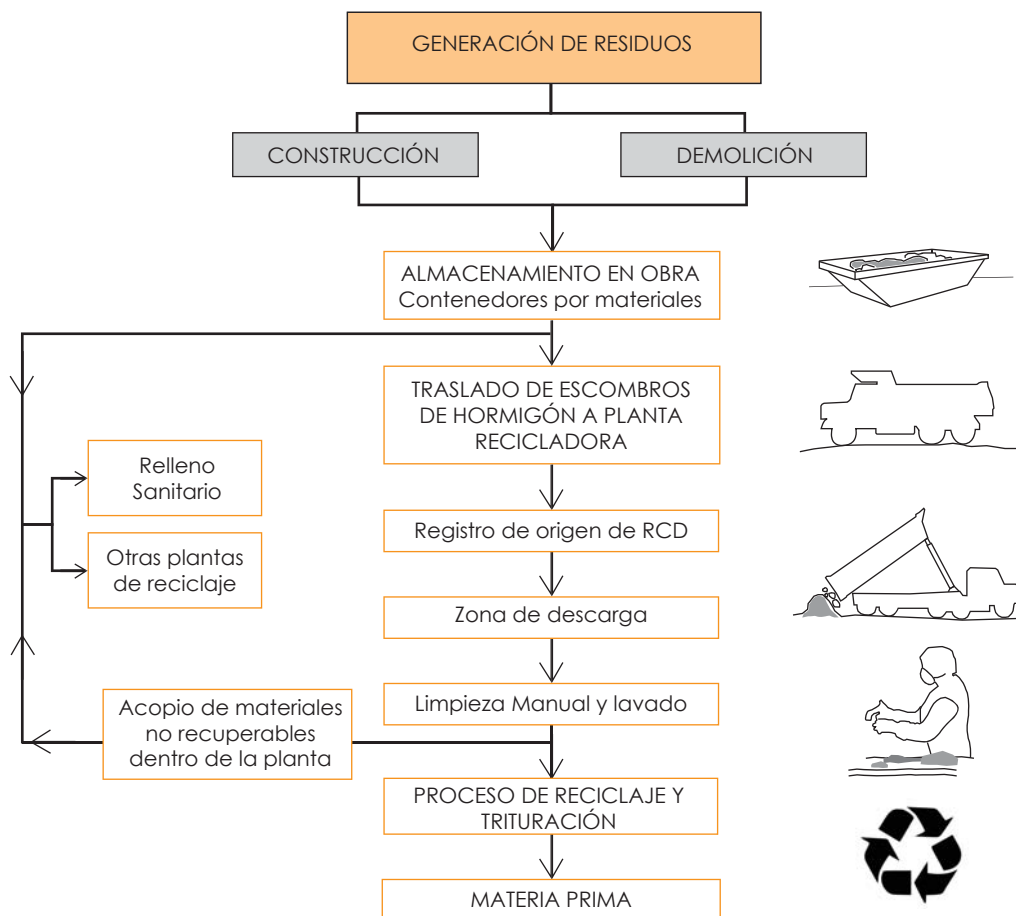


Gráfico 10. Fases del reciclaje de escombros de hormigón
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

7.1.1.3.1 Descripción del proceso

Las instalaciones para reciclar escombros de hormigón deben permitir homogeneizar la composición de dichos escombros para lograr transformarlos en materia prima útil para la construcción. Las fases del proceso de reciclaje de hormigón son:

1. Almacenamiento en obra: es importante considerar el uso de contenedores que nos permitan almacenar y clasificar los diferentes RCD que se generen en obra, para facilitar las actividades de reciclaje posteriores.

2. Transporte de escombros de hormigón a la planta: al tener los RCD agrupados por tipo en contenedores, podemos determinar el destino de ellos rápidamente, algunos de estos residuos, como acero y madera, serán transportados a otras plantas de reciclaje, mientras otros como las tierras de desalojo irán directamente al Relleno Sanitario. En nuestro caso, los escombros de hormigón provenientes de aceras serán trasladados a la planta recicladora.

3. Registro de origen: una vez que se ingresen los escombros de hormigón a la planta, lo primero que se debe hacer es registrar el lugar de donde provienen estos residuos para evitar que se mezclen hormigones que pudieren tener armadura de acero adherida a la masa. Las plantas recicladoras de hormigón no admiten residuos de acero en el proceso por los daños que pueden causar a las máquinas.

4. Zona de descarga: dentro de la planta recicladora, todos los escombros deben ser almacenados provisionalmente en un área de descarga o centro de acopio previo el proceso de trituración.

5. Limpieza manual y lavado a presión: antes de proceder al proceso de trituración de los escombros, las piezas de hormigón deben ser examinadas visualmente y las impurezas retiradas manualmente para evitar el ingreso de elementos ajenos a la composición de la materia prima que queremos lograr. Así mismo, el lavado a presión de las piezas de hormigón es muy importante para remover las tierras y limos que pudieren estar adheridos a los escombros.

6. Proceso de reciclaje y trituración: una vez retiradas todas las impurezas, las piezas de hormigón serán transportadas a una tolva y posteriormente se los someterán a sucesivos procesos de trituración hasta alcanzar la granulometría deseada.

7. Obtención de la materia prima: el material que deseamos obtener es agregado grueso reciclado.

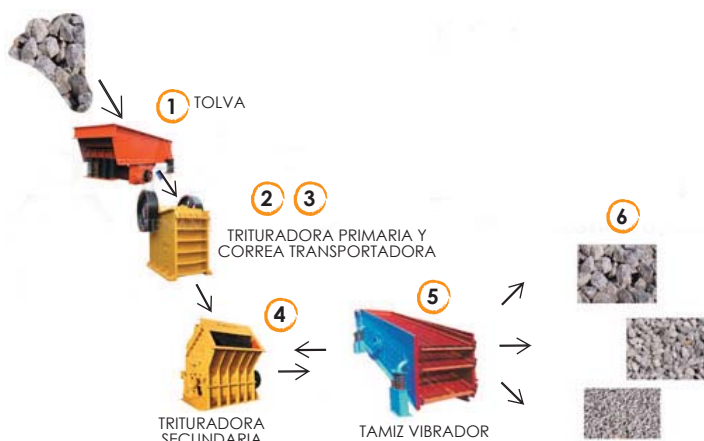


Ilustración 11. Proceso de trituración del hormigón
Fuente: Break-Day, Company. (2008)

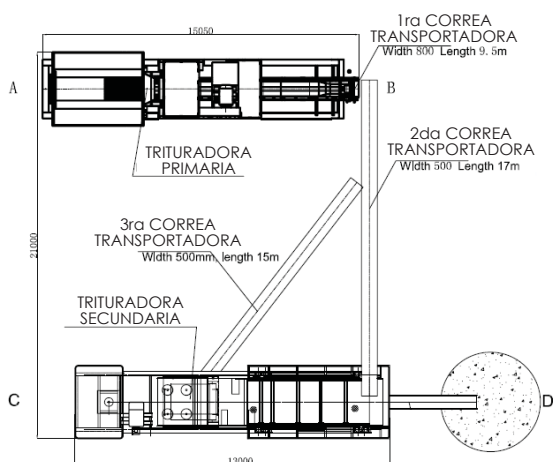


Ilustración 12. Vista aérea de la Estación Móvil de trituración, Modelo YG938E69
Fuente: Break-Day, Company. (2008)



Ilustración 13. Planta móvil de trituración primaria.
Fuente: Break-Day, Company. (2008)



Ilustración 14. Planta móvil de trituración secundaria.
Fuente: Break-Day, Company. (2008)

7.1.2 PLANTA RECICLADORA DE HORMIGÓN

7.1.2.1 GENERALIDADES

Escenarios similares son los que encontramos entre el Ecuador y el resto de países en América Latina, en los que la experiencia en cuanto al reciclaje o reutilización de Residuos de Construcción y Demolición es casi nula.

Específicamente en la ciudad de Guayaquil existen alrededor de 40 recicladoras, las cuales procesan en su mayoría cartón, vidrio, papel y acero, descartando los escombros producidos en la construcción. Por consiguiente, al momento no existen plantas recicladoras de estos residuos y a penas en algunos casos, de manera informal, se ofrece comprar estos escombros para reutilizarlos como relleno de cimentación y vías.

7.1.2.2 PROCESO DE TRITURACIÓN DE ESCOMBROS DE HORMIGÓN

Las fases que integran el proceso de trituración de escombros de hormigón son (Ilustración 11):

1. Descarga de los escombros en una tolva de acopio.
2. Trituración primaria.
3. Paso del material por una correa transportadora hacia la siguiente etapa de trituración.
4. Trituración secundaria.
5. Cribado.
6. Acopio de Material final por granulometría.

(Referirse al Capítulo IV Marco Teórico, 4.6.2.6 El proceso de trituración y cribado)

7.1.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA

Según las necesidades del medio que se han analizado a lo largo de este estudio, la Planta Recicladora que requieren las obras de la ciudad es una Planta de Segunda Generación móvil, sin mecanismo de separación de metales. (Referirse al Capítulo IV Marco Teórico, Tablas 73 y 74), conviniéndonos este tipo de planta debido a que:

- Su tamaño es menor que el de una planta fija y nos da la posibilidad de ser trasladada a la fuente generadora que la requiera.
- Posee baja emisión de ruido.
- Se busca una producción de 40 T/h.

La Planta Recicladora que proponemos se trata de una Estación Móvil de trituración, Modelo YG938E69 fabricada por la empresa de origen chino Break-Day, la cual es muy fácil de transportar entre emplazamientos, es de rápida instalación y posee una alta capacidad de trituración. Esta planta soluciona los problemas de operación en función del espacio y el entorno; es altamente eficiente y requiere bajos costos de administración de equipos. (Anexo 9)

7.1.2.4 ELEMENTOS QUE COMPONEN LA PLANTA

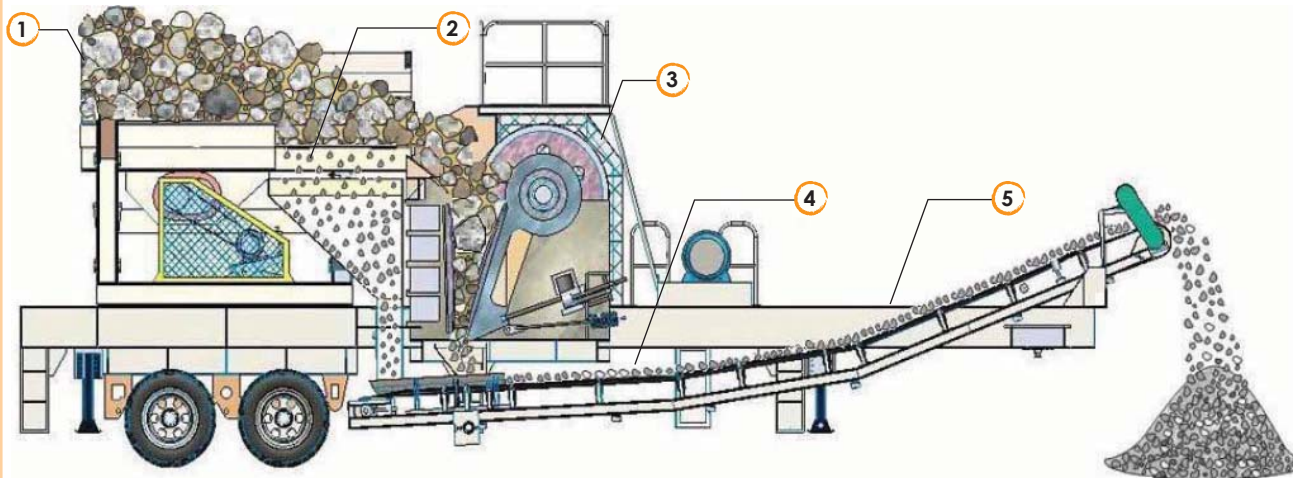


Ilustración 15, Partes de la trituradora primaria.
Fuente: Break-Day, Company. (2008)

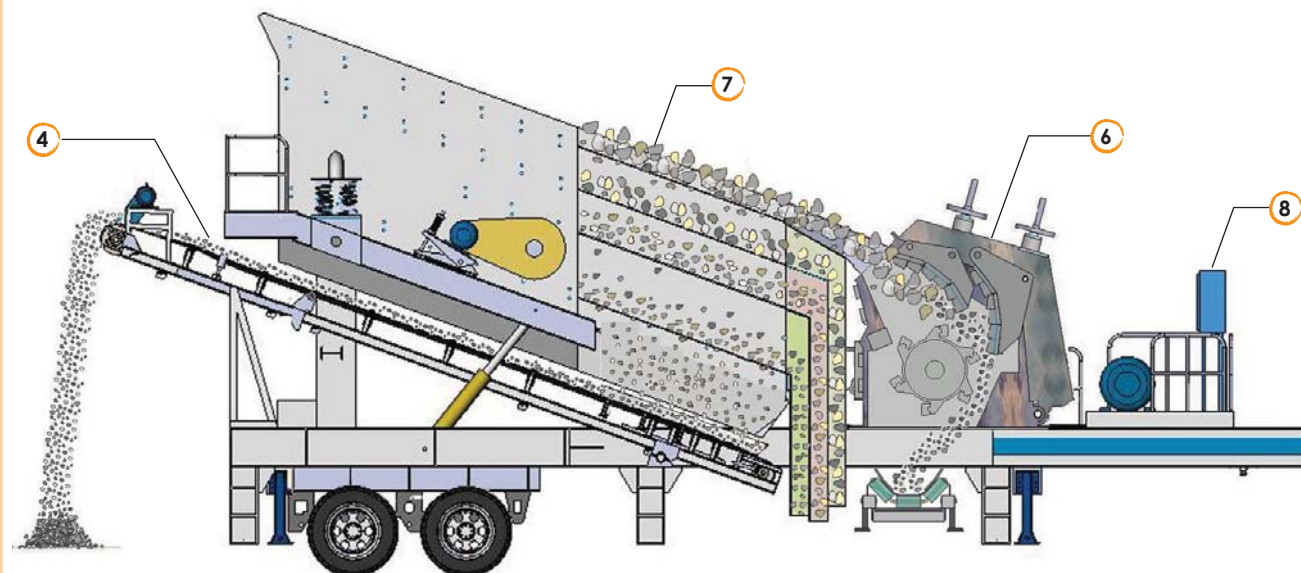


Ilustración 16, Partes de la trituradora secundaria.
Fuente: Break-Day, Company. (2008)

7.1.2.4.1 Descripción de los elementos

1. Tolva: para recibir todos los materiales a ser procesados.

2. Alimentador vibrador: para transportar uniforme y continuamente los materiales desde la tolva hasta la trituradora de mandíbulas.

3. Trituradora de mandíbulas: es la trituradora primaria, puede triturar piedras con resistencia a la compresión de hasta 320Mpa. Tritura piezas con un tamaño máximo de 350 mm en piezas de 120mm (es ajustable).

4. Correas transportadoras: son correas de neopreno de alta resistencia que transportan el material de una trituradora a otra y/o a la pila de almacenamiento final.

5. Remolques y estructuras de acero: diseñadas especialmente para soportar la carga de los diferentes componentes y permitir la fácil movilización de los mismos.

6. Trituradora de impacto: es la trituradora secundaria, permite obtener piezas de forma cúbica sin fisuras. Puede triturar piezas de hasta 360Mpa. La máquina puede ser regulada, puede triturar piezas de hasta 250mm pero es preferible triturar piezas menores a 120mm para evitar el sobreesfuerzo de la máquina.

7. Tamiz vibrador: Consiste en una estructura con diferentes mallas en la cual se clasificará el material en función de su tamaño.

8. Panel de control eléctrico: permite el manejo de las diferentes partes de la planta.



Foto 154. Trituradora de mandíbulas. Fuente: Break-Day, Company. (2008)



Foto 155. Trituradora de impacto. Fuente: Break-Day, Company. (2008)

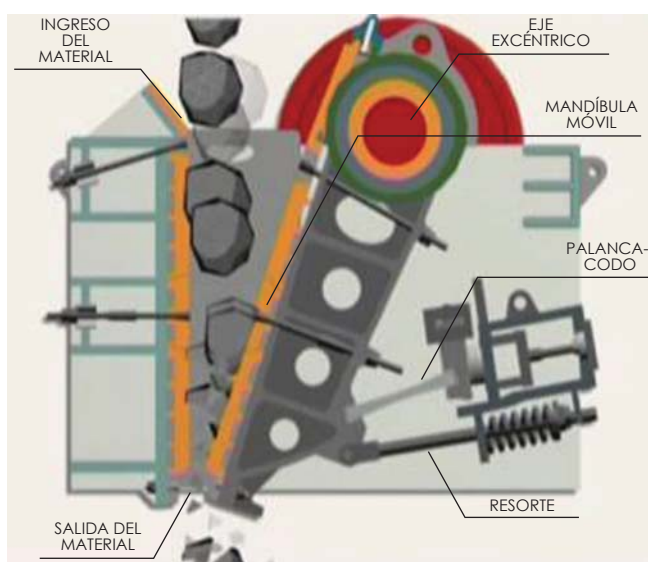


Ilustración 17. Funcionamiento de la Trituradora de mandíbulas. Fuente: Break-Day, Company. (2008)

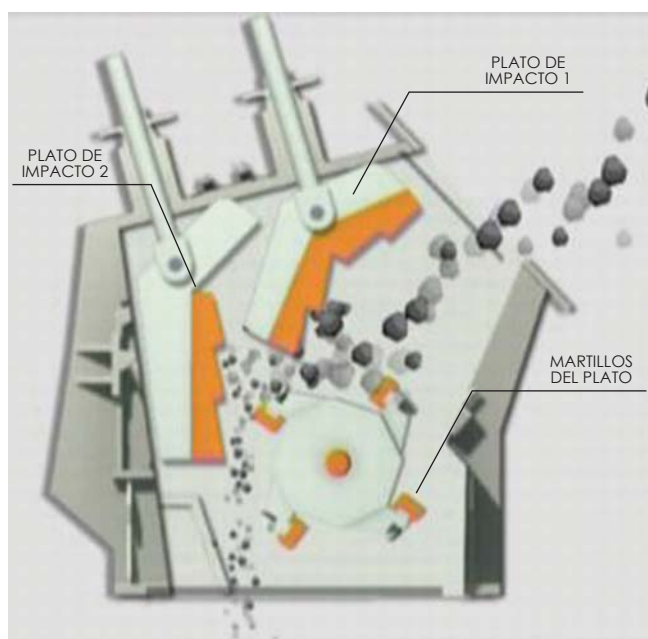


Ilustración 18. Funcionamiento de la Trituradora de impacto. Fuente: Break-Day, Company. (2008)

7.1.2.4.2 Funcionamiento de las trituradoras

a. Trituradora de mandíbulas (Trituración Primaria)

Las trituradoras de mandíbulas son idealmente apropiadas para la trituración primaria y secundaria, con bajo consumo de energía y de fácil mantenimiento. Puede ser utilizada para producir agregado para sub-base para vías, agregado grueso y fino para construcción. Las trituradoras de mandíbulas están divididas en trituradora de mandíbulas finas y gruesas.

• Principio de funcionamiento:

El motor eléctrico mueve a la mandíbula móvil en un eje excéntrico, haciendo que la misma se mueva hacia arriba y hacia abajo. Cuando la mandíbula móvil sube, el ángulo entre la palanca-codo y la mandíbula móvil aumenta empujando la mandíbula móvil hacia la mandíbula fija, comprimiendo, presionando y desgastando el material hasta triturarlo.

Cuando la mandíbula móvil baja, el ángulo entre la palanca-codo y la mandíbula móvil disminuirá, apartando la mandíbula móvil (bajo la acción del resorte) de la mandíbula fija; en ese momento el material ya triturado saldrá por la parte inferior de la cavidad.

b. Trituradora de impacto (Trituración Secundaria)

La trituradora de impacto puede ser usada con materiales finos, medios y gruesos (granito, piedra caliza, concreto, etc.) El tamaño de las piezas introducidas no deben exceder los 500mm y su resistencia a la compresión simple no debe ser mayor a 360Mpa. Se caracteriza por su alto índice de reducción, alta eficiencia y fácil mantenimiento. El producto final tiene forma cúbica y con óptima calidad, es ampliamente usado en la producción de agregado para pavimentos de vías e ingeniería hidráulica.

Se opera fácilmente, posee martillos reforzados con cromo de alta resistencia y platos de impacto especiales; es capaz de triturar eficientemente roca ahorrando energía; el tamaño de las partículas de descarga puede ser ajustado al cambiar de posición los platos de impacto.

• Principio de funcionamiento:

Los martillos del plato giran rápidamente para generar impacto a alta velocidad y poder triturar los materiales en su interior, expulsa los materiales triturados tangencialmente para impactarlos contra los platos que se encuentran en el interior de la máquina. Los materiales son triturados nuevamente, caen al fondo de la máquina y el proceso se repite varias veces. Los materiales se chocan entre si cuando son arrojados a los martillos y al plato de impacto. Los materiales se fracturan producto del impacto entre ellos mismos y el choque contra los martillos del plato. Finalmente, los materiales con tamaño menor al espacio restante entre el plato de impacto y el martillo serán descargados. (Anexo 9)

7.1.2.5 COSTOS DE ADQUISICIÓN Y GASTOS OPERATIVOS

7.1.2.5.1 Presupuesto estimativo de la planta de reciclaje de hormigón

Costos Equipo (FOB)*: planta trituradora móvil primaria, trituradora secundaria, generador eléctrico y cargador de ruedas frontal.
(Prorrateado a 10 años)

NOMBRE	MODELO	CANT.	UNID.	PRECIO (\$)
Planta trituradora primaria ⁽¹⁾				
Tolva	----	1,00	U.	4.000,00
Alimentador vibrador	GZD950x1500	1,00	U.	5.000,00
Trituradora de mandíbulas	JCE604	1,00	U.	17.647,00
Correa transportadora	B500x9,5m	1,00	U.	4.200,00
Remolque y estructura de acero	----	1,00	U.	29.412,00
				\$ 60.259,00
Planta trituradora secundaria. ⁽¹⁾				
Trituradora de impacto.	PF1007	1,00	U.	19.118,00
Tamiz vibrador.	3YZS1237	1,00	U.	10.338,00
Correa transportadora.	B500x15m	1,00	U.	6.618,00
	B500x17m	1,00	U.	7.500,00
	B500x12m	1,00	U.	5.294,00
Remolque y estructura de acero.	----	1,00	U.	41.176,00
Panel de control eléctrico y cable.	----	1,00	U.	13.000,00
				\$ 103.044,00
Generador eléctrico. ⁽²⁾				
Generador eléctrico.	J150U	1,00	U.	19.575,00
				\$ 19.575,00
Cargador frontal de ruedas. ⁽³⁾				
Cargadora frontal de ruedas.		1,00	U.	24.500,00
				\$ 24.500,00
Sub. Total 1				\$ 207.378,00

Costos de Repuestos para 1 año (FOB)

Trituradora primaria. ⁽⁴⁾	----	----	----	9.450,00
Trituradora secundaria. ⁽⁴⁾	----	----	----	24.600,00
Generador eléctrico. ⁽²⁾	----	----	----	275,00
Cargador frontal de ruedas.	----	----	----	1.000,00
				\$ 35.325,00

Costos de Importación de equipos (Prorrateado a 10 años)

Flete barco planta trituradora primaria. ⁽⁵⁾				15.400,00
Flete barco planta trituradora secundaria. ⁽⁵⁾				15.400,00
Flete barco generador eléctrico. ⁽⁵⁾				6.500,00
Flete barco cargador frontal de ruedas. ⁽⁵⁾				12.129,28
Aranceles planta trituradora primaria. ⁽⁶⁾				0,00
Aranceles planta trituradora secundaria. ⁽⁶⁾				0,00
Aranceles generador eléctrico. ⁽⁶⁾				0,00
Aranceles cargador frontal de ruedas. ⁽⁶⁾				0,00
Seguro de equipos ⁽⁵⁾				2.024,61
Sub. Total 2				\$ 51.453,89

Gasto Operativo Estimado de 1 año

	COSTO HORA	COSTO DÍA	COSTO ANUAL
Operador planta trituradora	4,00	12,00	2.880,00
Operador cargador frontal	4,00	12,00	2.880,00
Combustible generador	7,77	31,08	7.459,20
Aceite generador	0,12	0,48	115,20
Combustible cargador frontal	5,70	22,80	5.472,00
Sub. Total			\$ 18.806,40

* FOB (Free On Board: Libre a bordo; término usado en comercio internacional para expresar el precio puesto sobre el barco en el puerto de salida.

⁽¹⁾ Ver anexo 8, Sección 6, Archivo adjunto: Ref._LMLQ090227E.doc

⁽²⁾ Ver anexo 10, Sección 1, Archivo adjunto: BALMEIDA.pdf (Segunda Parte)

⁽³⁾ Ver anexo 9, Sección 2

⁽⁴⁾ Ver anexo 8, Sección 9, Archivo adjunto: SPARE PARTS QUOTATION LIST.doc

⁽⁵⁾ Ver anexo 11, Sección 2

⁽⁶⁾ Ver anexo 11, Sección 1

Tabla 53, Presupuesto estimativo de la planta de reciclaje de hormigón, Costos de adquisición y Gastos operativos anuales
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

7.1.2.5.2 Cálculo de costo por producción de una tonelada de hormigón reciclado (+)

DETALLE	PRECIO (\$)
Operador Planta Trituradora (*)	12,00
Operador Cargadora (*)	12,00
Combustible Generador (*)	31,08
Aceite Generador (*)	0,48
Combustible Cargadora (*)	22,80
Mantenimiento Equipos (**)	147,19
Costo Equipos (***)	86,41
Importación Equipos	21,44
Costo diario	\$ 333,39
Costo diario por Tonelada	\$ 2,08
Costo aprox. por m3 de producto (****)	\$ 2,71

* Valores equivalentes a un día de trabajo de 4 horas.

** Valor obtenido de dividir el costo de mantenimiento anual para los 240 días laborales del año.

*** Valores obtenidos de dividir los precios de compra e importación de los equipos con un tiempo de vida útil de 10 años y 240 días laborales al año.

**** 1 m3 de agregado grueso de 1" pesa aproximadamente 1.31 toneladas

(+) El costo diario de producción de la planta, corresponde a un día laboral de 4 horas con una capacidad de 160 Toneladas.

Tabla 54, Costo de producción de agregado grueso reciclado.
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

7.1.2.5.3 Presupuesto comparativo: hormigón natural vs hormigón reciclado (*)

PROPORCIÓN	0% AGREGADO GRUESO RECICLADO	20% AGREGADO GRUESO RECICLADO	100% AGREGADO GRUESO RECICLADO
1:2:3	\$59,86	\$59,18	\$56,47
1:2:4	\$50,24	\$49,52	\$46,64
1:3:5	\$47,43	\$46,65	\$43,51

* Los costos calculados se encuentran en el Anexo 12
Tabla 55, Costo por porcentaje de agregado reciclado utilizado
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

7.1.3 IMPLEMENTACIÓN DE PLANTA RECICLADORA DE HORMIGÓN MÓVIL EN GUAYAQUIL

7.1.3.1 POSIBLES SITIOS DE UBICACIÓN

Esta planta de trituración móvil, está diseñada para ser ubicada preferentemente en un lugar cercano a la obra generadora de escombros, para de esta manera evitar realizar largos recorridos en la transportación de estos elementos como materia prima o como producto final. De esta manera se ahorra tiempo y dinero, al mismo tiempo que se disminuye el consumo de combustible y emanación de gases.

Debido a su diseño práctico, estos equipos pueden ser desmontados fácilmente y transportados de una obra a otra.

Parte de nuestra propuesta considera adecuado que plantas como éstas, puedan ser ubicadas en diferentes explanadas a lo largo de la Av. De las Américas y la Av. Alberto Stagg Coronel (Foto 156), sitios que se encuentran al norte de la ciudad y están cercanos a obras en actual generación de escombros.



Foto 156, Posibles ubicaciones para la planta móvil recicladora
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

7.1.3.2 PARTES DE LA PLANTA MÓVIL PROPUESTA Y FLUJO DE PRODUCCIÓN

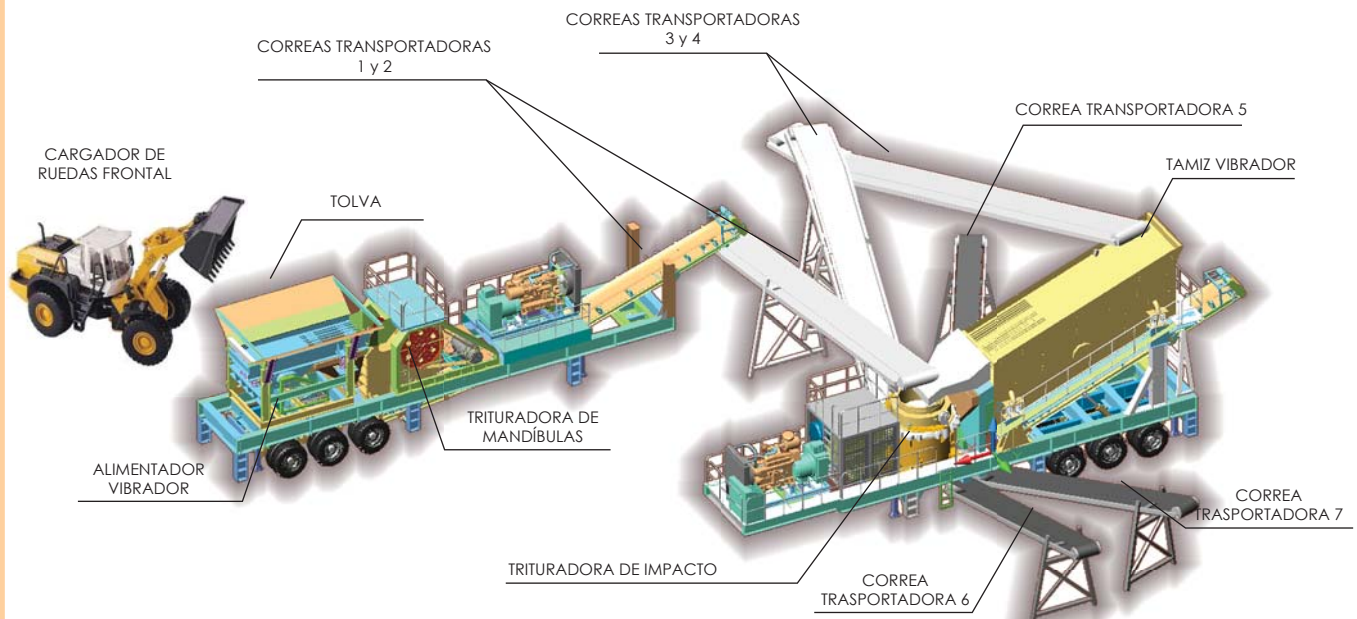


Ilustración 19, Flujo de producción del agregado reciclado
Fuente: G. Pérez/S. Almeida

- Con la ayuda del cargador frontal de ruedas los escombros de hormigón simple son colocados en la tolva.
- El material cae sobre el alimentador vibrador y es transportado uniformemente hacia la trituradora de mandíbulas.
- El material es triturado y colocado sobre la correa transportadora 1 para luego pasar a la correa transportadora 2 que llevará el material a la trituradora de impacto.
- El material machacado cae sobre la correa transportadora 3 y posteriormente pasa a la correa transportadora 4 que descargará el material sobre el tamiz vibrador que clasificará y separará el producto en 3 diferentes tamaños para ser llevado por las correas transportadoras 5, 6 y 7 hasta las diferentes pilas de almacenamiento.
- El material que exceda el tamaño requerido, no pasará de la malla superior del tamiz vibrador y bajará para ser procesado nuevamente en la trituradora de impacto.

7.1.4 CONCLUSIONES

Utilizar materiales creados a partir de la recuperación y reintegración a los ciclos de producción de otros elementos, se traduce en términos de una construcción sustentable, concepto que se fortalece cuando se logra reducir los volúmenes de desperdicios y se contribuye con el alargamiento de la vida útil de recursos no renovables.

Para que procesos como el reciclaje de hormigón funcionen, es necesaria la integración de todos los agentes que se encuentran involucrados, directa o indirectamente, con las actividades de la construcción. Es decir, no sólo responsabilizar a constructores y diseñadores, sino también, incluir a la comunidad, el Gobierno y gestores de residuos, ya que una construcción sustentable que empieza por un diseño racionalizador de los recursos disponibles y procesos que generen pocos desperdicios, debe ser reforzada por una comunidad que comprenda la necesidad actual del mundo de mantener abiertos los ciclos de vida de todo material inerte, y sobretodo que valore los intentos del resto de agentes que tratan de conservar los recursos que ahora tenemos disponibles y asimismo entender que nuestro planeta, en definitiva, no es un contenedor de desperdicios. Todo esto será posible cuando:

- Se invierta en investigación y capacitación de los técnicos, sobre una Gestión responsable de los RCD que son manejados directamente por ellos.
- La comunidad sea capacitada para consolidar una cultura de Reciclaje y Reutilización de residuos.
- Se desarrolle una normativa correctamente estructurada sobre la Gestión de RCD, que contribuya positivamente a la creación de proyectos como el que ha sido expuesto en ésta tesis sobre una Planta Recicladora de hormigón.
- Se establezcan los parámetros de calidad para materiales generados a partir de la recuperación de RCD que guíen a los constructores sobre los métodos óptimos para utilizar éste tipo de materiales.

Si bien es cierto, el reciclaje de hormigón para crear agregados gruesos no es una actividad reciente en países del primer mundo, en nuestro medio aún no forma parte de los ciclos económicos ni de producción, con lo que se hace más evidente el bajo nivel de desarrollo de nuestro país en factores como educación y legislación ambiental, tanto como la escasa aceptación de la sociedad por los procesos de recuperación de RCD, agentes que podrían contribuir al fracaso en la implementación de nuevos métodos para la creación de materiales de construcción.




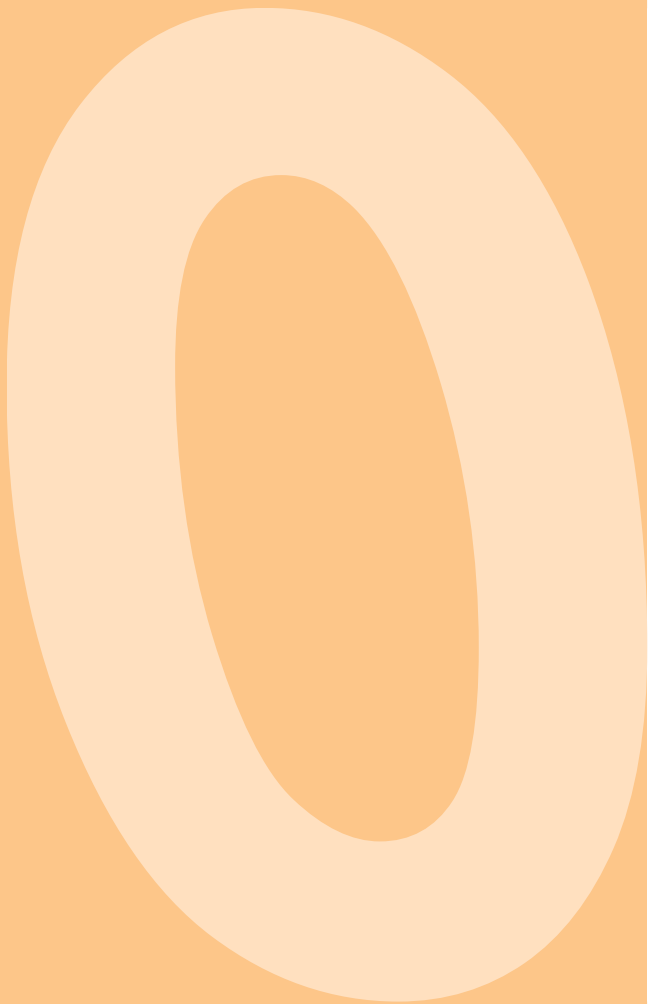
- **Americas Global Foundation** (EE.UU, 1996), Ventajas del Acero Panelizado, Consultado en Octubre 15, 2008 en http://www.theamericas.org/ventajas_acero.panelizado.htm
- **Ayuntamiento de Madrid** (España, 2007) Síntesis del Diagnóstico de Sostenibilidad de la Ciudad de Madrid, Consultado en Octubre 2, 2008.
- **Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana** (1997), Diagnóstico De La Situación Del Manejo De Residuos Sólidos Municipales En América Latina Y El Caribe, Consultado en Octubre 16, 2008.
- **Barroso Ángel** (Argentina, 2007), El Reciclaje de los Residuos Urbanos de Sanlúcar es un Rotundo Fracaso, Consultado en Octubre 14, 2008 en <http://ania.urcm.net/noticia.php3?id=23439>
- **Bedoya Montoya Carlos Mauricio** (Colombia, 2003), El Concreto Reciclado con Escombros como Generador de Habitats Urbanos Sostenibles, Pág. 52-53, 93-94, Consultado en Octubre 15, 2008.
- **Canevari Fernando Gabriel** (Argentina, 2005), Planta de Recuperación y Reciclaje de Residuos Sólidos Urbanos, Consultado en Octubre 13, 2008 en <http://www.estrucplan.com.ar/Articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=1099>
- **Cementos Minetti** (Argentina, 2006) Proceso de producción del cemento, Consultado en Octubre 17, 2008 en http://www.grupominetti.com/ppc_minetti/minetti_ppc.html
- **Comisión Brundtland** (1987), Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro Futuro Común ONU, Consultado en Octubre 13, 2008.
- **Comisión de las Naciones Unidas** (1992) Programa 21: Principios de Sostenibilidad, Consultado en Octubre 15, 2008.
- **Consortio I.L.M** (Ecuador, 2000) Relleno Sanitario Las Iguanas, Consultado en Octubre 23, 2008.
- **Cortina Ramírez José Manuel** (México, 2007), Guía para el manejo de residuos sólidos generados en la industria de la construcción, Consultado en Enero 29, 2009 en http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mgc/cortina_r_jm
- **Douglas Dreher** (Ecuador, 1991) Construcción de casa con caña guadúa en Guayaquil, Consultado en Noviembre 5, 2008 en <http://www.douglasdreher.com/proyectos/canaguadua/>
- **E. Vázquez, A. Gonçalves** (Francia, 2005), Use of Recycled Materials - Final Report of RILEM TC 198-URM, Consultado en Diciembre 5, 2008.
- **Europe Commissions** (Unión Europea, 2004), The IPTS Report: Tecnologías Limpias en Europa: Difusión y Fronteras. Consultado en Octubre 16, 2008 en <http://ipts.jrc.ec.europa.eu/home/report/spanish/articles/vol69/ENV1S696.html>.
- **Gobierno del Distrito Federal México** (México, 2004), Norma Ambiental para El Distrito Federal Nadf-007-Rnat-2004 – Clasificación y Especificaciones de Manejo para Residuos de la Construcción en el Distrito Federal, Consultado en Octubre 19, 2008.
- **Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña - ItEC** ((España, 2000), Manual de Minimización y Gestión de los Residuos en las Obras de Construcción y Demolición: Programa de Afiliados de la Construpedia, Consultado en Octubre 15, 2008 en <http://www.construmatica.com/construpedia/Desconstrucci%C3%B3n>
- **Instituto Ecuatoriano de Normalización - INEN** (Ecuador, 1992), Código Ecuatoriano de Construcción, Consultado en Noviembre 11, 2008.
- **Instituto Nacional de Ecología de México** (México, 2005) Diagnóstico de la Zona de Estudio, Consultado en Octubre 14, 2008 en <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/105/2.html>
- **International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures** - RILEM Recommendations (Francia, 1994), Specifications for concrete with recycled aggregates, Consultado en Diciembre 5, 2008.
- **Jara F., Orta M., Orta I.** (Ecuador, 2008) Estudio Afectación por material Particulado y Ruido Ocasionado de las Actividades de las Canteras en las Urbanizaciones de la Vía a la Costa, Consultado en Octubre 21, 2008.
- **M.I. Municipalidad de Guayaquil** (Ecuador, 2000) Ordenanza del Plan Regulador de desarrollo Urbano de Guayaquil, Consultado en Diciembre 20, 2008.
- **M.I. Municipalidad de Guayaquil** (Ecuador, 2000) Utilización de la Tierra Urbana, Consultado en Octubre 17, 2008 en <http://www.guayaquil.gov.ec/238/3521.gye>
- **Instituto del Cemento Portland Argentino** (Argentina, 2001), La Reducción del Impacto Ambiental del Hormigón, Consultado en Octubre 21, 2008 en <http://www.icpa.org.ar/files/mehtahor.doc>

- **Mehta Kumar, Concrete International** (EE.UU, 2001), Advancements in concrete technology, Consultado en Octubre 21, 2008 en <http://www.ecosmartconcrete.com/kbase/filedocs/trmehta99.pdf>
- **Ministerio de Medio Ambiente** (Ecuador, 1982), Ley De Régimen Municipal, Capítulo II – De Los Fines Municipales, Art. 15, 3a, Consultado en Octubre 16, 2008.
- **Ministerio de Medio Ambiente** (Ecuador, 1992), Ley de Residuos y Desechos Sólidos del Ecuador, Artículo 3, Sección Cuarta, Capítulo II – De la Competencia Municipal, Consultado en Octubre 15, 2008.
- **Ministerio de Medio Ambiente de España** (España, 2007), Plan Nacional Integrado de Residuos - PNIR: II PLAN NACIONAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION (II PNRCO), Consultado en Octubre 5, 2008.
- **ONU – M.I. Municipalidad de Guayaquil** (Ecuador, 1997-2007) Desarrollo de la Construcción Formal de la ciudad de Guayaquil, Consultado en Octubre 16, 2008.
- **Organización Panamericana de la Salud** (2003), Evaluación Regional de los servicios de manejo de Residuos Sólidos Municipales, Consultado en Octubre 25, 2008.
- **Plan de Sostenibilidad para la Familia** (España, 2007), Manual para un Hogar más Ecológico, Consultado en Octubre 13, 2008 en <http://www.munimadrid.es/>
- **Revista Materiales de Construcción** (España, 2007), Procedimiento Experimental, Vol. 57, 288, 5-15, Consultado en Octubre 22, 2008.
- **Sáenz Isaac** (Perú, 2005) Guayaquil en el Siglo XXI: Globalización, revitalización y reinención urbana, Consultado en Noviembre 2, 2008.
- **Sánchez de Juan Martha** (España, 2004), Estudio sobre la Utilización de Árido Reciclado para la Fabricación de Hormigón Estructural, Consultado en Octubre 14, 2008.
- **Scudelati & Asociados** (Argentina, 2008) Planta de Recuperación y Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos, Consultado en Noviembre 2, 2008.
- **Takenaka Corporation** (Japón, 1999), High-Quality Recycled Aggregate "Cyclite", Consultado en Octubre 18, 2008 en http://www.takenaka.co.jp/takenaka_e/news_e/pr9912/m9912_01.html
- **Universidad de Oviedo, Facultad de Petrología y Geoquímica** (España, 2008). Consultado en Octubre 19, 2008 en [http://petro.uniovi.es/Docencia/lrc/Tema%2007%20Aridos%20\(2\).pdf](http://petro.uniovi.es/Docencia/lrc/Tema%2007%20Aridos%20(2).pdf)
- **Wikipedia** (2008) Retracción del Hormigón. Consultado en Octubre 13, 2001 en <http://es.wikipedia.org/wiki/Retracci3n>



ANEXOS

- ANEXO 1, *Revisión de la bibliografía: fichas bibliográficas y de trabajo*
 - ANEXO 2, *Bibliografía comentada*
 - ANEXO 3, *Ordenanza que norma el manejo y la disposición final de escombros para la ciudad de Guayaquil*
 - ANEXO 4, *Construcción de casa con caña guadúa en Guayaquil, desarrollada por Arq. Douglas Dreher*
 - ANEXO 5, *Aspectos considerados para diseño de mezclas de hormigón*
 - ANEXO 6, *Recomendaciones para la utilización de hormigones reciclados, según el Ministerio de Fomento del Gobierno de España*
 - ANEXO 7, *Matrices de resultados de ensayos*
 - ANEXO 8, *Selección y cotización de la planta trituradora*
 - ANEXO 9, *Cargador de ruedas frontal*
 - ANEXO 10, *Generador eléctrico*
 - ANEXO 11, *Tarifas aduaneras*
 - ANEXO 12, *Presupuesto comparativo*
- 



ANEXO 1

*REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA:
FICHAS BIBLIOGRÁFICAS Y
DE TRABAJO*



REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA: FICHAS BIBLIOGRÁFICAS Y DE TRABAJO

FICHA BIBLIOGRÁFICA

AUTOR: Acurio Guido Rossin Antonio Teixeira Paulo Fernando Zepeda Francisco	TÍTULO: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	EDITORIAL: Publicación conjunta del Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana	PAÍS: Washington, D.C.	FECHA: Julio de 1997
--	--	---	----------------------------------	--------------------------------

NÚMERO DE HOJAS: 130	VOLÚMENES: 1	ARCHIVO O BIBLIOTECA: http://www.iadb.org/sds/doc/ENV107ARossinE.pdf
--------------------------------	------------------------	---

TEMÁTICA GENERAL: Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en Latinoamérica.	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: Fuentes generadoras de Residuos Sólidos Municipales y su manejo en Latinoamérica y el Caribe.	CLAVE: B-1
--	--	----------------------

FICHA DE TRABAJO

AUTOR: Acurio Guido Rossin Antonio Teixeira Paulo Fernando Zepeda Francisco	TÍTULO: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	EDITORIAL: Publicación conjunta del Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana	PAÍS: Washington, D.C.	FECHA: Julio de 1997
--	--	---	----------------------------------	--------------------------------

TEMÁTICA GENERAL: Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en Latinoamérica.	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: Fuentes generadoras de Residuos Sólidos Municipales y su manejo en Latinoamérica y el Caribe.	CLAVE: FT-1
--	--	-----------------------

SÍNTESIS: Este Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en Latinoamérica y el Caribe realizado conjuntamente por el Banco Interamericano de Desarrollo la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud es un primer intento para medir los avances logrados en el Continente cinco años después de la CNUMAD-92. El Diagnóstico ha permitido identificar los siguientes aspectos críticos y conclusiones agrupados bajo seis categorías: (1) área institucional y legal; (2) área técnica y operativa; (3) área económico-financiera; (4) área de la salud; (5) área del ambiente; y (6) área social y comunitaria.

FICHA BIBLIOGRÁFICA

AUTOR: ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL DISTRITO FEDERAL	TÍTULO: GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL	EDITORIAL: Órgano del Gobierno del Distrito Federal	PAIS: México, DF.	FECHA: 12 DE JULIO DE 2006
NÚMERO DE HOJAS: 64	VOLUMENES: 1	ARCHIVO O BIBLIOTECA: http://www.consejeria.df.gob.mx/gace/ta/pdf/junio03_3_44_bis.pdf		
TEMÁTICA GENERAL: Manual Administrativo en su parte de procedimientos; el cual tiene como elemento normativo, de apoyo y de consulta en las actividades que se realizan dentro de la Delegación.	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-007-RNAT-2004, QUE ESTABLECE LA CLASIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE MANEJO PARA RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL DISTRITO FEDERAL			CLAVE: B-2

FICHA DE TRABAJO

AUTOR: ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL DISTRITO FEDERAL	TÍTULO: GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL	EDITORIAL: Órgano del Gobierno del Distrito Federal	PAIS: México, DF.	FECHA: 12 DE JULIO DE 2006
TEMÁTICA GENERAL: Manual Administrativo en su parte de procedimientos; el cual tiene como elemento normativo, de apoyo y de consulta en las actividades que se realizan dentro de la Delegación.	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-007-RNAT-2004, QUE ESTABLECE LA CLASIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE MANEJO PARA RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL DISTRITO FEDERAL			CLAVE: FT-2
SÍNTESIS: El presente documento se integra de Procedimientos conformados de su Objetivo; Política y/o normas; Descripción narrativa y Diagramas de Flujo; mismos que fueron validados por la Coordinación General de Modernización Administrativa de la Oficialía Mayor del Gobierno de Distrito Federal, 3 procedimientos correspondientes a la Dirección de Recursos Materiales y Servicios Generales. Este oficio contiene la NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-007-RNAT-2004, que establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción en el Distrito Federal para optimizar su control, fomentar su aprovechamiento y minimizar su disposición final inadecuada.				

Ficha 2
Diseño: Arq. María de Lourdes Aburto
Vaciado: G. Pérez/S. Almeida

FICHA BIBLIOGRÁFICA

AUTOR: Corroccoli Mario Daniel Ibáñez Julio Ricardo	TÍTULO: VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	EDITORIAL: Universidad Nacional de La Patagonia	PAÍS: La Patagonia, Argentina	FECHA: Julio de 1997
--	--	---	--	--------------------------------

NÚMERO DE HOJAS: 32	VOLÚMENES: 1	ARCHIVO O BIBLIOTECA: http://www.economicasunp.edu.ar/06-publicaciones/informacion/anuario%2002/lba%FIez-43.PDF
-------------------------------	------------------------	---

TEMÁTICA GENERAL: Valoración económica de los residuos sólidos urbanos	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: Valorización de los Residuos Sólidos Urbanos desde una perspectiva económica.	CLAVE: B-3
--	--	----------------------

FICHA DE TRABAJO

AUTOR: Corroccoli Mario Daniel Ibáñez Julio Ricardo	TÍTULO: VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	EDITORIAL: Universidad Nacional de La Patagonia	PAÍS: La Patagonia, Argentina	FECHA: Julio de 1997
--	--	---	--	--------------------------------

TEMÁTICA GENERAL: Valoración económica de los residuos sólidos urbanos	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: Valorización de los Residuos Sólidos Urbanos desde una perspectiva económica.	CLAVE: FT-3
--	--	-----------------------

SÍNTESIS: Análisis y valorización económica de los Residuos Sólidos Urbanos, situación actual y propuestas de Gestión de estos residuos en Argentina y algunos países de Latinoamérica. Este trabajo evalúa la Generación Per Cápita de Basura, el mercado para materiales reciclables y la elección de las tecnologías de recolección. Funciona además como guía para la Organización y preparación del presupuesto para la construcción de una planta de Recuperación de Residuos y hace un análisis de la eficiencia del negocio.
--

FICHA BIBLIOGRÁFICA

AUTOR: Ayuntamiento de Madrid	TÍTULO: PLAN DE SOSTENIBILIDAD PARA LAS FAMILIAS MANUAL PARA UN HOGAR MÁS ECOLÓGICO	EDITORIAL: Ayuntamiento de Madrid	PAIS: Madrid, España	FECHA: 2008
---	---	---	--------------------------------	-----------------------

NÚMERO DE HOJAS: 58	VOLUMENES: 1	ARCHIVO O BIBLIOTECA: http://www.munimadrid.es/UnidadWeb/Contenidos/Publicaciones/TemaMedioAmbiente/ManualHogarEcologico/FAMILIA.pdf
-------------------------------	------------------------	---

TEMÁTICA GENERAL: Inclusión de la comunidad a través de su participación en programas de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos.	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: Programas de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en la comunidad.	CLAVE: B-4
---	--	----------------------

FICHA DE TRABAJO

AUTOR: Ayuntamiento de Madrid	TÍTULO: PLAN DE SOSTENIBILIDAD PARA LAS FAMILIAS MANUAL PARA UN HOGAR MÁS ECOLÓGICO	EDITORIAL: Ayuntamiento de Madrid	PAIS: Madrid, España	FECHA:
---	---	---	--------------------------------	---------------

TEMÁTICA GENERAL: Inclusión de la comunidad a través de su participación en programas de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos.	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: Programas de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en la comunidad	CLAVE: FT-4
---	---	-----------------------

SINOPSIS: Proambiental entre los individuos que la componen (desde una única persona hasta grandes familias). El plan de sostenibilidad para las familias quiere promover la acción
--

Ficha 4
Diseño: Arq. María de Lourdes Aburto
Vaciado: G. Pérez/S. Almeida

FICHA BIBLIOGRÁFICA

AUTOR: Área de Gobierno de Medio Ambiente y Servicios a la Ciudad Dirección General de Sostenibilidad y Agenda 21	TÍTULO: Síntesis del Diagnóstico de Sostenibilidad de la Ciudad de Madrid	EDITORIAL: Ayuntamiento de Madrid	PAIS: Madrid, España	FECHA: 2008
--	---	---	--------------------------------	-----------------------

NÚMERO DE HOJAS: 61	VOLUMENES: 1	ARCHIVO O BIBLIOTECA: http://www.munimadrid.es/UnidadWeb/Contenidos/Publicaciones/TemaMedioAmbiente/SintesisDiagnosticoSostenibilidad/Diagn%C3%B3stico%C3%ADntesisCiudad.pdf
-------------------------------	------------------------	---

TEMÁTICA GENERAL: Diagnóstico de Sostenibilidad de la Ciudad de Madrid, puntos fuertes y débiles.	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: Sostenibilidad de la Ciudad de Madrid	CLAVE: B-5
---	--	----------------------

FICHA DE TRABAJO

AUTOR: Área de Gobierno de Medio Ambiente y Servicios a la Ciudad Dirección General de Sostenibilidad y Agenda 21	TÍTULO: Síntesis del Diagnóstico de Sostenibilidad de la Ciudad de Madrid	EDITORIAL: Ayuntamiento de Madrid	PAIS: Madrid, España	FECHA: 2008
--	---	---	--------------------------------	-----------------------

TEMÁTICA GENERAL: Diagnóstico de Sostenibilidad de la Ciudad de Madrid, puntos fuertes y débiles.	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: Sostenibilidad de la Ciudad de Madrid	CLAVE: FT-5
---	--	-----------------------

SÍNTESIS: Diagnostico de Sostenibilidad de Madrid y propuesta para la implementación de los principios expuestos en Agenda 21 en nuevas políticas ambientales.
--

FICHA BIBLIOGRÁFICA

AUTOR: Congreso Nacional del Ecuador	TÍTULO: LEY DE GESTION AMBIENTAL LEY NO. 37. RO/ 245 DE 30 DE JULIO DE 1999.	EDITORIAL: Congreso Nacional	PAIS: Ecuador	FECHA: 1999
NÚMERO DE HOJAS: 14	VOLUMENES: 1	ARCHIVO O BIBLIOTECA: http://www.ambiente.gov.ec/paginas_espanol/3normativa/docs/LGA.pdf		
TEMÁTICA GENERAL: Normativa jurídica y estructura institucional ambiental del Ecuador	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: Régimen institucional de la gestión ambiental en Ecuador.			CLAVE: B-6

FICHA DE TRABAJO

AUTOR: Congreso Nacional del Ecuador	TÍTULO: LEY DE GESTION AMBIENTAL LEY NO. 37. RO/ 245 DE 30 DE JULIO DE 1999.	EDITORIAL: Congreso Nacional	PAIS: Ecuador	FECHA: 1999
TEMÁTICA GENERAL: Normativa jurídica y estructura institucional ambiental del Ecuador	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: Régimen institucional de la gestión ambiental en Ecuador.			CLAVE: FT-6
SÍNTESIS: La Ley de Gestión Ambiental establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.				

Ficha 6
Diseño: Arq. María de Lourdes Aburto
Vacado: G. Pérez/S. Almeida

FICHA BIBLIOGRÁFICA

<p>AUTOR: Franklin Associates Preparado para U.S. Environmental Protection Agency Municipal and Industrial Solid Waste Division Office of Solid Waste</p>	<p>TÍTULO: CHARACTERIZATION OF BUILDING-RELATED CONSTRUCTION AND DEMOLITION DEBRIS IN THE UNITED STATES (Caracterización de la edificación relacionada con los residuos de construcción y demolición en los Estados Unidos)</p>	<p>EDITORIAL:</p>	<p>PAIS: Prairie Village, KS EE.UU.</p>	<p>FECHA: Junio de 1998</p>
<p>NÚMERO DE HOJAS: 100</p>		<p>VOLUMENES: 1</p>		<p>ARCHIVO O BIBLIOTECA: http://www.p2pays.org/ref/02/01095.pdf</p>
<p>TEMÁTICA GENERAL: Residuos de construcción y demolición en los estados Unidos</p>	<p>REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: Análisis de la generación de residuos a partir de construcciones y demoliciones en los Estados Unidos y posterior gestión de estos residuos.</p>			<p>CLAVE: B-7</p>

FICHA DE TRABAJO

<p>AUTOR: Franklin Associates Preparado para U.S. Environmental Protection Agency Municipal and Industrial Solid Waste Division Office of Solid Waste</p>	<p>TÍTULO: CHARACTERIZATION OF BUILDING-RELATED CONSTRUCTION AND DEMOLITION DEBRIS IN THE UNITED STATES (Caracterización de la edificación relacionada con los residuos de construcción y demolición en los Estados Unidos)</p>	<p>EDITORIAL:</p>	<p>PAIS: Prairie Village, KS EE.UU.</p>	<p>FECHA: Junio de 1998</p>
<p>TEMÁTICA GENERAL: Residuos de construcción y demolición en los estados Unidos</p>		<p>REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: Análisis de la generación de residuos a partir de construcciones y demoliciones en los Estados Unidos y posterior gestión de estos residuos.</p>		<p>CLAVE: FT-7</p>
<p>SINOPSIS: El propósito de este informe es caracterizar la cantidad y la composición de los residuos de construcción y demolición (C&D) generados en los Estados Unidos, y resumir la gestión practicada de estos desechos. Presenta diferentes perspectivas acerca de las diferentes maneras de aprovechar estos residuos con métodos como el reciclaje y la reutilización.</p>				

FICHA BIBLIOGRÁFICA

AUTOR: Congreso Nacional del Ecuador	TÍTULO: Estrategia Ambiental para el Desarrollo Sostenible del Ecuador	EDITORIAL: Congreso Nacional del Ecuador	PAIS: Ecuador	FECHA: 1999
NÚMERO DE HOJAS: 20	VOLUMENES: 1	ARCHIVO O BIBLIOTECA: http://www.ambiente.gov.ec/paginas_espanol/3normativa/docs/Ambiente.pdf		
TEMÁTICA GENERAL: Desarrollo Sostenible en el Ecuador.	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: La Estrategia ambiental para el desarrollo sostenible del Ecuador		CLAVE: B-8	

FICHA DE TRABAJO

AUTOR: Congreso Nacional del Ecuador	TÍTULO: Estrategia Ambiental para el Desarrollo Sostenible del Ecuador	EDITORIAL: Congreso Nacional del Ecuador	PAIS: Ecuador	FECHA: 1999
TEMÁTICA GENERAL: Desarrollo Sostenible en el Ecuador.	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: La Estrategia ambiental para el desarrollo sostenible del Ecuador		CLAVE: FT-8	
SÍNTESIS: La Estrategia ambiental para el desarrollo sostenible, recoge las políticas respectivas vigentes y las experiencias acumuladas en el país e intentaba adecuarlas a las nuevas tendencias de conocimiento y a los dispositivos para la protección ambiental con los que se contaba en ese entonces.				

Ficha 8
 Diseño: Arq. María de Lourdes Aburto
 Vaciado: G. Pérez/S. Almeida

FICHA BIBLIOGRÁFICA

AUTOR: Gracia Rodríguez Jerónimo	TÍTULO: Estudio del funcionamiento de los sistemas de gestión de calidad y el medio ambiente en el sector de la construcción de la comunidad de Madrid.	EDITORIAL: Tesis doctoral	PAIS: Granada, España	FECHA: Noviembre de 2006
--	---	-------------------------------------	---------------------------------	------------------------------------

NÚMERO DE HOJAS: 550	VOLUMENES: 1	ARCHIVO O BIBLIOTECA: http://hera.ugr.es/tesisugr/15773917.pdf
--------------------------------	------------------------	---

TEMÁTICA GENERAL: Sistemas de gestión de calidad en el sector de la construcción.	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: Análisis de la generación y falencias en la gestión de residuos a partir de obras de construcción en Madrid.	CLAVE: B-9
---	---	----------------------

FICHA DE TRABAJO

AUTOR: Gracia Rodríguez Jerónimo	TÍTULO: Estudio del funcionamiento de los sistemas de gestión de calidad y el medio ambiente en el sector de la construcción de la comunidad de Madrid.	EDITORIAL: Tesis doctoral	PAIS: Granada, España	FECHA: Noviembre de 2006
--	---	-------------------------------------	---------------------------------	------------------------------------

TEMÁTICA GENERAL: Sistemas de gestión de calidad en el sector de la construcción.	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: Análisis de la generación y falencias en la gestión de residuos a partir de obras de construcción en Madrid.	CLAVE: FT-9
---	---	-----------------------

SINTESIS: En esta investigación se analiza la situación actual relativa a la gestión de Residuos de la construcción en obras. Como resultado de este análisis, se detectaron los fallos de dicha gestión y se establecerán las actuaciones necesarias para su mejora.

FICHA BIBLIOGRÁFICA

AUTOR: Wikipedia	TÍTULO: Agenda 21	EDITORIAL:	PAIS: España	FECHA: 2008
NÚMERO DE HOJAS: 20	VOLUMENES: 1	ARCHIVO O BIBLIOTECA: http://es.wikipedia.org/wiki/Agenda_21		
TEMÁTICA GENERAL: Programa o Agenda 21	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: Agenda 21, normas y prescripciones del Desarrollo sostenible.		CLAVE: B-10	

FICHA DE TRABAJO

AUTOR: Wikipedia	TÍTULO: Agenda 21	EDITORIAL:	PAIS: España	FECHA: 2008
TEMÁTICA GENERAL: Sostenibilidad	REFERENTE PARA FICHA INVENTARIO: Comentarios e explicación sobre los principios más sobresalientes de la Agenda 21.		CLAVE: FT-10	
SÍNTESIS: El Programa o Agenda 21 como tratado o compendio de normas y prescripciones del Desarrollo Sostenible, su historia, evolución, estructura y análisis de contenidos.				

Ficha 10
 Diseño: Arq. María de Lourdes Aburto
 Vaciado: G. Pérez/S. Almeida

ANEXO 2

BIBLIOGRAFÍA COMENTADA



CLAVE: B-1

Este Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en Latinoamérica y el Caribe realizado conjuntamente por el Banco Interamericano de Desarrollo la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud es un primer intento para medir los avances logrados en el Continente cinco años después de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD-92), realizada en 1992. El Diagnóstico se desarrolla en seis aspectos: (1) las falencias legales y la debilidad institucional de los países latinoamericanos respecto a la gestión de RSU; (2) el manejo erróneo de residuos especiales y peligrosos en el área técnica y operativa; (3) falta de conocimiento de los beneficios económicos de un manejo adecuado de RSU; (4) la población olvidada de trabajadores de la basura y el bajo control de salubridad; (5) el mal impacto ambiental de los actuales depósitos finales; y (6) la débil participación ciudadana en el manejo de RSU.

CLAVE: B-2

Este oficio contiene la norma ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2004, que establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción en el Distrito Federal para optimizar su control, fomentar su aprovechamiento y minimizar su disposición final inadecuada. Ha sido tomado como referencia para hacer comparaciones entre la normativa existente en Ecuador y la de otros países con un mayor desarrollo en educación medioambiental, así como una legislación mejor estructurada.

CLAVE: B-3

Este estudio nos demuestra que a pesar de que métodos de reinserción de ciertos RSU tienen beneficios económicos, estos son superados por los beneficios sociales y ambientales que se logran. Propone los posibles pasos a considerar para Diseñar un Proyecto de Reciclaje, analizando la Producción Per Cápita de residuos y su composición, variable crítica para el proyecto, ya que de ella desprenderá cuáles son los tipos de RSU factibles económicamente de ser recuperados. Además hace una evaluación del mercado para materiales reciclables, inversión, presupuesto y ganancias.

CLAVE: B-4

Este plan de sostenibilidad reconoce a los miembros de las familias como principales generadores de residuos y busca involucrarlos a los procesos de recuperación de dichos materiales, capacitando a los ciudadanos en educación ambiental y promoviendo su participación activa mediante una concientización efectiva de los daños que trae consigo un mal manejo de los RSU.

CLAVE: B-5

Analiza los puntos débiles en los que el Ayuntamiento debe actuar con mayor impacto, para lograr minimizar los impactos negativos de los ciclos de producción abiertos. Toma como inicio, los principios de sostenibilidad promulgado en la Agenda o Programa 21 de la ONU y sobretodo busca métodos con los cuales involucrar a la comunidad dentro de procesos productivos más sustentables.

CLAVE: B-6

La Ley de Gestión Ambiental rige como principal norma para asegurar la preservación del medio ambiente en el Ecuador, desde 1999. A partir de ésta, se desarrollan las normativas de cada Municipio por ciudad dentro del país.

CLAVE: B-7

Este informe caracteriza la cantidad y la composición de los residuos de construcción y demolición generados en los Estados Unidos, y resumir la gestión practicada de estos desechos. Presenta diferentes perspectivas acerca de las diferentes maneras de aprovechar estos residuos con métodos como el reciclaje y la reutilización.

CLAVE: B-8

Estrategia ambiental para el desarrollo sostenible, recoge las políticas respectivas vigentes y las experiencias acumuladas en el país e intentaba adecuarlas a las nuevas tendencias de conocimiento y a los dispositivos para la protección ambiental con los que se contaba en ese entonces.

CLAVE: B-9

Uno de los objetivos de esta investigación, radica en analizar la situación actual relativa a la gestión de los residuos de la construcción en las obras, ya sea como parte del Sistema de Gestión Medioambiental (SGMA) o por cumplir con la legislación correspondiente. Como resultado de este análisis, se detectaran los fallos de dicha gestión y se establecen las acciones necesarias para su mejora. El estudio comprende una única comunidad autónoma con el objeto de que todas las obras encuestadas se enmarquen dentro del mismo contexto legislativo ambiental, Madrid como ámbito de estudio, por ser una región con extensión superficial reducida, pero con importancia política y concentrar numerosas infraestructuras de todas las topologías.

CLAVE: B-10

Documento de consulta sobre la historia, antecedentes y principios promulgados por la Agenda 21 sumados a la influencia que dicho tratado ha tenido sobre los procesos productivos en la actualidad.

CLAVE: B-11

Este documento contribuye a una mejor comprensión sobre el término Sustentabilidad o Sostenibilidad y expone los ámbitos en los que se desarrolla y debe aplicarse. Es una reseña histórica sobre la evolución del término desde que fue oficializado en 1987 en el Informe Brundtland.

CLAVE: B-12

Análisis sobre materiales de construcción alternativos que resultan cumplir con características compatibles con los principios de sostenibilidad y son comparados con los materiales tradicionales.

CLAVE: B-13

Esta investigación profundiza en la historia del tratamiento de los depósitos de desechos sólidos urbanos, demostrando la necesidad de su investigación a partir de la Mecánica de Suelos. Mediante la realización una síntesis de la experiencia cubana en el tema (desarrollo de los depósitos de desechos sólidos urbanos en Cuba) se analiza propiedades geotécnicas y parámetros que se emplean en el manejo de los residuos sólidos urbanos, además del estudio cronológico de los rellenos sanitarios y vertederos, con sus respectivos análisis de suelo. Realiza recomendaciones sobre la manipulación y deposición de los desechos, así como los procesos de selección, acondicionamiento y preservación de los vertederos en las etapas de diseño, construcción, explotación, clausura y post-clausura de los mismos.

CLAVE: B-14

Este documento intenta esclarecer las diferencias entre los términos Sustentable y Sostenible llegando a la conclusión de que ambos son la traducción del mismo término anglosajón sustainable mediante un efectivo recorrido por de los referentes históricos del término original.

CLAVE: B-15

Análisis de la construcción dentro del metabolismo urbano, toma como precedente el estudio de la ciudad de Hong Kong realizado en los años setenta y que estableció que en una ciudad se destruye anualmente un 0,6% de lo construido, en tanto que el volumen edificado aumenta un 5%. Estudia como debilita al medio ambiente la extracción constante de materias primas para la construcción y es sobretodo un examen de como las ciudades experimentan diariamente el hecho de construir y demoler, la generación de escombros como producto de los materiales rotos o desperdiciados en obra y la importancia de reintegrarlos al ciclo productivo. Como resultado de esta investigación, se establece la falibilidad técnica y económica del uso del concreto reciclado.

CLAVE: B-16

Los autores analizan la factibilidad del desarrollo de una planta de recuperación para RSU implantado en Argentina. Se estudia el medio, los beneficios económicos, sociales y ambientales que serían posibles al lograr que proyectos sean construidos.

CLAVE: B-17

Programa 21 es un plan de acción mundial exhaustivo que abarca todos los aspectos del desarrollo sostenible, entre los que se cuentan: La contaminación de la atmósfera, el aire y el agua, La lucha contra la deforestación; la desertificación y la pérdida de terrenos agrícolas, El combate a la reducción de las poblaciones de peces, La promoción del manejo seguro de los desechos sólidos.

CLAVE: B-18

A lo largo de este artículo se ofrece una visión global de la problemática y situación referente a los residuos de construcción y demolición (RCD), en España y a nivel mundial. Tras presentar algunas de las principales características (generación y composición) de tales residuos, se pasa a revisar de forma genérica las soluciones comúnmente adoptadas para su tratamiento y eliminación.

CLAVE: B-19

El Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición es una referencia para comprender las partes que componen dichos planes y cuál es su estructura funcional

CLAVE: B-20

Breve análisis sobre aspectos como los procesos de construcción sostenibles, respecto a la situación actual de los RCD en la República Argentina. Se llega a algunas conclusiones que evidencian los puntos débiles o falencias del sistema de gestión de dichos residuos.

CLAVE: B-21

Esta investigación aborda la problemática de la heterogeneidad del árido reciclado y la importancia que puede tener su calidad sobre las propiedades del hormigón, afronta dos perspectivas: calidad del árido reciclado y propiedades del hormigón reciclado. Presenta una serie de estudios experimentales que incluyen pruebas de resistencia y evaluación de propiedades físicas, con el fin de elaborar un manual de recomendaciones para la utilización de este tipo de áridos en la construcción.

ANEXO 3

*ORDENANZA QUE NORMA EL
MANEJO Y LA DISPOSICIÓN FINAL
DE ESCOMBROS PARA GUAYAQUIL*



**ANEXO 3 ORDENANZA QUE NORMA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN FINAL
DE ESCOMBROS PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**

EL M. I. CONCEJO CANTONAL DE GUAYAQUIL

CONSIDERANDO

- QUE**, la Constitución Política de la República del Ecuador, en el Art. 86, dispone que el Estado Ecuatoriano reconoce y garantiza a los habitantes del país, el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación.
- QUE**, de conformidad con lo dispuesto en el Art. 13 de la Codificación de la Ley de Gestión Ambiental, la M. I. Municipalidad de Guayaquil tiene la facultad de dictar las políticas ambientales aplicables para el cantón.
- QUE**, conforme al Convenio de Transferencia de Competencias, suscrito el 12 de abril del 2002 entre el Ministerio del Ambiente y la M. I. Municipalidad de Guayaquil, se transfirió a este Cabildo dentro del marco de la Ley de Gestión Ambiental, varias competencias ambientales, entre las cuales se incluye la elaboración y definición de políticas, normas técnicas, y estrategias ambientales cantonales, mediante la expedición de Ordenanzas.
- QUE**, en virtud de lo establecido en el Art. 149 literal j) de la Codificación de la Ley Orgánica de Régimen Municipal, a la administración municipal le corresponde velar por el fiel cumplimiento de las normas legales sobre saneamiento ambiental.
- QUE**, el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, en su Anexo 6 (Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos), establece los criterios para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos, desde su generación hasta su disposición final.
- QUE**, en todo proceso de ejecución de una obra pública o privada se producen desechos de materiales de construcción y/o demolición, los que, por acción u omisión de los responsables de las mismas, son normalmente desalojados en lugares no autorizados ni planificados, contaminando vías y modificando negativamente esteros y en general, espacios de uso público o privado.
- QUE**, es necesario erradicar la práctica común de depositar los desechos sólidos sobrantes de la actividad de la construcción o demolición en la realización de obras civiles en vías públicas, en riberas o lechos de esteros y canales naturales, en lotes vacíos o parcialmente construidos a modo de relleno, provocando taponamientos de cauces naturales en el primer caso y potenciales problemas de inestabilidad de las edificaciones.
- QUE**, es necesario establecer, en salvaguardia del derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, un marco jurídico en el que se establezca que este tipo de conducta merece ser enérgicamente sancionada.
- EN** uso de las atribuciones y facultades que le confieren los Arts. 228, de la Constitución Política de la República, en concordancia con lo establecido en el

Régimen Municipal.

EXPIDE

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

TITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

CAPITULO ÚNICO

OBJETO-ÁMBITO-DEFINICIONES

ARTÍCULO 1.- OBJETO.- La presente Ordenanza tiene como objeto establecer las normas y disposiciones básicas que sobre el manejo y disposición final de los desechos de materiales de construcción y demolición, deberán sujetarse las personas naturales o jurídicas, nacionales y extranjeras, públicas o privadas, así como regular las funciones técnicas y administrativas que le corresponde cumplir a la Municipalidad al respecto, de acuerdo a lo establecido por la Codificación de la Ley Orgánica de Régimen Municipal.

ARTÍCULO 2.- ÁMBITO.- Las disposiciones de la presente Ordenanza se aplicarán dentro del perímetro urbano de la ciudad de Guayaquil, de acuerdo a los límites establecidos en la Ordenanza Reformativa de Delimitación Urbana de la ciudad de Guayaquil, publicada en el R. O N° 828 del 9 de Diciembre de 1991, en las áreas de expansión urbana de la ciudad de Guayaquil, y en los desarrollos urbanísticos autorizados por la Municipalidad ubicados fuera de los ámbitos anteriormente indicados.

ARTÍCULO 3.- DEFINICIONES.- A efectos de la aplicación de la presente Ordenanza, se adoptan las siguientes definiciones:

ALMACENAMIENTO: Es la acción del usuario de depositar temporalmente los residuos de materiales de construcción o demolición, mientras se procede a su disposición final en el relleno sanitario de la ciudad de Guayaquil.

BARRIDO Y LIMPIEZA: Conjunto de actividades tendientes a dejar las áreas públicas libres de todo residuo sólido diseminado o acumulado.

CAJA O UNIDAD DE ALMACENAMIENTO: Recipiente metálico o de cualquier otro material apropiado, que se ubica en los sitios requeridos para el depósito temporal de residuos sólidos.

CONTAMINACIÓN: Presencia de fenómenos físicos, de elementos o de una o más sustancias o de cualquier combinación de ellas o sus productos que genere efectos adversos al Medio Ambiente, que perjudiquen la vida, la salud y el bienestar humano,

suelo o del ambiente en general.

DACMSE: Dirección de Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales.

DISPOSICIÓN FINAL DE ESCOMBROS: Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos no peligrosos sobrantes de la actividad de la construcción o demolición en la realización de obras civiles y demolición de las mismas en forma definitiva de tal manera que no representen daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

ESCOMBROS: Son desechos sólidos no peligrosos producidos por la construcción de edificios, pavimentos, obras de arte de la construcción, demolición de los mismos, etc. están constituidos por tierra, ladrillo, material pétreo, hormigón simple y armado, metales ferrosos y no ferrosos, madera, vidrio, arena, así como desechos de broza, cascote y materia removida de la capa vegetal del suelo que quedan de la creación o derrumbe de una obra de ingeniería. Incluye el material a desalojar en la excavación para la construcción de cimentaciones de obras civiles, tales como edificios, vías, ductos, etc.

EMISIONES FUGITIVAS: Son emisiones episódicas que se producen por alguna acción antropogénica debido a la acción del viento.

MUNICIPALIDAD: Se entiende a la M. I. Municipalidad de Guayaquil.

GENERADOR: Persona natural o jurídica, cuyas actividades o procesos productivos producen desechos sólidos definidos como escombros para este caso.

RECOLECCIÓN: Acción y efecto de retirar los residuos sólidos del lugar de presentación.

PRESTATARIA DEL SERVICIO DE ASEO: Empresa encargada del servicio público de recolección de basuras, barrido y limpieza de vías públicas de la ciudad de Guayaquil, transporte y descarga de las basuras en el relleno sanitario de la ciudad de Guayaquil.

PRESTATARIA DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE ESCOMBROS: Persona natural o jurídica autorizada para realizar el servicio de recolección, transporte y descarga de escombros en el sitio de disposición final autorizado por la Municipalidad.

VÍA PÚBLICA: Son las áreas destinadas o afectadas al tránsito público, vehicular o peatonal que componen la infraestructura vial de la ciudad y que comprenden las calles, las veredas o calzadas, separadores o parterres, sardineles, andenes incluyendo las zonas verdes de los separadores viales, puentes vehiculares y peatonales o cualquier otra combinación de los mismos elementos que puedan extenderse entre una y otra línea de las edificaciones.

DISPOSICIONES PARTICULARES

CAPÍTULO ÚNICO

DE LA RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE ESCOMBROS

ARTÍCULO 4.-CLASIFICACIÓN.- Los escombros no peligrosos se clasifican en:

- 4.1.-** Desechos sólidos no peligrosos producidos por las demoliciones de edificaciones y/o construcciones.
- 4.2.-** Desechos sólidos no peligrosos de materiales de construcción utilizados en una obra.
- 4.3.-** Material a desalojar en la excavación para la construcción de cimentaciones de obras civiles, tales como edificios, vías, ductos, etc.

TÍTULO III

DE LOS DEBERES Y OBLIGACIONES

CAPÍTULO I

DE LOS PROPIETARIOS Y/O RESPONSABLES TÉCNICOS DE LAS OBRAS

Art. 5.- Es responsabilidad de los generadores de escombros no peligrosos su recolección, transporte y descarga en el relleno sanitario previamente autorizados por la Municipalidad.

Los generadores de escombros no peligrosos son responsables de su almacenamiento temporal, siendo también co-responsables de la recolección, transporte y descarga en el relleno sanitario. Al respecto los generadores (propietarios de obra, empresa o contratista y responsable técnico de obra) estarán sujetos a las siguientes disposiciones:

- 5.1.-** Se deberá almacenar los escombros no peligrosos sólo en áreas privadas y si se tratare de obras públicas, disponerlos en lugar y en forma que no se esparzan por el espacio público y no perturben las actividades del lugar, de acuerdo con las normas vigentes sobre la materia.
- 5.2.-** Gestionar y/o contratar el retiro de los escombros no peligrosos en forma inmediata del frente de la obra y transportarlos al relleno sanitario para su disposición final o almacenarlos temporalmente en los contenedores móviles para su posterior traslado siempre y cuando el volumen a trasladar sea mayor o igual a 4m³.
- 5.3.-** Para desalojar los escombros no peligrosos identificados en el artículo anterior (Art.4), deberá contratar exclusivamente con las prestatarias autorizadas del servicio de

Dirección de Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales (DACMSE).

Queda establecido que la empresa que presta servicios de recolección, transporte y descarga de los desechos sólidos generados en la ciudad, podrá prestar el servicio al que se refiere esta Ordenanza, previa calificación de sus vehículos, por parte de la (DACMSE).

Queda establecido en esta Ordenanza que es responsabilidad exclusiva de la empresa-contratista, prestataria del servicio de aseo, la recolección de los escombros de arrojado clandestino mediante autorización previa de la DACMSE, tal como lo estipula el contrato que mantiene ésta con la Municipalidad.

5.4.- En el evento en que sea necesario almacenar temporalmente los escombros en el espacio público y éstos sean susceptibles de emitir al aire polvo y partículas contaminantes, deberán estar delimitados, señalizados y cubiertos en su totalidad de manera adecuada y optimizando al máximo el uso con el fin de reducir las áreas afectadas o almacenarse en recintos cerrados para impedir cualquier emisión fugitiva, de tal forma que se facilite el paso peatonal o el tránsito vehicular.

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

5.6.- No depositar o almacenar en el espacio público escombros que puedan originar emisión de partículas al aire.

5.7.- No utilizar las zonas verdes para la disposición temporal de escombros excepto cuando la zona esté destinada a ser zona de uso distinto de acuerdo con sus diseños, teniendo en cuenta que al finalizar la obra se deberá recuperar el espacio público o privado utilizado, de acuerdo con su uso y garantizando la reconfiguración total de la infraestructura y la eliminación absoluta de los materiales, elementos y residuos.

5.8.- Firma de una carta de responsabilidad y aceptación de las condiciones de operación establecidas en la presente Ordenanza, comprometiéndose adicionalmente a:

- a) El generador deberá contratar personas naturales o jurídicas propietarias de vehículos que cumplan con las regulaciones de tránsito y los requerimientos del Municipio respecto de los transportes, vehículos que deberán ser autorizados por la Municipalidad para el transporte y descarga en el relleno sanitario de los escombros, debidamente cubiertos a fin de evitar que se boten desperdicios en la vía pública y sin sobrepasar la capacidad máxima de almacenamiento de los contenedores.
- b) Descargar los escombros exclusivamente en los sitios autorizados para ello por parte de la Municipalidad.

5.9.- El material puede ser reutilizado dentro de la misma obra municipal, siempre y cuando:

y su Reglamento.

- b) Cumpla con las especificaciones técnicas de la obra.
- c) Se obtenga la autorización por escrito por parte de la M. I. Municipalidad de Guayaquil, a través de la Dirección de Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales; Dirección de Medio Ambiente; y, Dirección de Obras Públicas.

ARTÍCULO 6.- El incumplimiento debidamente comprobado de cualquiera de estas disposiciones por parte del responsable técnico de la obra, y a falta de éste, del propietario de la misma, será causal de oficio para la aplicación de la multa según lo dispuesto en el Art. 12 de la presente Ordenanza.

CAPÍTULO II

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

ARTÍCULO 7.- A efectos de garantizar el fiel cumplimiento de lo dispuesto en la presente Ordenanza respecto del traslado y descarga final de los escombros, la Municipalidad establece las siguientes disposiciones:

7.1.- Sólo podrá realizar labores de desalojo de escombros las personas naturales y jurídicas autorizadas para ejercer este servicio por la Municipalidad quien ejercerá esta actividad con vehículos que hayan recibido su acreditación o permiso.

7.2.- La Municipalidad podrá revocar el permiso de operación de los vehículos en los casos siguientes:

- a) Si el vehículo no llena los requisitos técnicos especificados en esta Ordenanza y/o su reglamento, y por la Comisión de Tránsito de la provincia del Guayas.
- b) Si se comprueba el acarreo de desechos peligrosos, o mezcla con desechos no contemplados en esta Ordenanza.
- c) Si se comprueba la descarga de escombros en sitios no autorizados por la Municipalidad.

7.3.- Independientemente de los requerimientos adicionales que pudiera establecer la Municipalidad para un mejor control del desarrollo de este tipo de actividades, los siguientes serán los requisitos o información requerida a la prestataria autorizada del servicio de recolección de escombros:

- a) Datos personales del operador del transporte.
- b) Identificación de las características del vehículo a utilizar, especialmente en lo referente a volumen, características mecánicas, etc.

identificación, etc.), de conformidad con lo que la Municipalidad establezca.

CAPÍTULO III

DE LAS RESPONSABILIDADES MUNICIPALES

ARTÍCULO 8.- DETERMINACIÓN DEL SITIO.- El sitio para la disposición final de los escombros deberá ser determinado por la Municipalidad, dentro de las instalaciones oficiales (Relleno Sanitario de la ciudad de Guayaquil), tomando en consideración requerimientos sanitarios y ambientales vigentes.

ARTÍCULO 9.- RESPONSABILIDAD DE DIRECCIONES MUNICIPALES.- Para el cumplimiento de las previsiones establecidas en la presente Ordenanza, se establecen las siguientes responsabilidades Municipales:

a) La DACMSE, determinará el o los sitios en los que se deberán depositar los escombros dentro de las instalaciones del relleno sanitario. Adicionalmente, deberá otorgar a los interesados en el desalojo de escombros (generador), la correspondiente autorización previa inspección del sitio para poder realizar labores de desalojo siempre y cuando el transporte de estos materiales no peligrosos sean realizados por vehículos de las prestatarias autorizadas del servicio de recolección de escombros.

La DACMSE verificará mediante los registros de pesaje que los desechos producidos ingresen al sitio de disposición final (Relleno Sanitario). En caso de que producto del seguimiento a realizar por la DACMSE se detecte que el Responsable Técnico Contratista y/o Propietario no esté disponiendo sus escombros a través del sistema de recolección autorizado por la Municipalidad para este fin, dará parte por escrito a la Dirección de Justicia y Vigilancia, para que se proceda a la sanción de acuerdo a lo establecido en esta Ordenanza.

El generador de escombros coordinará con la DACMSE para el traslado de escombros, la misma que solicitará a la prestataria autorizada del servicio de recolección de escombros, ejecute dicha actividad indicando la condición de costo a la cual se obligará el generador de escombros, la misma que se detalla en el Reglamento a establecer por la Municipalidad.

La recolección de escombros se programará dentro de los dos (2) días siguientes a la solicitud del generador de escombros, pero lo cual la prestataria autorizada del servicio de recolección de escombros le deberá indicar al generador el día y hora de recolección de esta clase de residuos, con el fin de que éstos no estén dispuestos en el espacio público sino lo estrictamente necesario para efecto de su recolección.

b) La Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registros dentro del documento que sirve de requisito para la obtención de la autorización por parte de la Municipalidad para emitir el Registro de Construcción, incluirá una cuantificación de los escombros que serán generados, producto de demoliciones o procesos constructivos de las obras civiles a construir.

Construcción, debiendo especificar el volumen aproximado de los desechos a ser dispuestos en el relleno sanitario, volumen cuyo rango de aproximación deberá fluctuar entre el $\pm 10\%$ del volumen realmente desalojado.

Para el caso de escombros generados por la acción de demolición de obras civiles, el generador incluirá en la solicitud de permiso otorgado por la Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registros una estimación de los desechos a generar, solicitud que una vez aprobada será remitida a la DACMSE para ejercer el control respectivo mediante los registros de pesaje en el sistema de balanzas del Relleno Sanitario y los controles periódicos a realizar al sitio de demolición reportado en tal solicitud, así como a la Dirección de Medio Ambiente (DMA) para efecto de seguimiento.

Para el caso en que el control de pesaje a realizar por la DACMSE indique que el generador no está disponiendo los escombros en el relleno sanitario, ésta dará parte por escrito a la Dirección de Justicia y Vigilancia y a la Dirección de Medio Ambiente, para que se sancione con la paralización de los trabajos de demolición y se ejecuten las multas respectivas de acuerdo a lo dispuesto en esta Ordenanza, y otras Ordenanzas que fueran pertinentes.

- c) La DACMSE controlará que los desechos producidos ingresen al sitio de disposición final emitiendo un formulario que será llenado y verificado mediante inspecciones rutinarias en los sitios de obras, chequeándose las cantidades desalojadas en el sistema de pesaje instalado en las instalaciones del relleno sanitario.

Este control servirá para verificar el cálculo declarado por el peticionario y por ende que el material sea depositado en el sitio designado.

En caso de que mediante estos chequeos rutinarios, se detecte que la cuantificación de escombros registrada por el peticionario del Registro de Construcción no se ha cumplido o que ha rebasado esta cantidad, el peticionario actualizará el registro de cuantificación de desechos en un plazo no mayor a 48 horas, mediante solicitud escrita a la DACMSE para los respectivos controles.

Para el caso en que el control de pesaje a realizar por la DACMSE indique que el constructor no está disponiendo los escombros en el relleno sanitario, ésta dará parte por escrito a la Dirección de Justicia y Vigilancia, para que se sancione con la paralización de la obra y se ejecuten las multas respectivas de acuerdo a lo dispuesto en esta Ordenanza.

Una vez cumplidas las exigencias antes expuestas el Responsable Técnico de la obra estará habilitado para seguir construyendo.

- d) Una vez culminada la obra y previo a la aprobación de la inspección final y certificación de habitabilidad, la DACMSE comparará la cantidad de escombros calculada y la que realmente fue desalojada y dispuesta en el relleno sanitario, cantidad que certificará el cumplimiento o no de la cantidad que fue indicada en

del Registro de Construcción.

- e) Además de las inspecciones a realizar por la DACMSE, la Dirección de Justicia y Vigilancia y la Dirección de Medio Ambiente, realizará inspecciones a las obras a efecto de comprobar el cumplimiento de las obligaciones fijadas respecto del manejo temporal de escombros.

En caso de existir causales de infracciones a lo estipulado en la presente Ordenanza, se procederá a través de una de las Comisaría Municipales, a levantar el expediente respectivo y a proceder de conformidad a lo estipulado en el presente instrumento previo cumplimiento de las disposiciones de ley, las ordenanzas y reglamentos municipales vigentes.

TÍTULO IV

DE LAS INFRACCIONES Y MULTAS

CAPÍTULO I

DE LAS INFRACCIONES

Art.10.- A efectos de la presente Ordenanza, se establecen las siguientes causales de infracciones respecto de los Responsables Técnicos y/o Propietarios de las Obras:

10.1.- Disponer los escombros en lugar y en forma que se esparzan por el espacio público y perturben las actividades del lugar.

10.2.- Contratar para la realización de labores de desalojo, a personas naturales o jurídicas no registradas y autorizadas por la Municipalidad.

10.3.- Almacenar temporalmente escombros sin haberlos delimitado, señalado y cubierto en su totalidad de manera adecuada, de tal forma que se dificulte el paso peatonal, el tránsito vehicular, o que puedan originar emisión de partículas al aire o al medio ambiente o que puedan originar emisiones de material particulado al aire o aporte de sedimentos hacia los cuerpos hídricos y redes de drenaje naturales o artificiales.

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

10.5.- Arrojar escombros en el espacio público.

10.6.- Arrojar los escombros en cualquier área fuera del relleno sanitario.

10.7.- Los generadores o poseedores de escombros que los entreguen a terceros para su recogida, transporte y/o descarga en el sitio de disposición final, responderán solidariamente con aquellos de cualquier daño que pudieren producirse por la incorrecta gestión de los mismos, en los siguientes supuestos:

limitación.

- b) Que se entregue al transportista autorizado, con conocimiento de que se va a proceder a una disposición final inadecuada del mismo con respecto a las disposiciones de esta Ordenanza.

Los generadores de escombros deberán actuar con la mayor diligencia posible en la comprobación del transportista, e informarse debidamente del destino de los mismos.

- c) Empleo de escombros como material de relleno de riberas y cauces de cuerpos hídricos naturales y artificiales.
- d) De los daños que se produzcan en los procesos de eliminación por una descarga no autorizada serán responsables los generadores o las personas que hayan depositado los escombros objeto de esta anomalía.

Art. 11.- Respecto de la prestataria autorizada del servicio de recolección de escombros se establecen las siguientes infracciones:

11.1.- Realizar labores de desalojo de escombros en vehículos no autorizados por la Municipalidad y sin contar con la debida licencia o permiso otorgado por parte de la Municipalidad.

11.2.- No transportar y no depositar los escombros en el relleno sanitario sitio autorizado por la Municipalidad para su disposición final.

11.3.- Transportar los escombros sin los debidos cuidados a efecto de evitar que se rieguen por el espacio público, poniendo de esa manera en peligro la integridad de bienes y personas.

CAPÍTULO II

DE LAS SANCIONES

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

12.1.- La Infracción por primera ocasión en una obra, se la sancionará con una multa equivalente a una (1) vez el salario básico unificado.

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

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

esta pública o privada ha infringido esta Ordenanza Municipal en lo referente a arrojamiento clandestino de los escombros, detectado mediante los controles periódicos que ejercerá la DACMSE, la Dirección de Obras Públicas Municipales (para efecto de obras municipales contratadas a través de la Fiscalización sea ésta a cargo de la Municipalidad o contratada) y la Dirección de Medio Ambiente en lo que comprende al cumplimiento del plan de manejo ambiental para las obras civiles en lo correspondiente a la disposición sanitaria de los desechos sólidos y se lo ha identificado como responsable de la generación de estos desechos mal dispuestos, se comunicará a las Direcciones de Justicia y Vigilancia y Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registros para que tomen las acciones pertinentes en lo que se refiere a suspensión temporal de la obra hasta que se proceda con la recolección y transporte de los escombros al relleno sanitario, bajo su costo. Así también se aplicará la multa respectiva de acuerdo a esta Ordenanza, sin perjuicio de las multas establecidas en otras ordenanzas que fueran aplicables.

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

ARTÍCULO 13.- Las prestatarias autorizadas de recolección de escombros del servicio que atañe a esta Ordenanza, estarán sujetas a sanciones en caso de incurrir en contravenciones a lo indicado en el Art. 11 de la misma y su Reglamento.

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

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

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

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

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

competentes de control citados en esta ordenanza y las demás vigentes, será aprehendido y puesto a órdenes de las autoridades de policía correspondientes a fin de que sea sancionado conforme lo previsto en el Art. 607-A, del Código Penal, relativo a las contravenciones ambientales. Sin perjuicio del juzgamiento que corresponda por encuadrarse esa misma acción a otras infracciones.

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

DISPOSICIÓN TRANSITORIA

En un plazo de 30 días posteriores a la promulgación de la presente Ordenanza, la Dirección de Desarrollo Institucional (DDI), con la colaboración de las Direcciones de Justicia y Vigilancia (DJV), de Urbanismo, Avalúos y Registro (DUAR), de Uso del Espacio y Vía Pública (DUEyVP) y la DACMSE, establecerán los formularios de acreditación y de Licencias para poder realizar labores de desalojo en el ámbito al que se refiere el Art. 2 de la presente Ordenanza.

DISPOSICIONES FINALES

PRIMERA: La presente Ordenanza entrará en vigencia a partir de su publicación en uno de los diarios de mayor circulación en el cantón Guayaquil.

SEGUNDA: La aplicación de la presente Ordenanza se efectuará luego de transcurrido los 30 días señalados en la disposición transitoria.

DADO Y FIRMADO EN LA SALA DE SESIONES DEL M. I. CONCEJO CANTONAL DE GUAYAQUIL, A LOS CATORCE DÍAS DEL MES DE SEPTIEMBRE DEL AÑO DOS MIL SEIS.

Luis Chiriboga Parra
**VICEPRESIDENTE DEL M.I.
CONCEJO CANTONAL**

Ab. Henry Cucalón Camacho
**SECRETARIO DE LA M.I. MUNICIPALIDAD
DE GUAYAQUIL**

CERTIFICO: Que la presente “ORDENANZA QUE NORMA EL MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE ESCOMBROS PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”, fue discutida y aprobada por el M. I. Concejo Cantonal de Guayaquil, en sesiones ordinarias de fecha siete y catorce de septiembre del año dos mil seis

ANEXO 4

*CONSTRUCCIÓN DE CASA CON
CAÑA GUADUA EN GUAYAQUIL
DESARROLLADA POR
ARQ. DOUGLAS DREHER*



ANEXO 4 CONSTRUCCIÓN DE CASA CON CAÑA GUADUA EN GUAYAQUIL DESARROLLADA POR ARQ. DOUGLAS DREHER

CONSTRUCCIÓN DE PAREDES CON ALMA DE MADERA, RECUBRIMIENTO DE CAÑA GUADÚA Y MORTERO³³

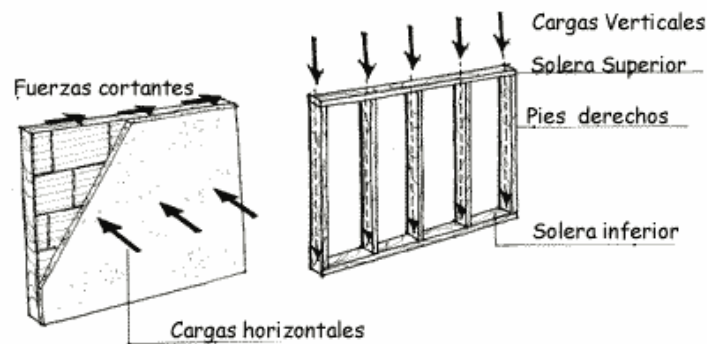
El siguiente proceso fue implementado por douglas dreher en una vivienda ubicada en la lotización "Los Algarrobos en el Km 20 de la vía Guayaquil – Salinas.

PAREDES

Son paneles autoportantes, de estructura de madera, formada por pies derechos, y soleras (inferiores y superiores)

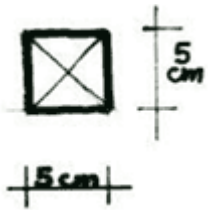


El panel es a la vez la estructura de la vivienda y su cerramiento. La unión de los paneles entre sí, con la cimentación, y con la estructura de cubierta, conforman una estructura sólida que resiste y transmite las cargas hasta llevarla a los cimientos de la vivienda. El distanciamiento entre pies derechos en los paneles es de máximo Ø 60 cm.

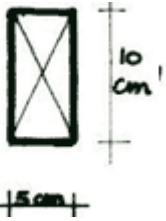


³³ Arq. Douglas Dreher (2008). Construcción de casa con caña guadúa en Guayaquil, Consultado en Noviembre 5, 2008 en <http://www.douglasdreher.com/proyectos/canaguadua/>

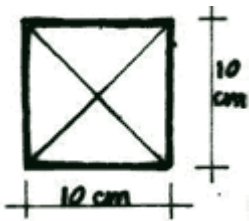
ESTRUCTURAS DE PANELES



» Los elementos que conforman los paneles tienen la sección de 5x5 cm. (pies derechos y soleras).

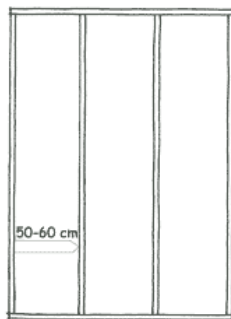


» Esta sección se utilizó en soleras superiores, en paneles con vanos de ventanas, vigas cumbreras y estructura de cubierta.

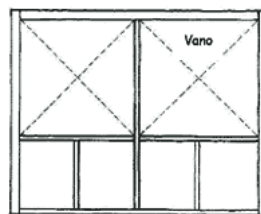


» Esta sección se utilizó como pies derechos que delimitan ventanas, quedando la madera vista en la fachada y reforzando la estructura del panel.

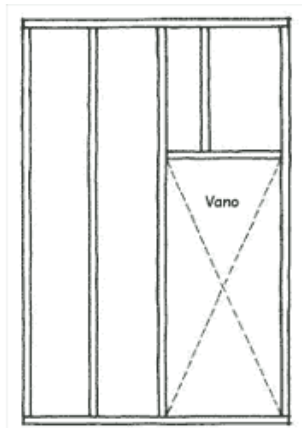
TIPOS DE PANELES



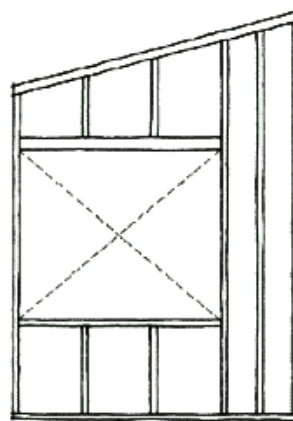
Panel Ciego



Panel con Ventanas



Panel con Puertas



Fachada Lateral

CONSTRUCCIÓN DE PANELES

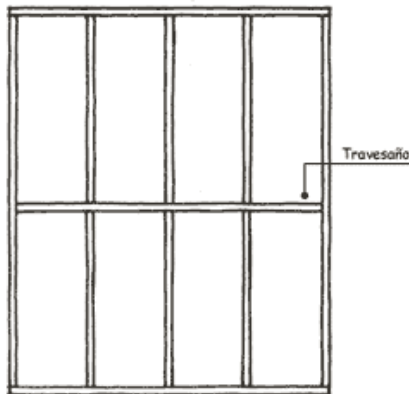


»» La madera utilizada para la estructura fue seleccionada, recta y de aristas regulares.

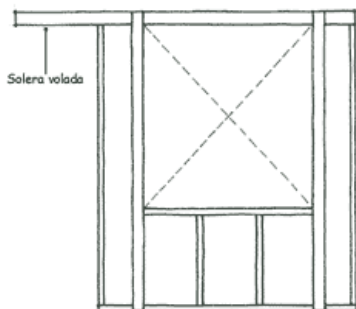
Una vez listos los elementos, se armaron los paneles de acuerdo a las especificaciones de los planos.



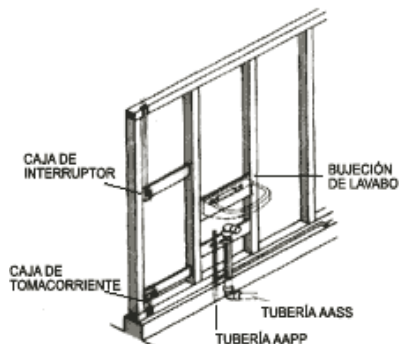
»» Los pies derechos están unidos a las soleras por medio de empalmes a media madera, y clavados entre sí.



»» A los paneles de mayor altura se les colocó un travesaño horizontal para contrarrestar la esbeltez de los pies derechos.



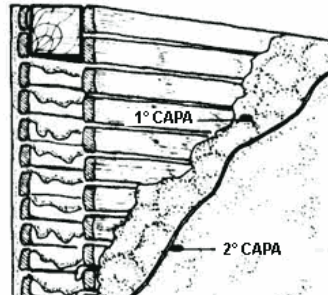
»» Los paneles esquineros sobre los cuales descansan los cuarterones de la cubierta incluyen una viga o solera superior volada en los extremos y sirven de apoyo a los aleros laterales.



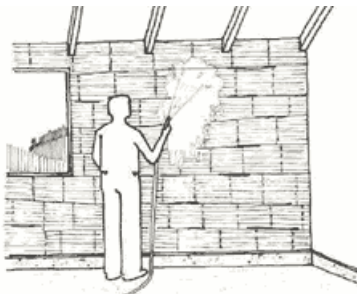
»» Los paneles donde se empotraron instalaciones y piezas sanitarias tienen travesaños de madera y colocados horizontalmente entre pies derechos, para la sujeción de estos. Igual procedimiento se utilizó para la fijación de cajas de tomacorrientes e interruptores, las cuales deben sobresalir hasta cubrir el espesor del revestimiento.

RECUBRIMIENTO DE MORTEROS

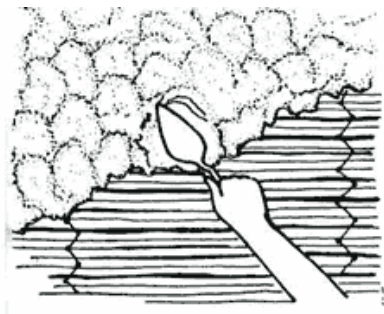
Para el recubrimiento de paneles se utilizó un mortero de cemento y arena, aplicándose primeramente una capa a manera de champeado, la cual queda pegada a la caña, penetrando por los intersticios de esta. Esta capa presenta fisuras propias de la dilatación y contracción de los materiales.



PROCESO



»»» Antes de aplicar el mortero, se humedecieron los paneles con dos horas de anticipación.



»»» Se aplicó la primera capa, comenzando por los paneles interiores, dejando una textura muy rústica con el fin de que presente buena adherencia para la siguiente capa.



»»» A esta primera capa se le dio un tiempo de fraguado de 8 días, período durante el cual se la hidrató dos veces al día, utilizando mangueras.



»»» Posteriormente se aplicó la segunda capa de enlucido de textura lisa, dejando juntas de dilatación cada dos metros. Esta capa se curó por un tiempo de 5 días.

ANEXO 5

*ASPECTOS CONSIDERADOS PARA
EL DISEÑO DE MEZCLAS
DE HORMIGÓN*



ASPECTOS CONSIDERADOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN

DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN:³⁴

Generalidades:

La mezcla mas conveniente debe ser la que permita cumplir con el objetivo de su utilización al menor costo.

Económico:

Entre los componentes que son normales en el hormigón convencional el cemento es el de precio unitario más alto; de este modo, aunque en este tipo de hormigón el cemento solo constituye alrededor del 10% del volumen absoluto total, puede llegar a representar más del 70% del costo de sus componentes.

Podemos reducir el costo del hormigón:

- Utilizando el menor revenimiento que permita una adecuada colocación.
- Utilizando el mayor tamaño máximo del agregado que sea posible.
- Utilizando una relación óptima del agregado grueso - agregado fino.
- Utilizar aditivos convenientes cuando sea necesario.

Técnico:

Los requerimientos que deben satisfacerse al diseñar las mezclas se refieren al comportamiento que se demanda del hormigón en su **estado fresco** como a las propiedades que se le exigen en su **estado endurecido**.

Estado fresco:

En este estado, el atributo mas frecuente requerido en las mezclas se denomina "trabajabilidad". Un hormigón apropiadamente diseñado debe permitir ser colocado y compactado apropiadamente con el equipamiento disponible. El acabado que permite el hormigón debe ser el requerido y la segregación y sangrado deben ser minimizados. Esto se puede definir con 5 características principalmente:

- Homogeneidad y uniformidad
- Consistencia (cohesión y viscosidad)
- Estabilidad (oposición a la segregación y sangrado)
- Aptitud para la compactación (compactibilidad)
- Disposición para el acabado (condiciones de textura superficial)

Estado endurecido:

Las propiedades del hormigón en este estado comúnmente se especifican y son la resistencia mecánica y la durabilidad.

Resistencia Mecánica: para fines estructurales normalmente se define como la resistencia a la compresión simple y a veces por la tensión por flexión pero también existe la posibilidad de reglamentar la deformabilidad del hormigón.

Durabilidad: La cualidad de ser durable es un concepto menos preciso que el de las propiedades mecánicas del hormigón endurecido, ya que no solo depende de factores intrínsecos del material sino también de factores extrínsecos relacionados con las condiciones de exposición y servicio de las estructuras.

Así que se puede diseñar la mezcla con el propósito adicional de mejorar la durabilidad de estructuras de hormigón que operaran expuestas a abrasión mecánica, erosión hidráulica, cambios de humedad y temperatura, el ataque de los 105 sulfatos, penetración de agentes corrosivos, la congelación y el deshielo, etc.

Composición del Hormigón: Para el propósito de controlar la calidad del hormigón se consideran cuatro ingredientes básicos: cemento, agua, agregado fino y agregado grueso.

Para el diseño de mezclas es mas conveniente suponer que el hormigón se integra de tres componentes: la pasta de cemento, agregado fino y agregado grueso; dando por sentado que en la composición de la pasta de cemento intervienen el agua el cemento y, en su caso, los aditivos.

Agregados: En un principio los agregados solían verse como elementos de relleno, con el criterio de utilizarlos al máximo para lograr el mayor aprovechamiento posible de la pasta de cemento, con fines orientados principalmente a la economía del producto. Hoy se considera que este criterio prevalece pero con otra prioridad, ya que el principal beneficio que se obtiene por llegar al mínimo posible la proporción de pasta en el hormigón es de índole técnica, pues con ello disminuyen los cambios volumétricos del hormigón y los probables agrietamientos en las estructuras, con lo que se mejoraría la durabilidad potencial de estas siempre y cuando los agregados sean de buena calidad.

Selección del tamaño máximo del agregado:

Las Normas de Diseño estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor que sea económicamente disponible, siempre que sea compatible con las dimensiones y características de la estructura.

La Norma Técnica de Edificación E.060 prescribe que el agregado grueso no deberá ser mayor de:

- 1/5 de la menor dimensión entre caras de encofrados; o
- 1/3 del peralte de la losa; o
- 3/4 del espacio libre mínimo entre barras individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones o ductos de preesfuerzo.

Se considera que, cuando se incrementa el tamaño máximo del agregado, se reducen los requerimientos del agua de mezcla, incrementándose la resistencia del hormigón. En general este principio es válido con agregados hasta 40mm 1 ½". En tamaños mayores, solo es aplicable a hormigones con bajo contenido de cemento.

Al aumentar el tamaño máximo de partículas en un conjunto de granulometría continua se disminuye la superficie específica del conjunto y se reduce el volumen total de vacíos entre partículas. Es por eso que cuando se aumenta el tamaño máximo de agregado en una mezcla de hormigón, se requiere menos pasta de cemento para llenar los vacíos. Pero otra consecuencia es que tienden a aumentar los esfuerzos en el contacto pasta-agregados y puede provocar la falla por adherencia.

Para cada nivel de resistencia a compresión del hormigón hay un tamaño máximo de agregado, al aumentar el nivel de resistencia tiende a disminuir el tamaño máximo de agregado; es así que para hormigones de mayor resistencia es mejor el agregado de menor tamaño, aunque aumenta la pasta de cemento.

Granulometría de los agregados:

Los cambios granulométricos del agregado no son excesivamente influyentes en las características y propiedades del hormigón en su estado fresco y endurecido, pero siempre se pretende que en las mezclas de hormigón convencional de consistencia plástica, la curva granulométrica del agregado sea continua, es decir que no falte material de ningún intervalo. Para que las mezclas de hormigón sean manejables y no se segreguen con facilidad, es necesario que exista continuidad de tamaños en sus partículas.

Elección de la relación agua-cemento (a/c):

Existen dos criterios (por resistencia y por durabilidad) para la selección de la relación a/c, de los cuales se elegirá el menor de los valores, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación a/c seleccionada con base en la resistencia satisfaga también los requerimientos de durabilidad.

Módulo de finura:

Corresponde a la suma de los porcentajes de retenidos acumulados en cada malla, dividida entre cien. El módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.1 y ningún grupo de partículas puede representar más del 45% del total.

Si el módulo de finura es menor a 2.3 la arena se considera muy fina y si es mayor a 3.1.

³³ Samuel Laura Huanca, Universidad del Altiplano (Perú, 2006), *Diseño de mezclas de concreto*, Consultado en Enero 8, 2009.

ANEXO 6

*RECOMENDACIONES PARA LA
UTILIZACIÓN DE HORMIGONES
RECICLADOS, SEGÚN EL MINISTERIO
DE FOMENTO DEL GOBIERNO DE
ESPAÑA*



ANEXO 6 RECOMENDACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE HORMIGONES RECICLADOS, SEGÚN EL MINISTERIO DE FOMENTO DEL GOBIERNO DE ESPAÑA

Anejo 15 - 526 -

ANEJO 15

Recomendaciones para la utilización de hormigones reciclados

1 Alcance

Se define a los efectos de este Anejo como hormigón reciclado (HR), el hormigón fabricado con árido grueso reciclado procedente del machaqueo de residuos de hormigón.

Para su aplicación en hormigón estructural, este Anejo recomienda limitar el contenido de árido grueso reciclado al 20% en peso sobre el contenido total de árido grueso. Con esta limitación, las propiedades finales del hormigón reciclado apenas se ven afectadas en relación a las que presenta un hormigón convencional, siendo necesaria, para porcentajes superiores, la realización de estudios específicos y experimentación complementaria en cada aplicación.

En el Anejo se dan indicaciones sobre algunas de las propiedades del hormigón que pueden verse afectadas con sustituciones superiores al límite indicado.

En este documento se desarrollan únicamente aquellas consideraciones que complementan las prescripciones incluidas en los distintos artículos de la Instrucción, o que incluso en algunos casos las sustituyen, manteniéndose vigentes el resto de prescripciones, que no entren en contradicción con las recogidas en el Anejo.

El árido reciclado puede emplearse tanto para hormigón en masa como hormigón armado de resistencia característica no superior a 40 N/mm², quedando excluido su empleo en hormigón pretensado.

Quedan fuera de los objetivos de este anejo:

- Los hormigones fabricados con árido fino reciclado.
- Los hormigones fabricados con áridos reciclados de naturaleza distinta del hormigón (áridos mayoritariamente cerámicos, asfálticos, etc).
- Los hormigones fabricados con áridos reciclados procedentes de estructuras de hormigón con patologías que afectan a la calidad del hormigón tales como álcali-árido, ataque por sulfatos, fuego, etc.
- Hormigones fabricados con áridos reciclados procedentes de hormigones especiales tales como aluminoso, con fibras, con polímeros, etc.

2 Complementos al texto de esta Instrucción

Seguidamente se indican, por referencia a los Títulos, Capítulos, Artículos y Apartados de esta Instrucción (con objeto de facilitar su seguimiento), recomendaciones para el empleo de hormigones reciclados.

Anejo 15 - 527 -

TÍTULO 1º BASES DE PROYECTO

CAPÍTULO III. Acciones

Artículo 10.º Valores característicos de las acciones

10.2 Valores característicos de las acciones permanentes

En el caso de hormigones reciclados con un porcentaje de árido reciclado menor o igual al 20%, los valores característicos del peso propio se obtienen a partir de los mismos valores de densidades que establece la Instrucción:

- Hormigón en masa 2.300 kg/m³
- Hormigón armado 2.500 kg/m³

Para porcentajes de árido grueso reciclado superiores al 20%, la densidad resultante del hormigón reciclado es inferior a la de un hormigón convencional por la menor densidad que presenta el árido reciclado, a causa del mortero que permanece adherido al árido natural. Cuanto mayor es el porcentaje de árido reciclado utilizado menor será la densidad del hormigón. Así, para sustituciones totales del árido grueso, los descensos se sitúan entre el 5-15% de la densidad de un hormigón convencional.

TÍTULO 3.º PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LOS MATERIALES

CAPÍTULO VI. Materiales

Artículo 26.º Cementos

Los tipos de cemento utilizados en la fabricación de hormigones con áridos reciclados serán los mismos que se emplean en un hormigón convencional para las mismas aplicaciones.

Artículo 28.º Áridos

28.1 Generalidades

La combinación de árido grueso natural y reciclado ha de satisfacer las especificaciones recogidas en el Artículo 28º de la Instrucción. En este Anejo se establecen los requisitos que deben cumplir los áridos gruesos reciclados, así como aquellas especificaciones que se deben exigir a los áridos naturales para que la mezcla de ambos cumpla los requisitos del Artículo 28º.

En general se emplearán para los áridos reciclados los métodos de ensayo incluidos en la Instrucción, aunque en algunos casos pueden ser necesarias modificaciones, tal como se indica en los apartados correspondientes.

En la fabricación de hormigones reciclados se podrán emplear áridos naturales rodados o procedentes de rocas machacadas.

Anejo 15 - 528 -

Se considera que los áridos reciclados obtenidos a partir de hormigones estructurales sanos, o bien de hormigones de resistencia elevada, son adecuados para la fabricación de hormigón reciclado estructural, aunque deberá comprobarse que cumplen las especificaciones exigidas en los siguientes apartados.

Las partidas de árido reciclado deben disponer de un documento de identificación de los escombros de origen que incluya los siguientes aspectos:

- naturaleza del material (hormigón en masa, armado, mezcla de hormigón, etc),
- planta productora del árido y empresa transportista del escombro,
- presencia de impurezas (cerámico, madera, asfalto),
- detalles sobre su procedencia (origen o el tipo de estructura de la que procede),
- cualquier otra información que resulte de interés (causa de la demolición, contaminación de cloruros, hormigón afectado por reacciones álcali-árido, etc).

Se deberán establecer acopios separados e identificados para los áridos reciclados y los áridos naturales.

Es aconsejable que los áridos reciclados procedentes de hormigones de muy distintas calidades se almacenen separadamente, debido a que la calidad del hormigón de origen influye en la calidad del árido reciclado, obteniéndose áridos con mejores propiedades a partir de hormigones de buena calidad. Una posible distinción puede ser almacenar en acopios separados los escombros procedentes de hormigón estructural o de elevada resistencia y los procedentes de hormigones no estructurales, permitiendo así una mayor uniformidad en las propiedades de los áridos producidos.

28.2 Designación de los áridos

Los áridos reciclados se designarán con el formato que se recoge en el Artículo 28 de la Instrucción, y en el apartado "Naturaleza" se denominarán "R".

28.3 Tamaños máximo y mínimo de un árido

El tamaño mínimo permitido de árido reciclado es de 4 mm.

28.4 Granulometría de los áridos

Las plantas productoras de árido reciclado consiguen en general una fracción gruesa con un coeficiente de forma, índice de lajas y una granulometría adecuadas dentro de los husos recomendables para su empleo en hormigón estructural.

Los áridos reciclados deberán presentar un contenido de desclasificados inferiores menor o igual al 10% y un contenido de partículas que pasan por el tamiz de 4 mm no superior al 5%.

El contenido de desclasificados inferiores del árido reciclado suele ser superior al de los áridos naturales, debido a que éstos pueden generarse después del tamizado, durante el almacenamiento y transporte, por su mayor friabilidad. Además, la fracción fina reciclada se caracteriza por presentar un elevado contenido de mortero, lo cual origina unas peores propiedades que afectan negativamente a la calidad del hormigón. Esta es la principal causa de restringir su uso en la aplicación de hormigón estructural.

Anejo 15 - 529 -

28.6 Requisitos físico mecánicos

En hormigón reciclado con un contenido no superior al 20% de árido reciclado, el contenido de terrones de arcilla de éste no será superior al 0,6%, y el del árido grueso natural no superior al 0,15%.

Si el hormigón reciclado incorpora cantidades de árido reciclado superiores al 20%, habrá que extremar las precauciones durante su producción para eliminar al máximo las impurezas de tierras que lleve la materia prima, y así facilitar que el árido combinado cumpla la especificación de la Instrucción. En el caso extremo de utilizar un 100% de árido grueso reciclado, éste debe cumplir la especificación máxima del 0,25% de terrones de arcilla.

28.6.1 Condiciones físico-mecánicas (este apartado no se corresponde con ninguno del articulado)

En el hormigón reciclado con un contenido de árido reciclado no superior al 20%, éste deberá tener una absorción no superior al 7%. Adicionalmente, el árido grueso natural deberá tener una absorción no superior al 4,5%.

Para la resistencia al desgaste de la grava se mantiene el mismo requisito que para los áridos naturales (coeficiente de Los Ángeles no superior al 40%). En hormigones reciclados con más del 20% de árido reciclado, la combinación de árido grueso natural y reciclado debería cumplir la especificación que establece la Instrucción, presentando un coeficiente de absorción no superior al 5%. Como control rápido en la planta de producción, que permita estimar la absorción del árido reciclado, se puede realizar un ensayo de absorción a los 10 minutos, que debería ser inferior a 5,5% para aplicaciones de árido reciclado no superiores al 20%. En el caso de hormigones sometidos a ambientes de helada, para determinar la pérdida de peso máxima experimentada por los áridos reciclados al ser sometidos a ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato magnésico, se deberá realizar una preparación previa de la muestra, que consistirá en un lavado y tamizado enérgico por el tamiz de abertura 10 mm, para eliminar todas las partículas friables, previamente al procedimiento de ensayo descrito en la norma UNE-EN 1367 Parte 2. El límite al resultado del ensayo que establece la Instrucción para los áridos naturales será también de aplicación para los áridos gruesos reciclados.

28.7 Requisitos químicos

Se mantienen las especificaciones del Articulado relativas al contenido de cloruros, contenido de sulfatos

Los áridos reciclados pueden incorporar impurezas y contaminantes que influyen negativamente en las propiedades del hormigón. Estos contaminantes pueden ser muy variados, como plástico, madera, yeso, ladrillo, vidrio, materia orgánica, aluminio, asfalto, etc. Estas impurezas producen en todos los casos un descenso de resistencia en el hormigón.

Además, y dependiendo del tipo de impureza, se pueden presentar otros problemas como reacciones álcali-árido (vidrio), ataque por sulfatos (yeso), desconchados superficiales (madera o papel), elevada retracción (tierras arcillosas) o mal comportamiento hielo-deshielo (algunos cerámicos).

Se deberá controlar en el árido reciclado el contenido de impurezas, estableciendo los valores máximos recogidos en la tabla A15.1:

Anejo 15 - 530 -

TABLA A.15.*1

Impurezas máximas en el árido reciclado
Elementos Max. contenido de impurezas
% del peso total de la muestra
Material cerámico 5
Partículas ligeras 1
Asfalto 1
Otros materiales (vidrio, plásticos, metales, etc). 1,0

28.7.1 Cloruros

Los áridos reciclados pueden presentar un contenido apreciable de cloruros, en función de la procedencia del hormigón usado como materia prima, especialmente en hormigones procedentes de obras marítimas, puentes o pavimentos expuestos a las sales para el deshielo.

Asimismo, los hormigones en los que se hayan utilizado aditivos acelerantes pueden también contener una elevada cantidad de cloruros. Se recomienda determinar el contenido de cloruros totales en vez del contenido de cloruros solubles en agua, aplicando el mismo límite que establece la Instrucción para este último. Esto es debido a la posibilidad de que haya ciertos cloruros combinados que en ciertas circunstancias puedan ser reactivos y atacar las armaduras. Para la determinación de los cloruros totales en el árido reciclado puede utilizarse la UNE-EN196-2.

28.7.4 Materia orgánica Compuestos que alteran la velocidad de fraguado y el endurecimiento del hormigón.

El método de ensayo de UNE-EN 1744-1, para la determinación del contenido de partículas ligeras, presenta diversos problemas cuando se utiliza en áridos reciclados, al enturbiarse la solución con partículas de tierra y variar su densidad, debiéndose proceder a un lavado previo de la muestra y posterior desecado antes de la realización del ensayo.

28.7.6 Reactividad álcali-árido

Los áridos reciclados no presentarán reactividad potencial con los alcalinos del hormigón. Para el caso de los áridos reciclados procedentes de un único hormigón de origen controlado, entendiendo como tales hormigones de composición y características conocidas, se deberán realizar las comprobaciones indicadas en el articulado de la Instrucción. En el Anejo 15 - 531 - caso de áridos reciclados procedentes de distintos hormigones de origen, éstos deben considerarse potencialmente reactivos.

Artículo 29º Aditivos

En hormigones reciclados con sustitución mayor al 20%, la utilización de aditivos que modifiquen la neología es recomendable para la mejora de la trabajabilidad, compensando la mayor absorción de agua del árido reciclado si éste se utiliza en estado seco.

Artículo 30º Adiciones

Las adiciones podrán utilizarse en los mismos términos indicados en el articulado.

TÍTULO 4.º DURABILIDAD

CAPÍTULO VII. Durabilidad

Artículo 37.º Durabilidad del hormigón y de las armaduras

37.2.4. Recubrimientos

La Instrucción establece unos recubrimientos mínimos de hormigón en función de la resistencia del mismo y de la clase de exposición, que serán de aplicación para los hormigones con un contenido de árido reciclado no superior al 20%.

Para hormigones con mayor contenido de árido reciclado se podrán también mantener los recubrimientos de la Instrucción si las dosificaciones adoptadas de hormigón garantizan, para ambientes agresivos y mediante los estudios pertinentes, una durabilidad similar a la que la Instrucción pide al hormigón convencional en cada ambiente, según se indica en el artículo 37.3. Sólo en el caso de mantener las mismas dosificaciones que para el hormigón convencional podría ser necesario disponer mayores recubrimientos para compensar el aumento de porosidad del hormigón reciclado, según los estudios específicos que se realicen en cada caso.

37.3. Durabilidad del hormigón

La durabilidad del hormigón reciclado con un porcentaje de árido reciclado no superior al 20% es similar a la que presenta un hormigón convencional, por lo que son de aplicación las prescripciones recogidas en el articulado.

Sin embargo, la mayor porosidad del árido reciclado hace al hormigón reciclado que lo incorpora más susceptible a sufrir los efectos del ambiente, por lo que se deberán tomar medidas especiales cuando se utilice en ambientes agresivos y en porcentajes superiores al 20% de árido reciclado. Este comportamiento deberá tenerse en cuenta en la dosificación de la mezcla, mediante un incremento en el contenido de cemento o una disminución de la relación agua/cemento. Otra posibilidad es aumentar el recubrimiento de las armaduras necesario en determinados ambientes agresivos.

Anejo 15 - 532 -

37.3.2. Limitaciones a los contenidos de agua y cemento

En hormigón reciclado con más de un 20% de árido reciclado, los valores recogidos en la Tabla 37.3.2.a pueden ser insuficientes, siendo recomendable ajustar la dosificación de forma que se cumplan los requisitos referentes al resultado del ensayo de penetración de agua, según se recoge en el artículo, para todas las clases de exposición excepto la I y IIb.

Para sustituciones de árido reciclado superiores al 20%, las resistencias mínimas compatibles con los requisitos de durabilidad pueden ser superiores a las que se recogen en la tabla 37.3.2.b.

37.3.4. Resistencia del hormigón frente a la helada

Cuando el hormigón reciclado esté sometido a una clase de exposición H ó F, el árido reciclado deberá cumplir la especificación relativa a la estabilidad de los áridos frente a soluciones de sulfato sódico o magnésico.

Cuando el hormigón reciclado esté sometido a una clase de exposición H ó F, se deberá introducir un contenido mínimo de aire ocluido del 4,5%. En el caso de hormigones con más de un 20% de árido reciclado, se deberán realizar ensayos específicos con la dosificación del hormigón reciclado adoptada.

37.3.5. Resistencia del hormigón frente al ataque por sulfatos

En este tipo de clase de exposición, la utilización del árido reciclado está condicionada a que se conozca la procedencia del hormigón de origen, debiendo éste haber sido fabricado con cementos resistentes a los sulfatos.

37.3.6. Resistencia del hormigón frente al ataque del agua de mar

En este tipo de clase de exposición, la utilización del árido reciclado está condicionada a que se conozca la procedencia del hormigón de origen, debiendo éste haber sido fabricado con cementos resistentes al agua de mar.

37.3.7. Resistencia del hormigón frente a la erosión

El árido reciclado debe cumplir las especificaciones que recoge el articulado relativas al coeficiente de Los Ángeles, que debe ser inferior al 30%. La limitación establecida para el coeficiente de Los Ángeles es difícil de cumplir en los áridos reciclados, ya que éstos suelen presentar un mayor desgaste debido al mortero adherido.

37.3.8. Resistencia del hormigón frente a la reactividad álcali-árido

En ambientes de exposición húmedos, aquellos distintos al I y IIb, se recomienda utilizar áridos reciclados procedentes de un único hormigón de origen controlado, según se recoge en el artículo 28.7.6 del presente Anejo. En este caso, los ensayos de reactividad se llevarán a cabo sobre la mezcla de árido reciclado y natural que se vaya a utilizar en la obra.

Anejo 15 - 533 -

En estos ambientes, y en el caso de utilizar áridos reciclados de distintas procedencias, como precaución se tomarán las medidas que establece la Instrucción para la utilización de áridos potencialmente reactivos.

37.4. Corrosión de las armaduras

Al igual que en otras propiedades, los hormigones con un contenido de árido reciclado no superior al 20% presentan un comportamiento adecuado frente a la corrosión.

Para hormigones con porcentajes de árido reciclado superiores al 20%, la protección frente a la corrosión es inferior que la que ofrece un hormigón convencional con la misma dosificación, por lo que se recomienda la realización de ensayos específicos en cada caso.

TÍTULO 5.º CÁLCULO

CAPÍTULO VIII. Datos de los materiales para el proyecto

Artículo 39. Características del hormigón

39.1. Definiciones

Para hormigón reciclado con un porcentaje de árido grueso reciclado no superior al 20% se pueden utilizar las fórmulas del articulado para el cálculo de la resistencia a tracción. Para porcentajes de sustitución mayores del 20% esta propiedad se ve poco afectada, aunque se recomienda la realización de ensayos en cada caso.

39.2. Tipificación de los hormigones

La sigla T indicativa del tipo de hormigón será HRM ó HRA para el caso de hormigones en masa o armados, respectivamente, fabricados con árido reciclado. En cuanto a la resistencia característica, se recomienda utilizar la serie incluida en el articulado con el límite superior de 40 N/mm².

39.5. Diagrama tensión-deformación de cálculo del hormigón

El diagrama del articulado es válido para los hormigones reciclados con un porcentaje de sustitución del árido grueso no superior al 20%.

Para porcentajes de árido reciclado superiores al 20%, hay dos aspectos del diagrama tensión-deformación que pueden verse afectados:

- Por una parte se produce un aumento de la deformación en pico ϵ_{c1} a medida que aumenta el porcentaje de árido reciclado, debido a la mayor deformabilidad de estos áridos.

- Por otra parte, se pueden acusar mayores pérdidas de resistencia, en comparación con el hormigón convencional, en ensayos bajo cargas sostenidas. Por tanto, en estos casos se recomienda la realización de estudios específicos para fijar el diagrama de cálculo que se debe utilizar.

Anejo 15 - 534 -

39.6. Módulo de deformación longitudinal del hormigón

La fórmula y las tablas de los comentarios del articulado para calcular el módulo de deformación longitudinal del hormigón, son válidas para hormigones con un porcentaje de árido grueso reciclado no superior al 20%.

Para sustituciones de árido reciclado por encima del 20%, el módulo de deformación longitudinal disminuye progresivamente al aumentar el porcentaje de árido reciclado.

Como valor orientativo, y para un 100% de árido grueso reciclado, el módulo del hormigón será 0,8 veces el del hormigón convencional. Sin embargo, y debido a la variación de la calidad de los áridos reciclados, se puede producir una gran dispersión en el valor del módulo (pudiéndose presentar valores incluso inferiores al apuntado), lo que aconseja realizar ensayos en cada caso.

39.7. Retracción del hormigón

La fórmula y las tablas del articulado, así como sus comentarios, para estimar la retracción del hormigón son válidos para sustituciones de árido grueso reciclado no superiores al 20%.

Para sustituciones de árido reciclado por encima del 20%, la retracción aumenta progresivamente al aumentar el porcentaje de árido reciclado. Como valor orientativo, y para un 100% de árido grueso reciclado, la retracción será 1,5 veces la de un hormigón convencional. Debido a la fluctuación de la calidad de los áridos reciclados, se puede producir una gran dispersión en el valor de la retracción (pudiéndose presentar valores superiores al indicado), por lo que se aconseja realizar ensayos en cada caso.

39.8. Fluencia del hormigón

La fórmula y las tablas del articulado, así como sus comentarios, para estimar la fluencia del hormigón son válidos para sustituciones de árido grueso reciclado no superiores al 20%. Para sustituciones de árido reciclado por encima del 20%, la fluencia aumenta progresivamente al aumentar el porcentaje de árido reciclado. En el cálculo de la misma, este efecto se refleja a través de la disminución que experimenta el módulo de deformación longitudinal, según lo indicado en el artículo 39.6 del presente Anejo. Así, como valor orientativo para un 100% de árido grueso reciclado, la fluencia será 1,25 veces la de un hormigón convencional. Debido a la fluctuación de la calidad de los áridos reciclados, se puede producir una gran dispersión en el valor de la fluencia, pudiéndose presentar valores superiores al indicado, por lo que se aconseja realizar ensayos en cada caso.

CAPÍTULO IX. Capacidad resistente de bielas, tirantes y nudos

Artículo 40.º Capacidad resistente de bielas, tirantes y nudos

La capacidad resistente de bielas y nudos en los hormigones reciclados con un contenido de árido reciclado no superior al 20% es la misma que la de los hormigones convencionales.

Anejo 15 - 535 -

Para porcentajes de sustitución superiores al 20% las disminuciones de resistencia bajo carga sostenida pueden ser importantes. En estos casos, tal y como se ha comentado en el artículo 39.5, se recomienda realizar ensayos específicos.

CAPÍTULO X. Cálculos relativos a los estados límite últimos

La redacción del articulado correspondiente a este capítulo se mantiene para hormigones con sustituciones de árido reciclado no superiores al 20%. En otros casos se recomienda realizar estudios específicos, de acuerdo a las consideraciones recogidas en los artículos 39 y 40.

CAPÍTULO XI. Cálculos relativos a los estados límite de servicio

Artículo 49.º Estado límite de fisuración

Se mantiene la redacción del articulado de la Instrucción salvo en lo relativo a la separación máxima entre estribos que, con el fin de mejorar la respuesta frente a fisuración bajo esfuerzo cortante, para hormigón reciclado adopta un valor máximo de 200 mm. Para porcentajes de árido grueso superiores al 20% deberían realizarse estudios específicos o desarrollar una campaña experimental.

Artículo 50.º Estado límite de deformación

En elementos de hormigón reciclado con sustitución no superior al 20% y que no sean especialmente sensibles a la deformación, son válidas las prescripciones del articulado. En elementos muy sensibles a la deformación y, especialmente, para porcentajes de árido reciclado superiores al 20%, deberían realizarse estudios específicos o desarrollar una campaña experimental en ensayos previos.

Artículo 51.º Estado límite de vibraciones

En elementos de hormigón con sustitución no superior al 20% de árido reciclado son válidas las prescripciones del articulado.

TÍTULO 6º ELEMENTOS ESTRUCTURALES

CAPÍTULO XII. Elementos estructurales

Todos los artículos de este capítulo tendrán en cuenta las consideraciones realizadas en este

Anejo.

Anejo 15 - 536 -

TÍTULO 7º EJECUCIÓN

CAPÍTULO XIII. Ejecución

Artículo 69.º Procesos de elaboración, armado y montaje de las armaduras

69.5 Criterios específicos para el anclaje y empalme de las armaduras

Para hormigones con sustitución no superior al 20% de árido reciclado son válidas las prescripciones recogidas en el articulado de la Instrucción. Para sustituciones superiores al 20% se ha constatado una ligera reducción en la capacidad adherente entre las barras corrugadas y el hormigón reciclado. A falta de resultados experimentales específicos, se puede adoptar la siguiente expresión para las longitudes básicas de anclaje:

- Para barras en posición I:

$$l_{bl} = 1,1 m \phi \geq (f_{yk}/20) \phi$$

- Para barras en posición II:

$$l_{bII} = 1,55 m \phi \geq (f_{yk}/14) \phi$$

Artículo 71.º Elaboración y puesta en obra del hormigón

71.2.3. Instalaciones de dosificación

La absorción de agua del árido grueso reciclado es elevada, por lo que para hormigones con más del 20% de árido reciclado es aconsejable utilizar los áridos en condiciones de saturación. Para mantener la humedad, se pueden instalar en las plantas de dosificación sistemas que humedezcan los áridos en las cintas transportadoras, o aspersores de agua en las tolvas de los áridos.

71.3 Fabricación del hormigón.

Se recomienda que el hormigón con árido reciclado se fabrique en central amasadora.

71.3.1. Suministro y almacenamiento de materiales componentes

Se deberán establecer acopios separados e identificados para los áridos reciclados y los áridos naturales.

Anejo 15 - 537 -

71.3.2 Dosificación de materiales componentes

Los métodos de dosificación habituales para los hormigones convencionales son válidos para los hormigones reciclados con un porcentaje de árido reciclado no superior al 20%. En cualquier caso, se recomienda realizar ensayos previos para ajustar la dosificación. En hormigones reciclados con sustituciones superiores al 20%, y debido a la menor calidad de los áridos reciclados, para mantener la misma resistencia y durabilidad que un hormigón convencional, el hormigón fabricado con áridos reciclados necesitará un contenido mayor de cemento o una menor relación agua/cemento en su dosificación.

Igualmente, para conseguir la consistencia deseada, suele ser necesario añadir más agua a la dosificación para compensar la mayor absorción del árido reciclado. Otras posibilidades pueden ser utilizar aditivos plastificantes o superplastificantes en la dosificación o presaturar el árido reciclado.

71.3.3. Amasado del hormigón

El amasado del hormigón con áridos reciclados en estado seco puede requerir más tiempo que el de un hormigón convencional, lo que permite la humectación de los áridos con objeto de evitar que la absorción de agua por parte del árido reciclado afecte a la consistencia del hormigón.

No obstante, el tiempo de amasado tampoco debe ser excesivamente prolongado para evitar la generación de finos debido a la friabilidad del mortero adherido del árido reciclado. Se recomienda ajustar el tiempo de amasado realizando ensayos característicos.

71.3.4 Designación y características

En la designación del hormigón reciclado quedará reflejado que se trata de hormigón fabricado con áridos reciclados, tal y como se especifica en el apartado 39.2 del presente Anejo.

71.4 Transporte y suministro del hormigón

El volumen del hormigón reciclado transportado no excederá en ningún caso los dos tercios del volumen total del tambor del elemento de transporte. En hormigones con sustituciones superiores al 20% de árido reciclado, puede ser conveniente la realización de ensayos característicos para evaluar la variación de la consistencia durante el transporte, y compensar dicha variación con la incorporación de aditivo plastificante o superplastificante en obra, siguiendo las indicaciones del fabricante del hormigón.

71.5. Puesta en obra del hormigón

En el caso del hormigón bombeado, puede ocurrir que la presión de bombeo altere la homogeneidad de las características del hormigón reciclado, debido a su influencia sobre la absorción del agua por parte del árido reciclado. Se deberá, por tanto, ajustar la dosificación del hormigón realizando ensayos característicos y tomando muestras a la salida de la tubería.

Anejo 15 - 538 -

TÍTULO 8º CONTROL

CAPÍTULO XV. Bases generales del control

Artículo 79.º Condiciones para la conformidad de la estructura

79.3.1 Control documental de los suministros

Cuando el árido reciclado proceda de un único hormigón de origen, el control requerido será el mismo que establece el articulado para los áridos convencionales. La mayor heterogeneidad que suelen presentar los áridos reciclados cuando proceden de varios tipos de hormigón de origen, hace necesario un mayor control de sus propiedades, especialmente aquellas que son más desfavorables en este tipo de áridos, como son su absorción, contenido de finos, contenido de desclasificados inferiores y contenido de impurezas. En este caso, la frecuencia de los ensayos de control de producción, determinada a partir del tiempo o de la cantidad de árido reciclado, vendrá definida por el criterio más conservador de los recogidos en la tabla siguiente:

Anejo 15 - 539 -

TABLA A.15.2

Frecuencia de ensayos de control de producción

PROPIEDAD NORMA FRECUENCIA

Granulometría. Desclasificados

inferiores UNE-EN 933-1 1/ semana Cada 2000 t.

Coefficiente de forma UNE-EN 933 -4 1/ mes Cada 10000 t.

Contenido de finos UNE-EN 933-2 1/ semana Cada 2000 t.

Coefficiente de los Ángeles UNE-EN 1097-2 1/ mes Cada 2000 t.

Absorción UNE-EN 1097-6 1/ semana Cada 2000 t.

Estabilidad frente a soluciones de

MgSO4(*) UNE-EN 1367-2 1/ 6 meses Cada 10000 t.

Terrones de arcilla UNE 7133 1/ semana Cada 2000 t.

Partículas ligeras UNE 7244 1/ mes Cada 10000 t.

Determinación de compuestos de

azufre (SO3) UNE-EN 1744-1 1/ 3 mes Cada 10000 t.

Determinación de sulfatos

solubles en ácido UNE-EN 1744-1 1/ 3 mes Cada 10000 t.


ANEXO 7

*MATRICES DE RESULTADOS
DE ENSAYOS*



SECCIÓN 1: ENSAYO GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO FINO: ARENA HOMOGENEIZADA.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
LABORATORIO "ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"



ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO

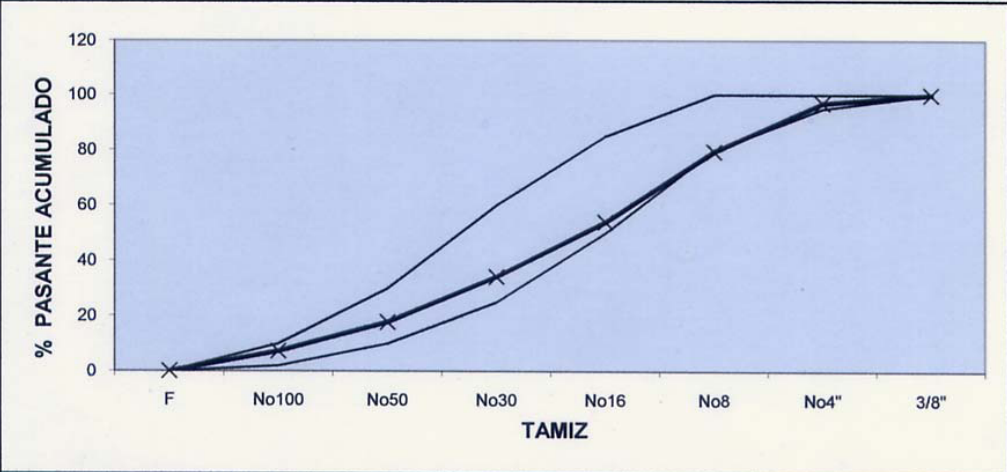
Proyecto: Reutilización y Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición como alternativa para generar materiales de construcción sustentables en su proceso de fabricación.

Fecha: 16 de marzo del 2009 Muestra: 1000 gr.

Fuente del material: Calizas Huayco

Descripcion del material: Arena Homogeneizada


Tamiz	Peso parcial grs.	% Retenido	% Que pasan	Especificación ASTM 1"
3/8"	0	0	100	100
N°4	30	3	97	95 - 100
N°8	176	17,6	79,4	80 - 100
N°16	254	25,4	54	50 - 85
N°30	198	19,8	34,2	25 - 60
N°50	164	16,4	17,8	10 - 30
N°100	105	10,5	7,3	2 - 10
Fondo	73	7,3	0	-----
Total	1000			



D.s.s.s 2,591 Kg/cm² Modulo de finura 3.1 P.v.s. 1,347 Kg/cm²


Observaciones: Arena Homogeneizada de Calizas Huayco

Realizado por Sebastián Almeida Ph Calculado por Diego...



SECCIÓN 2: ENSAYO GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO: PIEDRA HOMOGENEIZADA NATURAL

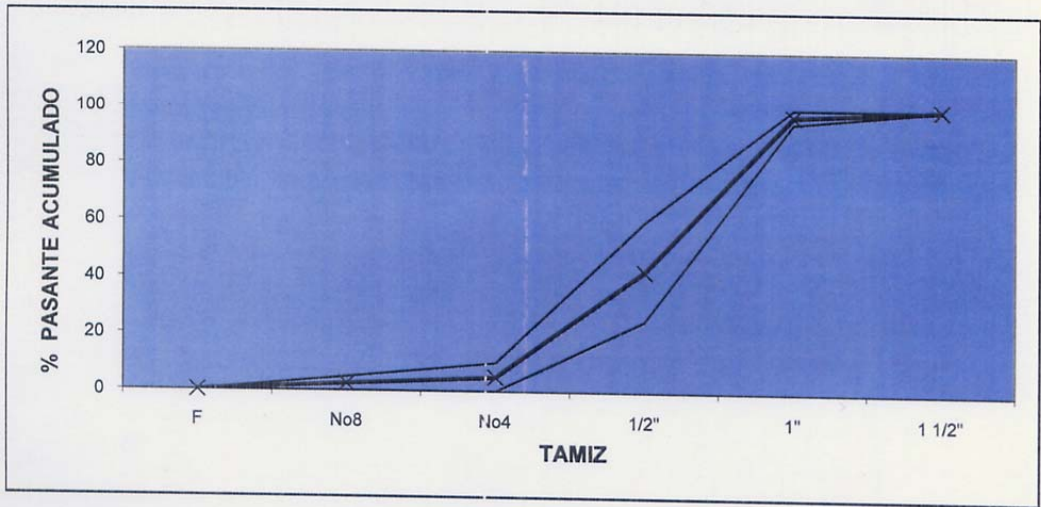
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
 LABORATORIO "ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"



ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO


Proyecto: Reutilización y Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición como alternativa para generar materiales de construcción sustentables en su proceso de fabricación.
Fecha: 16 de marzo del 2009 **Muestra:** 1000 kg
Fuente del material: Piedra Homogeneizada proveniente de Calizas Huayco
Descripcion del material: Piedra de 1", natural, angulosa.

Tamiz	Peso parcial grs.	% Retenido	% Que pasan	Especificación ASTM 1"
1 1/2"	0	0	100	100
1"	25	2,5	97,5	95 - 100
1/2"	550	55	42,5	25 - 60
N°4	375	37,5	5	0 - 10
N°8	25	2,5	2,5	0 - 5
Fondo	25	2,5	0	-----
Total	1000			




D.s.s.s 2,614 Kg/cm2 **P.v.v.** 2,542 Kg/cm2 **P.v.s.** 1,412 Kg/cm2
Observaciones: Coeficiente de absorción de 1,96%

Realizado por Sebastián Almeida Ch Calculado por Lidy W...



SECCIÓN 3: ENSAYO GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO: PIEDRA DE 1" TRITURADA.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
 LABORATORIO "ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"



ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO

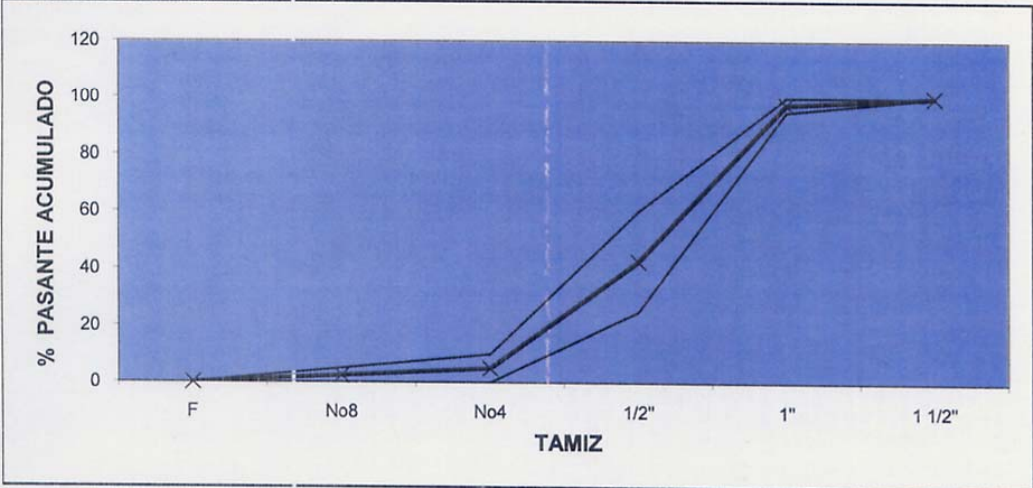
Proyecto: Reutilización y Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición como alternativa para generar materiales de construcción sustentables en su proceso de fabricación.

Fecha: 16 de marzo del 2009 **Muestra:** 1000 kg

Fuente del material: Trituración de Escombros de hormigón de aceras de Guayaquil.

Descripción del material: Piedra de 1", triturada, angulosa.


Tamiz	Peso parcial grs.	% Retenido	% Que pasan	Especificación ASTM 1"
1 1/2"	0	0	100	100
1"	25	2,5	97,5	95 - 100
1/2"	550	55	42,5	25 - 60
Nº4	375	37,5	5	0 - 10
Nº8	25	2,5	2,5	0 - 5
Fondo	25	2,5	0	-----
Total	1000			



D.s.s.s 1210 gr. **P.v.v.** **P.v.s.**


Observaciones: Coeficiente de absorción de 8%

Realizado por Sebastián Almeida **Calculado por** Lidia



SECCIÓN 4: ENSAYO GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO: PIEDRA CHISPA NATURAL.

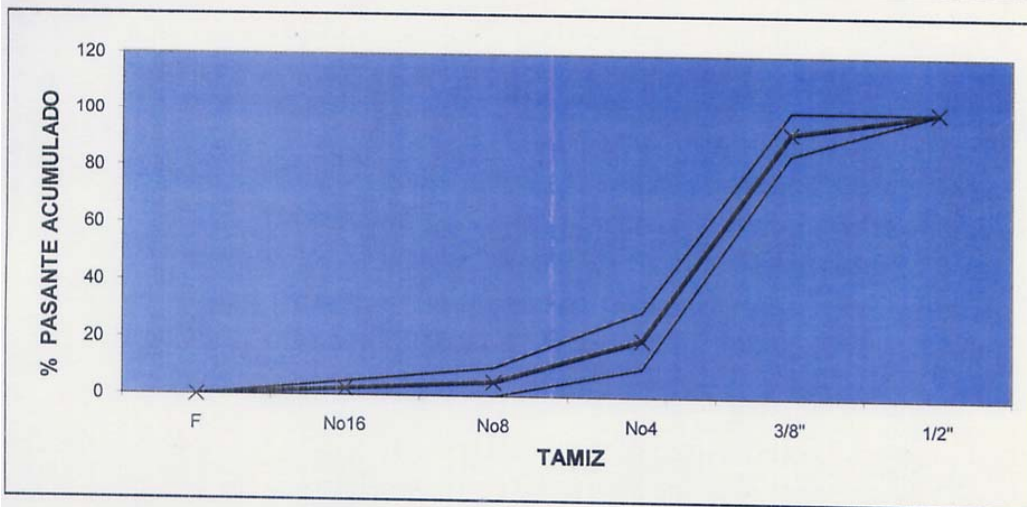
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
 LABORATORIO "ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"



ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO

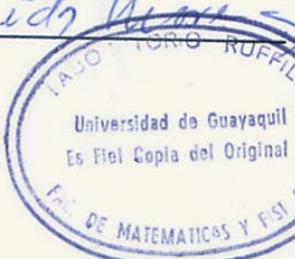
Proyecto: Reutilización y Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición como alternativa para generar materiales de construcción sustentables en su proceso de fabricación.
Fecha: 16 de marzo del 2009 **Muestra:** 47,568 kg
Fuente del material: Piedra Chispa Fina proveniente de Calizas Huayco
Descripción del material: Piedra 3/8", natural, angulosa.

Tamiz	Peso parcial grs.	% Retenido	% Que pasan	Especificación ASTM 1"
1/2"	0	0	100	100
3/8"	3,5676	7,5	92,5	85 - 100
Nº4	34,4868	72,5	20	10 - 30
Nº8	7,1352	15	5	0 - 10
Nº16	1,1892	2,5	2,5	0 - 5
Fondo	1,1892	2,5	0	-----
Total	47,568			




D.s.s.s 2,665 Kg/cm2 **P.v.v.** 1,469 Kg/cm2 **P.v.s.** 1,362 Kg/cm2
Observaciones: Coeficiente de absorción 2,58%

Realizado por Sebastián Almeida Calculado por Lidy



SECCIÓN 5: ENSAYO GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO: PIEDRA CHISPA TRITURADA.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
 LABORATORIO "ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"



ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO

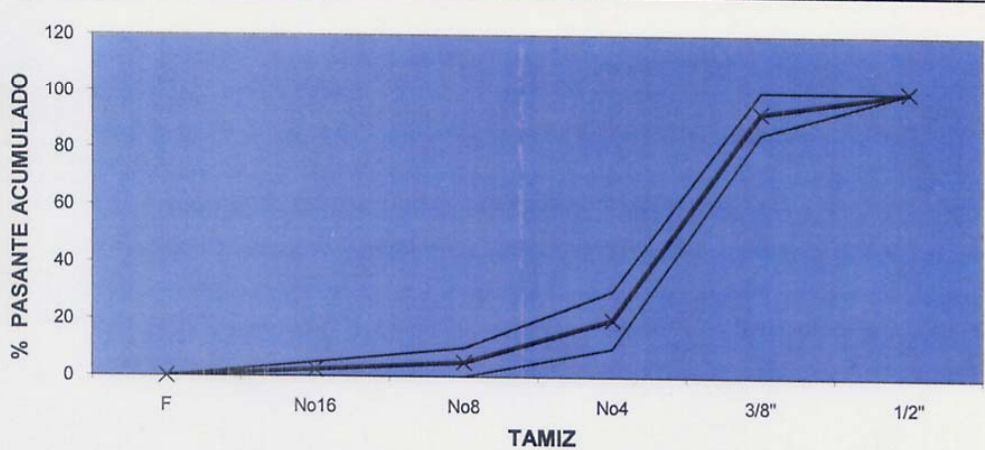
Proyecto: Reutilización y Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición como alternativa para generar materiales de construcción sustentables en su proceso de fabricación.

Fecha: 16 de marzo del 2009 **Muestra:** 47,568 kg

Fuente del material: Trituración de Escombros de hormigón de aceras de Guayaquil.

Descripción del material: Piedra 3/8", triturada, angulosa.

Tamiz	Peso parcial grs.	% Retenido	% Que pasan	Especificación ASTM 1"
1/2"	0	0	100	100
3/8"	3,5676	7,5	92,5	85 - 100
Nº4	34,4868	72,5	20	10 - 30
Nº8	7,1352	15	5	0 - 10
Nº16	1,1892	2,5	2,5	0 - 5
Fondo	1,1892	2,5	0	-----
Total	47,568			




% PASANTE ACUMULADO

TAMIZ

D.s.s.s 2,650 Kg/cm² **P.v.v.** 1,460 Kg/cm² **P.v.s.** 1,358 kg/cm²

Observaciones: Coeficiente de absorción de 9,58%

Realizado por Sebastián Almeida Gh **Calculado por** Lidia...



**SECCIÓN 6: ENSAYOS DE RESISTENCIA DE BLOQUES DE HORMIGÓN: USO DE PIEDRA CHISPA
 PROVENIENTE DE LA TRITURACIÓN DE ESCOMBROS DE ACERAS DE HORMIGÓN.**

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
 LABORATORIO "ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES DE
 HORMIGON**

Proyecto: Reutilización y Reciclaje de Residuos Sólidos Urbanos como alternativa para generar materiales constructivos sustentables en su proceso de fabricación.			
Fecha: 25 de marzo del 2009			
Agregado Grueso: piedra 3/8"	xx	Kg.	Agregado Fino: arena de río xx Kg.
Tamaño máx. de agregado:	1,24	cm	Revenimiento: xx cm
Cemento:	xx	Kg.	Relación agua-cemento (A/C): xx
Agua:	xx	litros	
No. de sacos de cemento:	xx	sacos	Módulo de finura: xx
Cilindro:	largo	39 cm	Resistencia: 33,70 Kg./cm ²
	ancho	9 cm	
	perforaciones:	128 cm ²	
	Area final:	223 cm ²	

Cilindro No.	Fecha		Edad (días)	Carga Máxima (Kg.)	Resistencia (Kg./cm ²)
	Toma	Rotura			
1	12-feb-09	19-feb-09	7	1914,976	8,59
2	12-feb-09	19-feb-09	7	1514,976	6,79
3	12-feb-09	26-feb-09	14	4814,976	21,59
4	12-feb-09	26-feb-09	14	5014,976	22,49
5	12-feb-09	12-mar-09	28	6.514,976	29,22
6	12-feb-09	12-mar-09	28	7514,976	33,70

Observaciones: bloque de mampostería semi-pesado fabricado con piedra 3/8" proveniente de la trituración de escombros de aceras, piedra pómez y mortero.

Las cantidades de cada componente no son mencionadas debido a que la fábrica de bloques que nos facilitó sus equipos nos pidió no revelar las mismas. Solamente se procedió a reemplazar la piedra chispa natural por la piedra chispa reciclada. Se utilizó cemento, arena, agua, piedra chispa y piedra pómez.

Operador: Christian Almeida Gh.

Calculado por: [Firma]

Revisado por: [Firma]



SECCIÓN 7: ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: HORMIGÓN 1:2:3 PIEDRA HOMOGENEIZADA.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
LABORATORIO "ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO

Proyecto: Reutilización y Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición como alternativa para generar materiales de construcción sustentables en su proceso de fabricación.			
Fecha: 25 de marzo del 2009			
Agregado Grueso:	pedra 1"	18 Kg.	Agregado Fino: arena homogeneizada 12 Kg.
Tamaño máx. de agregado:	25,40 mm		Revenimiento: 5,4 cm
Cemento:	Holcim	6 Kg.	Relación agua-cemento (A/C): 0,60
Agua:	3,6 litros		
No. de sacos de cemento:	0,12 sacos		Módulo de finura: 3,1
Cilindro:	Diámetro:	15,24 cm	Resistencia: 232,99 Kg./cm ²
	Altura:	30,48 cm	
	Area:	182,42 cm ²	

Cilindro No.	Fecha		Edad (días)	Carga Máxima (Kg.)	Resistencia (Kg./cm ²)
	Toma	Rotura			
1	30-ene-09	6-feb-09	7	30000	164,46
2	30-ene-09	13-feb-09	14	40500	222,02
3	30-ene-09	27-feb-09	28	42500	232,99

Observaciones: Proporción 1:2:3. El hormigón posee **Piedra Homogeneizada** de Calizas Huayco (también conocida como piedra de 1") en un 80% y posee agregado grueso proveniente de la trituración de escombros de hormigón de aceras de Guayaquil, en un 20% del total del agregado grueso.
 La absorción del agregado grueso natural es de 1.96% y del triturado 8%

Operador: Sebastián Cornejo Ch.

Calculado por: [Firma]

Revisado por: [Firma]



SECCIÓN 9: ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: HORMIGÓN 1:2:4 PIEDRA HOMOGENEIZADA.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
LABORATORIO "ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO

Proyecto: Reutilización y Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición como alternativa para generar materiales de construcción sustentables en su proceso de fabricación.			
Fecha: 25 de marzo del 2009			
Agregado Grueso:	pedra 1"	20,84 Kg.	Agregado Fino: arena homogeneizada 10,42 Kg.
Tamaño máx. de agregado:		25,40 mm	Revenimiento: 5,6 cm
Cemento:	Holcim	5,21 Kg.	Relación agua-cemento (A/C): 0,60
Agua:		3,13 litros	
No. de sacos de cemento:		0,10 sacos	Módulo de finura: 3,1
Cilindro:	Diámetro:	15,24 cm	Resistencia: 189,13 Kg./cm ²
	Altura:	30,48 cm	
	Area:	182,42 cm ²	

Cilindro No.	Fecha		Edad (días)	Carga Máxima (Kg..)	Resistencia (Kg./cm ²)
	Toma	Rotura			
1	30-ene-09	6-feb-09	7	21500	117,86
2	30-ene-09	13-feb-09	14	28500	156,24
3	30-ene-09	27-feb-09	28	34500	189,13

Observaciones: Proporción 1:2:4. El hormigón posee **Piedra Homogeneizada** de Calizas Huayco (también conocida como piedra de 1") en un 80% y posee agregado grueso proveniente de la trituración de escombros de hormigón de aceras de Guayaquil, en un 20% del total del agregado grueso.
La absorción del agregado grueso natural es de 1.96% y del triturado 8%

Operador: Sebastián Almeida Ch

Calculado por: [Firma]

Revisado por: [Firma]



SECCIÓN 10: ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: HORMIGÓN 1:2:4 PIEDRA CHISPA.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
 LABORATORIO "ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO

Proyecto: Reutilización y Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición como alternativa para generar materiales de construcción sustentables en su proceso de fabricación.			
Fecha: 25 de marzo del 2009			
Agregado Grueso:	pedra 3/8"	20,84 Kg.	Agregado Fino: arena homogeneizada 10,42 Kg.
Tamaño máx. de agregado:		12,50 mm	Revenimiento: 5,6 cm
Cemento:	Holcim	5,21 Kg.	Relación agua-cemento (A/C): 0,60
Agua:		3,13 litros	
No. de sacos de cemento:		0,10 sacos	Módulo de finura: 3,1
Cilindro:	Diámetro:	15,24 cm	Resistencia: 90,45 Kg./cm ²
	Altura:	30,48 cm	
	Area:	182,42 cm ²	

Cilindro No.	Fecha		Edad (días)	Carga Máxima (Kg..)	Resistencia (Kg./cm ²)
	Toma	Rotura			
1	31-ene-09	7-feb-09	7	9500	52,08
2	31-ene-09	14-feb-09	14	15500	84,97
3	31-ene-09	28-feb-09	28	16500	90,45

Observaciones: Proporción 1:2:4. El hormigón posee Piedra Chispa de Calizas Huayco (también conocida como piedra de 3/8") en un 80% y posee agregado grueso proveniente de la trituración de escombros de hormigón de aceras de Guayaquil, en un 20% del total del agregado grueso.
 La absorción del agregado grueso natural es de 2.58% y del triturado 9.58%

Operador: Sebastián Amador B.

Calculado por: [Firma]

Revisado por: [Firma]



SECCIÓN 11: ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: HORMIGÓN 1:3:5 PIEDRA HOMOGENEIZADA.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
 LABORATORIO "ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO

Proyecto: Reutilización y Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición como alternativa para generar materiales de construcción sustentables en su proceso de fabricación.					
Fecha: 25 de marzo del 2009					
Agregado Grueso: piedra 1"		20,62 Kg.	Agregado Fino: arena homogeneizada		12,37 Kg.
Tamaño máx. de agregado:		25,40 mm	Revenimiento:		5,7 cm
Cemento: Holcim		4,12 Kg.	Relación agua-cemento (A/C):		0,60
Agua:		2,48 litros			
No. de sacos de cemento:			0,08 sacos	Módulo de finura:	
Cilindro:		Diámetro: 15,24 cm	Resistencia:		3,1
		Altura: 30,48 cm			
		Area: 182,42 cm ²	139,79 Kg./cm ²		

Cilindro No.	Fecha		Edad (días)	Carga Máxima (Kg..)	Resistencia (Kg./cm ²)
	Toma	Rotura			
1	2-feb-09	9-feb-09	7	12500	68,53
2	2-feb-09	16-feb-09	14	22500	123,35
3	2-feb-09	2-mar-09	28	25500	139,79

Observaciones: Proporción 1:3:5. El hormigón posee **Piedra Homogeneizada** de Calizas Huayco (también conocida como piedra de 1") en un 80% y posee agregado grueso proveniente de la trituración de escombros de hormigón de aceras de Guayaquil, en un 20% del total del agregado grueso.
 La absorción del agregado grueso natural es de 1.96% y del triturado 8%

Operador: Sebastián Amador Ch


Calculado por: [Firma]

Revisado por: [Firma]



SECCIÓN 12: ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: HORMIGÓN 1:2:4 PIEDRA CHISPA.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
 LABORATORIO "ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO


Proyecto: Reutilización y Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición como alternativa para generar materiales de construcción sustentables en su proceso de fabricación.			
Fecha: 25 de marzo del 2009			
Agregado Grueso:	pedra 3/8"	20,62 Kg.	Agregado Fino: arena homogeneizada 12,37 Kg.
Tamaño máx. de agregado:	12,50 mm		Revenimiento: 5,5 cm
Cemento:	Holcim	4,12 Kg.	Relación agua-cemento (A/C): 0,60
Agua:	2,48 litros		
No. de sacos de cemento:	0,08 sacos		Módulo de finura: 3,1
Cilindro:	Diámetro:	15,24 cm	Resistencia: 74,01 Kg./cm ²
	Altura:	30,48 cm	
	Area:	182,42 cm ²	

Cilindro No.	Fecha		Edad (días)	Carga Máxima (Kg.)	Resistencia (Kg./cm ²)
	Toma	Rotura			
1	2-feb-09	9-feb-09	7	6000	32,89
2	2-feb-09	16-feb-09	14	10500	57,56
3	2-feb-09	2-mar-09	28	13500	74,01

Observaciones: Proporción 1:3:5. El hormigón posee **Piedra Chispa** de Calizas Huayco (también conocida como piedra de 3/8") en un 80% y posee agregado grueso proveniente de la trituración de escombros de hormigón de aceras de Guayaquil, en un 20% del total del agregado grueso.
 La absorción del agregado grueso natural es de 2.58% y del triturado 9.58%

Operador: Sebastián Almeida Gh Calculado por: [Firma]

Revisado por: [Firma]



ANEXO 8

*SELECCIÓN Y COTIZACIÓN DE LA
PLANTA TRITURADORA*



SECCIÓN 1: CONSULTA SOBRE MÁQUINAS TRITURADORAS DE HORMIGÓN.

Crushers for concrete blocks, Ecuador: Amily Duan

De: **yanping liang** (info@break-day.com)
Enviado: viernes, 13 de febrero de 2009 12:36:45 a.m.
Para: sebas_alm@hotmail.com

Dear Mr. Byron Sebastian Almeida:

I am sorry for the delay. Maybe there is something wrong with the information transfer. Our crushers can break the concrete block, but please make sure there is no steel in the concrete. Can you offer me more information?

What is the maximum size?

What is the final size you need?

What is the production you need per hour?

When I get your confirm, I will offer the design and quotation as soon as possible. If you are urgent, please use Amily624@hotmail.com and you can discuss with me on line.

Your early reply will be highly appreciated.

Best wishes!
Amily Duan

Henan Liming Road & Bridge Heavy Industry Company
Tel: 0086-371-67992899
Fax: 0086-371-67992699
Cell: 0086-13592652372
Email: info@break-day.com break-day@break-day.com
MSN: Amily624@hotmail.com
www.break-day.com

SECCIÓN 2: PRIMERA PLANTA TRITURADORA SUGERIDA POR EL FABRICANTE, PLANOS, COTIZACIÓN.

Re: crushers for concrete blocks, Ecuador Amily Duan

De: **yanping liang** (info@break-day.com)
 Enviado: sábado, 14 de febrero de 2009 12:50:02 a.m.
 Para: Sebastian Almeida (sebas_alm@hotmail.com)

📎 2 archivos adjuntos



[08-16,30T.jpg](#) (96.2 KB), [Quotation for 15-20m3.doc](#) (40.5 KB)

Dear Mr. Byron Sebastian Almeida:

Thank you for your cooperation and patience. I got your meaning. But I have some questions for you: For the final size, we can offer three or four layers screen, which means you can get 4 different sizes from one unit. If you want to get more than 4 sizes, you need two sets of screen for one plant. Your production is 20TPH, the primary crusher PE400*600 can meet your demands, but this machine can accept 400-450mm input size, 70cm is too large for the small jaw crusher, can you use the hammer breaker to crush it first?

Now we offer the simple design and quotation for reference. If you disagree, we can discuss and amend it again.

Our offer is FOB price. If you want to know CFR price, please offer me the port of destination, I will offer the freight cost to you.

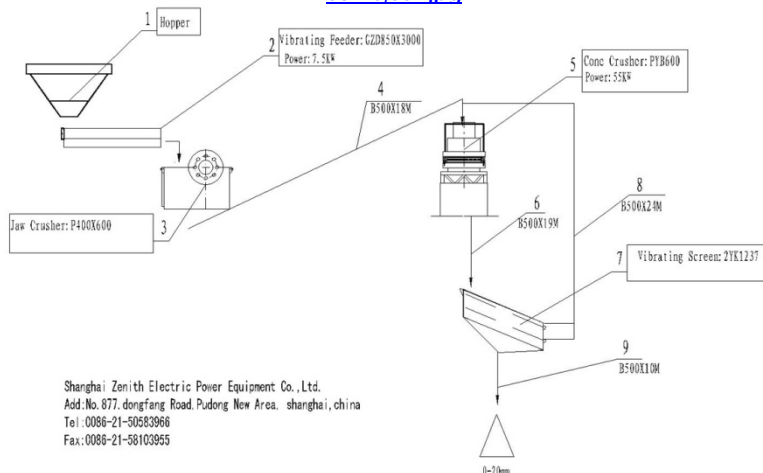
Your early reply will be highly appreciated.

Best wishes!
 Amily Duan

Henan Liming Road & Bridge Heavy Industry company
 Tel: 0086-371-67992899
 Fax: 0086-371-67992699
 Cell: 0086-13592652372
 Email: info@break-day.com break-day@break-day.com
 MSN: Amily624@hotmail.com
www.break-day.com

ARCHIVOS ADJUNTOS:

[08-16,30T.jpg](#)



Shanghai Zenith Electric Power Equipment Co., Ltd.
 Add: No. 877, dongfang Road, Pudong New Area, shanghai, china
 Tel: 0086-21-50583966
 Fax: 0086-21-58103955

Prod. No.	Model	Capacity	Power	Weight
		30T/H		
Shanghai Zenith Equip				

[Quotation for 15-20m3.doc](#)



Henan Liming Road And Bridge Heavy Industry
Co.Ltd Add: No.15, Dingxiangli Road,
Zhengzhou, China
Tel: 0086-371-67992899 Fax: 0086-371-
67992699
E-mail: break-day@break-day.com

Feb.14, 2009

Subject: Quotation for crushing plant 20-30TPH

Background:

The Plant is designed on the following basis:

1. Material: granite
2. Maximum Feed Size:400-450 mm
3. Capacity of the Plant: 20-30T per hour
4. Type of Plant: Stationary
5. Product Size: 0-10mm, 10-20mm, 20-30mm

1. Goods description and prices

No	Name	Type	Quantity	Unit Price (USD)	Amount (USD)	Power (KW)	Remarks
1	Hopper		1pc				optional
2	Vibrating feeder	GZD850×3000	1set	7850.00	7850.00	7.5	
3	Jaw crusher	PE400×600	1set	11950.00	11950.00	37	Primary crusher
4	Belt conveyor No1	W=500	1set/18m	5620.00	5620.00	7.5	From PE400*600 to PYB600
5	Cone Crusher	PYB600	1set	22850.00	22850.00	30	Secondary crusher
6	Belt conveyor No2	W=500	1set/19m	5930.00	5930.00	7.5	From PYB600to 2YK1237
7	Vibrating Screen	3YK1237	1set	11420.00	11420.00	11	
8	Belt conveyor No2	W=500	1set/24m	7490.00	7490.00	5.5	From 2YK1237 to PYB600
9	Belt For finished ones	W=500	3sets/10m	3120.00	9360.00	5.5	For Finished products
10	Control panel		1set	5130.00	5130.00		
11	Total			FOB Tianjin price87600.00USD			

Note: The above prices do not include the chutes, operating platform, hoppers, ladders, iron railings, connecting parts, cables, and so on. The length of belt conveyors may be changed according to the fieldwork situation. The above prices are on the basis of FOB Tianjin

2. Delivery time: The goods mentioned above will be ready to delivery in 40 days after receiving the earnest money.

3. Price term: FOB Tianjin price

4. Payment: Earnest money (30% of the total amount) to be paid after signing the sales contract, the 70% of the total amount to be paid after inspection and before goods leaves factory.

5. Packing: The goods would be processed to be rustproof and moisture proof before delivery. The small parts are packed into wooden box; the big parts are wrapped by plastic sheeting.

6. Guarantee: We guarantee the quality of the machines (excluding the wearing parts) for one year from the trial run finish, but not exceed 15 months from the date on which machines leaves the factory.

7. Installation: If you require the installation service from us, we will send one technician to your field to guide the installation, take trail run and train the workers. The actual expenses incurred for accommodation, the round-tip ticket, and insurance, should be borne by you. In additional, the labor charge for one technician is 30 US dollars daily.

8. Period of validity: This quotation is available in 45 days since issued.

SECCIÓN 3: SUGERENCIAS DEL FABRICANTE.

Re: crushers for concrete blocks, Ecuador Amily Duan

De: **BREAK-DAY** (info@break-day.com)
Enviado: martes, 17 de febrero de 2009 12:18:03 a.m.
Para: Sebastian Almeida (sebas_alm@hotmail.com)

Dear Mr. Byron Sebastian:

Thank you for your cooperation.

You can buy two mobile screens from us, but it is not economic. If you buy one screen, we can offer you different size mesh (screen web), you can get different sizes, but not at the same time. Is it ok?

Because the capacity you need is very small, if you use two screen, one is working, another is for spare.

If you want to get many size and use two sets of screen, I suggest you choose large capacity, like 60-80TPH, and then use two small screen, one for 30-40TPH. It is economic for you. The total cost is around 150000.00USD, but you can get 60-80TPH.

If you agree with, i will ask our engineer amend the design and offer you again.

Your early reply will be highly appreciated.

Best wishes!

Amily Duan

Henan Liming Road & Bridge Heavy Industry company
Tel: 0086-371-67992899
Fax: 0086-371-67992699

SECCIÓN 4: SEGUNDA PLANTA TRITURADORA SUGERIDA POR EL FABRICANTE: COTIZACIÓN.

Stone crushing & screening plant---Ecuador

De: **BREAK-DAY** (info@break-day.com)
Enviado: martes, 17 de febrero de 2009 12:24:37 p.m.
Para: sebas_alm@hotmail.com

📎 1 archivo adjunto



[Ref. LMLQ090217E.doc](#) (42.0 KB)

FROM: HENAN LIMING ROAD & BRIDGE HEAVY INDUSTRY CO., LTD
TO: MR. BYRON ALMEDIA

Dear Byron,

Thanks for your interest in our products and have a nice day.

Our company is a leading manufacturer & exporter of kinds of crushers and mills in China. We have been in this field for 20 years; we are more experienced, and more professional. We pay more attention to our quality, and after-sale service.

All of our crushers and grinding mills have got **ISO9001:2000 certificate**.

If you want to know more about us, please feel free to visit our web: www.break-day.com.

After reading your chat content with our website reception, I got the below information,

1. The raw material is concrete;
2. The maximum feeding size is 700mm,
3. The final product you need is 0-2.36mm, 23.6-9.5mm, 9.5-25mm,

4. The capacity you need is 20T/h, but as what we discussed on the phone, you said that you can accept 2-3 times;

According to the above information, I recommend you get a stone crushing & screening plant with the capacity 40T/h, the quotation list is attached, please check it.

We really want to build long business relationship with you and hope we have a good cooperation in the near future.

Any other question, please be free to contact me and your soon reply will be high appreciated.

Thanks & waiting for your reply.

Kind Regards

John
 Region Manager

E-mail: break-day@break-day.com

Web: www.break-day.com

Tel: 0086-371-67992899

Fax: 0086-371-67992699

ARCHIVO ADJUNTO:

[Ref. LMLQ090217E.doc](#)



Henan Liming Road & Bridge Heavy Industry Co., Ltd

QUOTATION OF STONE CRUSHING LINE WITH CAPACITY 40T/h

February 17, 2009

Ref. LMLQ090217E

Background:

1. Raw material: concrete
2. Input size:350mm;
3. Output size: 0-2.36-9.5-25mm
4. Capacity: Approximate 40T/h
- 5.

Name	Model	Qty	Unit	Total Price		Remark
				FOB Tianjin/Qingdao		
				(USD)		
Vibrating Feeder	GZD950*1500	1	set	5,000		with motor
Jaw Crusher	JCE604	1	set	16,912		with motor
Impact crusher	PF1007	1	set	19,118		with motor
Vibrating Screen	3YZS1237	1	set	9,673		with motor
Belt conveyor	B650*18m	2	Set	10,800		with motor
	B500*20m	1	set	5,400		with motor
	B500*15m	3	set	12,150		with motor
Electric control panel		1	set	5,000		
Total FOB Tianjin/Qingdao, China				84,053		

Note:

1. The above setup and price list are only for reference, we can make changes according to clients' requirements. Modifications will be made in installation. Length of final product conveyer is theoretic length, it is depends on the actual plan;
2. Regarding the electric motor, we can make it according to clients' requirement;
3. Term of payment: 30% advance payment, 70% should be paid before good leave sellers' factory;
4. Time of delivery: 20 working days after receipt of advance payment;
5. Installation: As per buyer requires the seller send the engineer to guide to install the machine, take trial run, the buyer should prepare the materials needed . The actual expenses incurred for accommodation, to and fro travel for the engineer, insurance, and labor charge should be borne by the buyer. The salary is 30USD per day per person.
6. Quality Guarantee: The guarantee period is one year, wear and tear parts is not included.
7. The maximum feeding size is about 350mm.
8. [The quotation is valid in one month.](#)

Best regards
John
Region Manager

SECCIÓN 5: DATOS TÉCNICOS DE LA PLANTA.

Re: stone crushing & screening plant---Ecuador

De: **BREAK-DAY** (info@break-day.com)
Enviado: lunes, 23 de febrero de 2009 12:31:43 a.m.
Para: Sebastian Almeida (sebas_alm@hotmail.com)

Dear Mr. Almeida,

Thanks for your email.

Hope you are doing well.

I am sorry for my late reply because of the weekend; hope you can understand this situation.

Regarding the input size, because of the feed opening of the jaw crusher is 350mm. You know, if the feed opening size of the jaw crusher is 700mm, its capacity will be more than 200T/h. This capacity exceed too much than the capacity you need. Hope you can understand this situation.

Regarding the output size, according to your previous email, the final product you need is 6 kinds of different sizes. They are 0-1.18mm, 1.18-2.36mm, 2.36-4.75mm, 4.75-9.5mm, 9.5-12.5mm, 12.5-25mm. Please confirm it. If like this, two sets of vibrating screens are needed.

Any more information, do please get in touch with me.

Best regards and waiting for your quick reply.

John
Region Manager
+8615937123302

SECCIÓN 6: TERCERA PLANTA TRITURADORA SUGERIDA POR EL FABRICANTE, PLANOS Y COTIZACIÓN.

Re: stone crushing & screening plant---Ecuador

De: **BREAK-DAY** (info@break-day.com)

Enviado: viernes, 27 de febrero de 2009 07:39:06 a.m.

Para: Sebastian Almeida (sebas_alm@hotmail.com)

2 archivos adjuntos



[FLOW CHART.jpg](#) (223.0 KB), [Ref. LMLQ090227E.doc](#) (48.0 KB)

2009/2/27 BREAK-DAY <info@break-day.com>

Dear sir,

Thanks for your email.

In your last email, we estimated that what you need is 0-37.5mm aggregate for construction, and 0-12.5mm for concrete blocks. You can not get them at the same time. Hope you can understand this situation.

You know, what you need is **mobile crushing plant**, and you do not want to separate the final product, what you need is 0-12.5mm, and 0-37.5mm. We recommend you a screen with three decks, when you need 0-12.5mm, the stone bigger than 12.5mm will be re-crushed by impact crusher, when you need 0-37.5mm, the stone bigger than 37.5mm will be crushed again. You just want to adjust it at the end of chute. Hope you can understand this situation.

The quotation list and flow chart are attached, please check it.

Any more information, do please get in touch with me.

Best regards and waiting for your quick reply.

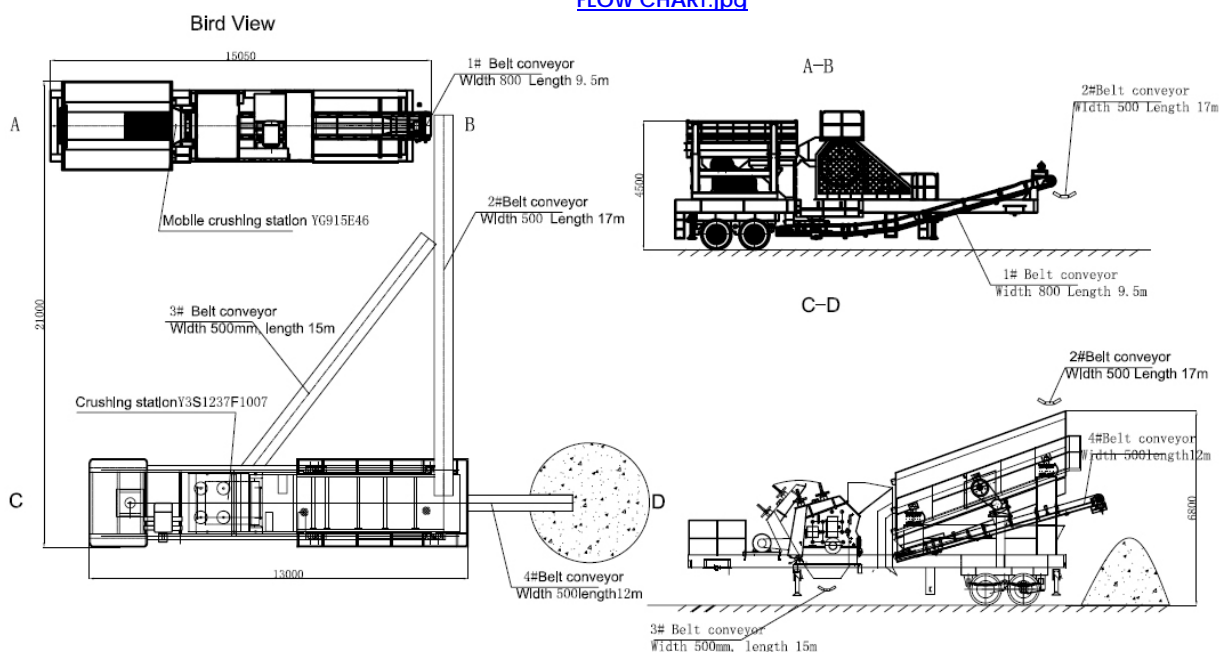
John

Region Manager

+8615937123302

ARCHIVOS ADJUNTOS:

[FLOW CHART.jpg](#)



[Ref. LMLQ090227E.doc](#)



Henan Liming Road & Bridge Heavy Industry Co., Ltd

QUOTATION OF STONE CRUSHING LINE WITH CAPACITY 40T/h

February 27, 2009
Ref. LMLQ090227E

Background:

1. Raw material: concrete
2. Input size:350mm;
3. Output size: 0-12.5mm 0-37.5mm
4. Capacity: Approximate 40T/h

Name	Model	Qty	Unit	Total Price		Remark
				FOB Tianjin/Qingdao		
				(USD)		
Hopper	\	1	set	4,000		\
Vibrating Feeder	GZD950*1500	1	set	5,000		with motor
Jaw Crusher	JCE604	1	set	17,647		with motor
Belt conveyer	B500*9.5m	1	set	4,200		
Trailer and steel structure		1	set	29,412		
Impact crusher	PF1007	1	set	19,118		with motor
Vibrating Screen	3YZS1237	1	set	10,338		with motor
Belt conveyer	B500*15m	1	Set	6,618		with motor
	B500*17m	1	set	7,500		with motor
	B500*12m	1	set	5,294		with motor
Trailer and steel structure		1	set	41,176		
Electric control panel and cable		1	set	13,000		
Total FOB Tianjin/Qingdao, China				163,303		

Note:

1. The above setup and price list are only for reference, we can make changes according to clients' requirements. Modifications will be made in installation. Length of final product conveyer is theoretic length, it is depends on the actual plan;
2. Regarding the electric motor, we can make it according to clients' requirement;
3. Term of payment: 30% advance payment, 70% should be paid before good leave sellers' factory;
4. Time of delivery: 30 working days after receipt of advance payment;
5. Installation: As per buyer requires the seller send the engineer to guide to install the machine, take trial run, the buyer should prepare the materials needed .
6. Quality Guarantee: The guarantee period is one year, wear and tear parts is not included.
7. The maximum feeding size is about 350mm.
8. [The quotation is valid in one month.](#)

Best regards
John
Region Manager

SECCIÓN 7: COSTOS DE TRANSPORTE INICIAL, FOTOS DE TRITURADORA PRIMARIA Y SECUNDARIA.

Re: stone crushing & screening plant---Ecuador

De: **BREAK-DAY** (info@break-day.com)
Enviado: martes, 03 de marzo de 2009 01:51:03 a.m.
Para: Sebastian Almeida (sebas_alm@hotmail.com)

2 archivos adjuntos



[DSC04547.JPG](#) (152.1 KB), [IMG_0006.JPG](#) (157.2 KB)

Dear Mr. Almeida,

Thanks for your email.

Hope you are doing well.

Because of weekend, the shipping company does not work. So I get the sea freight from them today. Hope you can understand this situation. Regarding the images, there are some photos are attached, please check it. Regarding the blueprints, because it is 3D drawings, our technical department is preparing it. I will send it to you as soon as I get it from them;

Regarding the shipping, we can arrange it to your country; it will take 35 days from China port to Ecuador. The sea freight is approximate **USD30000**. Because the mobile crushing plants will be delivered by flat rack, its sea freight is high. And I asked the shipping company if there is bulk vessel which goes to Ecuador, but they said that all the bulk vessel do not go to this spot. Hope you can understand this situation.

Any more information, do please get in touch with me.

Best regards and waiting for your quick reply.

John

Region Manager
+8615937123302

ARCHIVOS ADJUNTOS:

[DSC04547.JPG](#)



[IMG_0006.JPG](#)



SECCIÓN 8: COSTO DE TRANSPORTE FINAL, PLANOS DE TRITURADORA PRIMARIA Y SECUNDARIA.

Re: stone crushing & screening plant---Ecuador

De: **BREAK-DAY** (info@break-day.com)
Enviado: jueves, 05 de marzo de 2009 01:47:04 a.m.
Para: Sebastian Almeida (sebas_alm@hotmail.com)
📎 2 archivos adjuntos

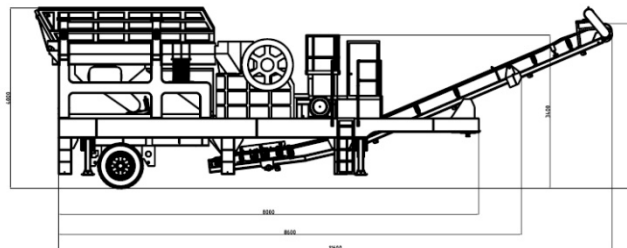


[PRIMARY CRUSHER.jpg](#) (73.9 KB), [SECONDARY CRUSHER.jpg](#) (73.4 KB)

Dear Sebastian,
How are you doing these days?
Hope you are doing well.
Today, I get the drawings from our technical department. They are attached, please check it.
We checked the drawings carefully, we found that we will try to deliver one trailer and steel structure in the common container. So the sea freight is approximate **22,000USD**. Hope you can understand this situation.
Any more information, do please get in touch with me.
Best regards and waiting for your quick reply.
John
Region manager
+8615937123302

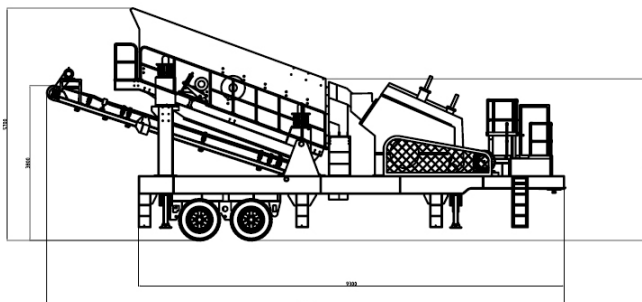
ARCHIVOS ADJUNTOS:

[PRIMARY CRUSHER.jpg](#)



Transportation length 8600MM	Max. Length 11600MM	Discharging Height 3400MM
Transportation width 2450MM	Max. Width 2700MM	self-load belt conveyor 9m
Transportation height 3500MM	Max. Height 4000MM	Weight of steel structure 4T
		Weight of trailer 5T

[SECONDARY CRUSHER.jpg](#)



Transportation length 10000MM	Max. Length 11600MM	Discharging height 3900MM
Transportation width 2500MM	Max. Width 2800MM	Length of Belt conveyor Length is 7m
Transportation height 3900MM	Max. Height 5700MM	Weight of Steel Structure 4T
		Weight of Trailer 5T

SECCIÓN 9: INFORMACIÓN DEL FABRICANTE, LISTA DE REPUESTOS PARA UN AÑO.

Re: Ecuador, information requested

De: **BREAK-DAY** (info@break-day.com)

Enviado: sábado, 07 de marzo de 2009 01:29:18 a.m.

Para: Sebastian Almeida (sebas_alm@hotmail.com)

1 archivo adjunto



[SPARE PARTS QUOTATION LIST.doc](#) (46.1 KB)

Dear Mr. Almeida,

Thanks for your email.

Hope you are doing well.

1. Manufacture time: 20 working days after receipt of advance payment;
2. It will take about 35 days from China port to your country;
3. The sea freight is estimated, not so exact;
4. You have to buy nothing if you use the electricity which is near you. If you use it in the area there is not electricity, you have to buy diesel generator;
5. Term of payment: 30% T/T as advance payment, 70% should be paid before goods leave seller's factory;
6. Type of energy, it is depends on you;
7. The total power is approximate 100KW;
8. Regarding the generator, I am sorry to tell you that we also do not the fuel consumption, because we are not the manufacturer of it;
9. You can check the dimension of stone crushing plants on the drawings; you will find the space needed;
10. When we deliver it from China to your country, the mobile crushing plants will be disassembled. But when you transport from one place to another place, you do not need to remove it;
11. The spare parts list of the crushing plant is attached please check it;
12. There should not be too much water to sprinkle in the screen, and it can not be used without protection in the heavy rain;
13. The blueprint, 3D drawings, we can not give it to you now because our engineer is in Africa for a project. He will stay there at least half one year;
14. For primary crushing station, its total weight is approximate 20T, for secondary crushing plants, its total weight is approximate 23T,
15. Life time of the equipment, you can use it all the time, you just want to change the spare parts, the body of the machine will not destroyed;
16. The guarantee period is one year, but tear and wear parts are not included

Any more information, do please get in touch with me.

Best regards and waiting for your quick reply.

John

Region Manager

+8615937123302

ARCHIVO ADJUNTO:

[SPARE PARTS QUOTATION LIST.doc](#)



**HENAN LIMING ROAD & BRIDGE
HEAVY INDUSTRY CO., LTD**

Add: 15th,Dingxiangli,National HI-TECH Industry
Development Zone,Zhengzhou,China
Tel:0086-371-67992899 Fax: 0086-371-67992699
Mobile: 0086-159 3712 3302
Email: info@break-day.com
break-day@break-day.com
Web: www.break-day.com

ONE YEAR SPARE PARTS LIST OF 30-40T/H

1. JAW CRUSHER JCE604

NAME	QUANTITY	UNIT PRICE	TOTAL PRICE
JAW PLATE	3 SETS	USD2,162	USD6,486
TOGGLE PLATE	2 SETS	USD250	USD500
LINER BOARD	2 SETS	USD450	USD900

2. IMPACT CRUSHER PF1007

NAME	QUANTITY	UNIT PRICE	TOTAL PRICE
HAMMER	6 SETS	USD2,800	USD16,800
LINER BOARD	3 SETS	USD400	USD1,200
IMPACT PLATE	3 SETS	USD2,200	USD6,600

3. 3YZS1237 VIBRATING SCREEN

NAME	QUANTITY	UNIT PRICE	TOTAL PRICE
SCREEN MESH	4 SETS (2PCS PER SET)	USD391	USD1,564

TOTALLY: USD33,050

SECCIÓN 10: INFORMACIÓN DADA POR EL FABRICANTE.

Re: For the crushing plant, Ecuador Amily Duan

De: **BREAK-DAY** (info@break-day.com)
Enviado: domingo, 08 de marzo de 2009 04:33:57 a.m.
Para: Sebastian Almeida (sebas_alm@hotmail.com)

Dear Mr. Almeida,

Thanks for your email.
Hope you are doing well.
Regarding the questions you mentioned,

1. Type of energy, generally speaking, it is electricity. Even you use fuel that means you have to purchase one more diesel generator. Hope you can understand this situation. In our quotation, the diesel engine is not included;
2. You can use water on the screen to eliminate the dust;
3. We will try to ask our technician to prepare the drawings in Africa and then send them to you;

Any more information, do please get in touch with me.
Best regards and waiting for your quick reply.
John
Region Manager
+8615937123302

SECCIÓN 11: IMAGEN 3D, PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO Y DATOS TÉCNICOS.

Re: Dear john, very Important,

De: **BREAK-DAY** (info@break-day.com)
Enviado: miércoles, 25 de marzo de 2009 02:45:45 p.m.
Para: Sebastian Almeida (sebas_alm@hotmail.com)

3 archivos adjuntos



[3D DRAWING.bmp](#) (3.4 MB), [WORKING P..doc](#) (45.4 KB), [TECHNICAL...pdf](#) (111.3 KB)

Dear Mr. Almeida,

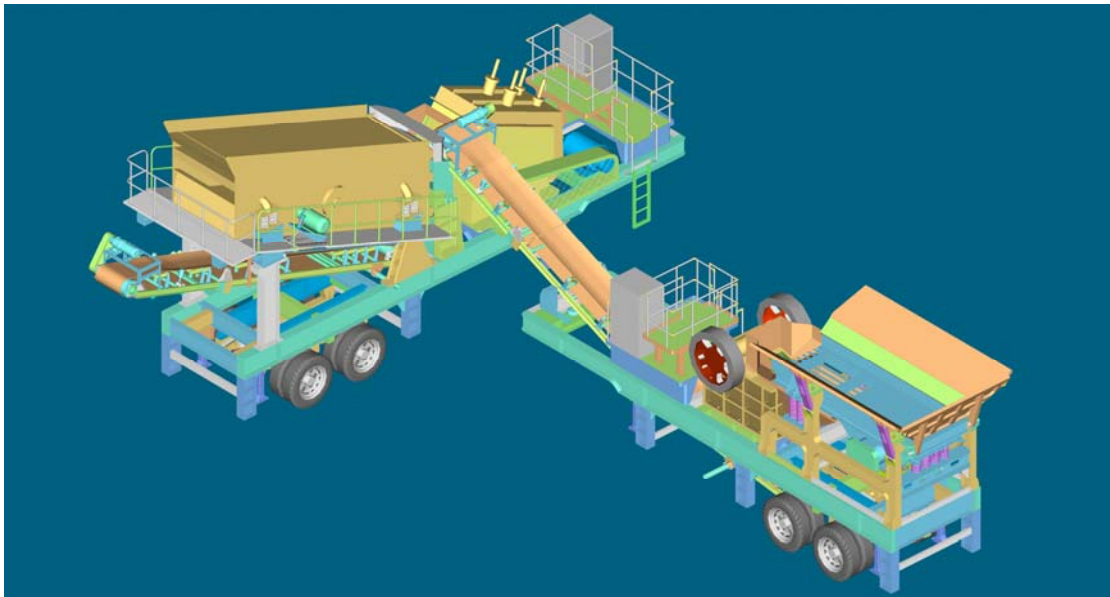
Thanks for your email.
Hope you are doing well.

1. Regarding the technical data of JCE604 jaw crusher and impact crusher PF1007 and the vibrating screen YZS1237, their technical data are attached, please check it;
2. The working principle of jaw crusher, impact crusher and vibrating screen are attached, please check them;
3. The 3d drawings is attached, please check it. The picture of machines are attached, please check it.

Regarding the technical data of diesel generator, I will send it as soon as I get it.
Please tell me your detailed address and contact information, I will send you the video of our machines. I think it is a better choice.
Any more information, do please get in touch with me.
Best regards and waiting for your quick reply.
John
Region Manager
+8615937123302

ARCHIVO ADJUNTO:

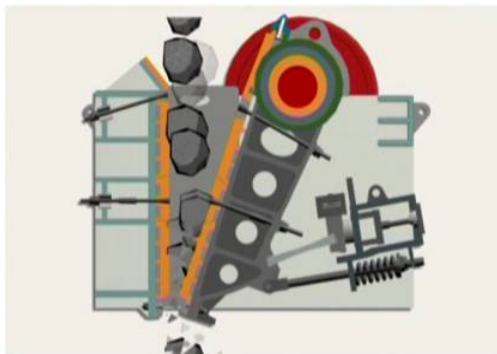
[3D DRAWING.bmp](#)



[WORKING PRINCIPLE..doc](#)

How jaw crusher works?

Jaw Crushers are ideally suitable for primary and secondary crushing, with low power consumption and easy maintenance. Every feature of these machines has been carefully designed to provide superior quality and performance. Jaw crusher can be used with the ore dressing equipment or used independently. Jaw crusher can be used to produce the aggregate for subgrade, railway ballast and construction sand and stone. The jaw crusher is divided into the coarse jaw crusher and the fine jaw crusher, i.e. PE series and PEX series.

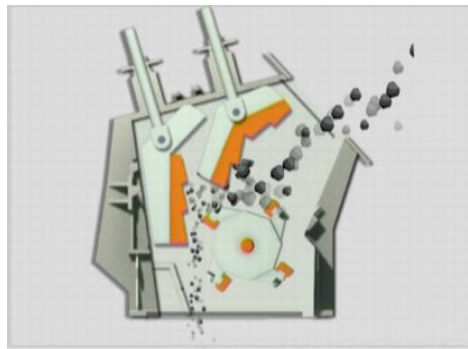


Working Principle:

The motor drives the mobile jaw up and down through eccentric shaft. The angle between toggle plate and mobile jaw increases when mobile jaw plate moves up. So the mobile jaw plate closes up the fixed jaw plate. The stuff will be crushed in this process. The angle between toggle plate and moving jaw decreases when mobile jaw moves down. The mobile jaw plate moves away from the stationary jaw plate with the pull of draw rod and spring, so the crushed stone will be discharged from the outlet. This process will repeat. The moving jaw will crush and discharge the stuff circularly.

How impact crusher works?

The impact crusher is a new product designed by our company by absorbing advanced technologies from home and abroad. The equipment is applicable for various coarse, medium and fine materials (such as granite, limestone and concrete, etc.) with grain size not exceeding 500mm and compression strength not higher than 360MPa. It is characterized by great reduction ratio, high reduction efficiency and convenient maintenance, etc. The product is in the shape of a cube. It is the ideal machining equipment for aggregate for high-class highway pavement and construction of hydropower facilities. With excellent capacity and performance, it is widely used in machining of reduced stone for highway construction, hydraulic engineering and architecture, etc.



Impact Crusher Performance features:

It is with unique structure, keyless connection, high-chromium plating hammer and special impact liner plate; it is capable of highly efficient hard rock crushing while saving energy; the product is in the shape of a cube, the discharge grain size is adjustable to simplify the crushing circuit.

Impact Crusher Working principle:

It uses plate hammer on the rapidly rotating rotor to generate high-speed impact to crush the materials in the crushing cavity, and casts the crushed materials along tangential direction to impact plate at the other end of the crushing cavity. The materials are crushed again, and then, they return to the plate hammer to undergo the process above repeatedly. The materials are bumping with each other when being sent between the plate hammer and the impact plate. The materials become cracked, loose and then comminuted by knocking by the plate hammer, impact with impact plate and bump between materials. The materials with grain size smaller than the gap between impact plate and plate hammer will be discharged.

If you are interested in the impact crusher by us, please call us or visit the website of the company for relevant prices and detailed technical parameters and specifications etc. We will provide quality service to you.

ANEXO 9

CARGADOR DE RUEDAS FRONTAL





SECCIÓN 1: PETICIÓN DE COTIZACIÓN DE CARGADOR DE RUEDAS FRONTAL.

Price list of Sinoway wheel loader

De: **March@sinoway-sh.com**
Enviado: lunes, 23 de marzo de 2009 11:11:23 a.m.
Para: Sebastian Almeida (sebas_alm@hotmail.com)

Dear Arq. Sebastian Almeida

Thanks for your inquiry for our wheel loader and I will reply to you as soon as possible! If any problem, please contact us without hesitate!

Thanks and Best Regards!

Sean S.K

Sinoway Industrial (Shanghai) Co.,Ltd.

Add: A-C,25Floor, China Development Bank Tower,No.500 South PuDong Road,Shanghai,China.

WebSite: www.sinoway-sh.com E-mail: march@sinoway-sh.com or cnsinoway@gmail.com

Tel: 86-21-68598130 0086-13651669375 (Mobile) Fax: 86-21-68887800

Hola, me gustaría saber con quién puedo contactarme para saber los precios de las cargadoras frontales de 0.5m3, 1m3. 1.7m3 y 2m3. Necesito especificaciones técnicas de cada una, especialmente de la de 1.7m3.

Agradecería su pronta respuesta.

Arq sebastian almeida

SECCIÓN 2: COTIZACIÓN CARGADOR DE RUEDAS FRONTAL, DATOS TÉCNICOS.

Price list of Sinoway wheel loader

De: **March@sinoway-sh.com**
Enviado: martes, 24 de marzo de 2009 11:04:39 a.m.
Para: Sebastian Almeida (sebas_alm@hotmail.com)

📎 1 archivo adjunto

[Wheel Loader 1.7m3.pdf](#)



Dear Arq Sebastian Almeida,

I am sorry for keeping you waiting for my reply and please check the following price for the wheel loader:

Price list for the wheel loader (Brand new)						
Type	FOB Shanghai Port Price	Time Of Delivery	Terms of payment	Shipping info	Quality Warranty	Validity
SWL10F	USD11,000	30days ready for ship	T/T or L/C	2units/1 x 40'HQ	12 months	Apr 10th, 2009
This price include: 0.6M3 bucket capacity; 1.0ton loading capacity; 33Kw Chinese engine; Cabin						
SWL18F	USD18,500	30days ready for ship	T/T or L/C	2units/1 x 40'HQ	12 months	Apr 10th, 2009
This price include: 1.0M3 bucket capacity; 1.8ton loading capacity; 60Kw Chinese engine; Cabin						
SWL30F	USD24,500	30days ready for ship	T/T or L/C	1unit/1 x 40'HQ	12 months	Apr 10th, 2009
This price include: 1.7M3 bucket capacity; 3.0ton loading capacity; 92Kw WD Duetz engine; Cabin with air conditioner						

I send the specification as attached, please check them! If any problem, please contact us without hesitate!

Thanks and Best Regards!

Sean S.K

Sinoway Industrial (Shanghai) Co.,Ltd.

Add: A-C,25Floor, China Development Bank Tower,No.500 South PuDong Road,Shanghai,China.

WebSite: www.sinoway-sh.com E-mail: march@sinoway-sh.com or cnsinoway@gmail.com

Tel: 86-21-68598130 0086-13651669375 (Mobile) Fax: 86-21-68887800

ARCHIVOS ADJUNTOS:

[Wheel Loader 1.7m3.pdf](#)



上海龙道实业有限公司

Sinoway Industrial (Shanghai) Co., Ltd

TEL: (86) 21-68598616/17 FAX: (86) 21-68887800 ZIP: 200120

ADD: 25FLOOR, CHINA DEVELOPMENT BANK TOWER NO.500 SOUTH PUDONG ROAD, SHANGHAI CHINA

Wheel Loader SWL30F



Brief introduction

Wheel loader SWL30F is equipped with WD Deutz engine, 3 forward 2 reverse power shift transmission, combined seal cylinder which obtains high seal performance and more reliability. This Wheel loader SWL30F is recognized as a kind of useful construction machinery (construction equipment). Wheel loader SWL30F is a type of construction equipment (engineering vehicle, construction machinery) that is primarily used to scoop up material such as asphalt, demolition debris, dirt, gravel, logs, raw minerals, rock, sand, wood chips, etc. to another place.

Main feature

- ▲Excellent performance, great power, less malfunction
- ▲Bottom heavy design, stability and suitable for all kinds of construction environment
- ▲With hydraulic steering system, compact structure, small size, energy saving, easy to maintain

Main specification

Bucket capacity	1.7 m3
Rated load	3.0t
Dumping height	2850mm
Dumping distance	1030mm
Lifting time	≤5s
Total cycling time	≤10s
Digging force	96kN
Wheelbase	2750mm
Wheel tread	1855mm
Traveling speed first gear (Front/ Rear)	7.3/7.8 km/h
Traveling speed second gear (Front/ Rear)	15.7/16.8 km/h
Traveling speed third gear (Front)	35 km/h
Engine model	TD226B-6G
Rated power	92Kw
Rated rotary speed	2200rpm
Dimension	6863mmX2460mmX3905mm
Overall weight	10.2t

The specification subject to change without notice

ANEXO 10

GENERADOR ELÉCTRICO



SECCIÓN 1: COTIZACIÓN GENERADOR ELÉCTRICO (INGLÉS) Y DATOS TÉCNICOS.

150KW Diesel Generator Sets Quote, GENERAL POWER LIMITED

De: **Gabriel Lopez (General Power)** (gabriel@genpowerusa.com)

Enviado: martes, 17 de marzo de 2009 12:58:11 p.m.

Para: sebas_alm@hotmail.com

CC: ccc@genpowerusa.com

📎 2 archivos adjuntos



[BALMEIDA1...pdf](#) (314.6 KB), [J150U_ES.pdf](#) (213.8 KB)

Dear Byron,

THANK YOU for contacting us and thank you for the new opportunity to quote.

Based on your requirements, we are pleased to present our line of SDMO Generators, **the third largest diesel generator manufacturer in the world.**

Attached to this email please find:

1. BALMEIDA1 - Formal Quotation
2. SDMO J150U - Diesel Generator Set catalog

Byron, We have attached all the technical specifications but will be glad to personally review any questions you may have.

Refer to page #2 of the formal quotation (1st attachment with your name) for commercial information and pricing.

Please let us know if you require additional information or revisions to our proposal, we will be glad to.

We thank you once again for the opportunity to quote and look forward to your order!

Thank you for choosing General Power, your Power Generation Solution

Gabriel Lopez
GENERAL POWER LIMITED, INC
8145 NW 33 Street
Miami, Florida 33122
P (305) 471 9566, P (888) POWER 58, C (508) 816 6787, F (305) 471 9568, F (305) 675 8033
www.dieselgeneratorsmiami.com, www.genpowerusa.com, gabriel@genpowerusa.com

•Diesel Generators 6 - 3,200Kw •Alternators (generator ends) 6 - 3,500Kw •ATS, automatic transfer switches 30 - 3,000Amps •Heavy duty trailers •Fuel tanks 50 to 5,000Gal
•AVR, Automatic voltage regulators •PCB, EIM, Diesel engine Parts and Controls •Diode sets, Surge suppressors and Alternator parts •Control panels and genset spare parts
•SDMO •BROADCROWN •NEWAGE STAMFORD •AVK •LEROY SOMER •OLYMPIAN •MARATHON •BASLER •KOHLER •MECCALTE •GRAMEYER
•DEEPSEA •ASCO
•JOHN DEERE •PERKINS •MITSUBISHI •VOLVO PENTA •CUMMINS •DOOSAN •MTU •LISTER PETTER •YANMAR •KUBOTA



Please consider your environmental responsibility before printing this e-mail.

This email, and any attachments thereto, is intended only for use by the addressee(s) named herein and may contain legally privileged and/or confidential information. If you are not the intended recipient of this e-mail, you are hereby notified that any dissemination, distribution or copying of this e-mail, and any attachments thereto, is strictly prohibited. If you have received this e-mail in error, please immediately notify me by telephone and permanently delete the original and any copy of any e-mail and any printed thereof.

From: sebas_alm@hotmail.com [mailto:sebas_alm@hotmail.com]

Sent: Monday, March 16, 2009 4:25 PM

To: orders@dieselgeneratorsmiami.com; info@dieselgeneratorsmiami.com

Subject: Contacto de byron desde www.dieselgeneratorsmiami.com

CONTACT INFORMATION

Your Last name * almeida
Your First name * byron
Company name privado
Primary phone number * 59382925067
Alternative phone number
Email * sebas_alm@hotmail.com
City * guayaquil
Country * ecuador

PRODUCT INFORMATION

Interested in

DIESEL GENERATORS:

First Product

Kw or Kva*: 150-160 Kw
Quantity: 1
1 or 3 Phases*: 3
50 or 60Hz:
Voltage*: 220/110V
Enclosed (soundproof): Open
City and country of destination*: guayaquil ecuador
Required delivery time:
Expected date of purchase*: agugost 09

ARCHIVOS ADJUNTOS:

[BALMEIDA1.pdf](#)



Power Generation Solutions

Diesel Generator Sets 5 - 3200 Kva - Diesel Engine & Alternator Parts - Automatic Transfer Switches - Heavy duty Trailers & Fuel Tanks
SDMO - BROADCROWN - KOHLER - JOHN DEERE - PERKINS - MITSUBISHI - VOLVO - CUMMINS - MTU DETROIT - LEROY SOMER - STAMFORD NEWADE

Quotation

150Kw

Miami, Monday, March 16, 2009

ATTENTION: BYRON ALMEIDA
Mr. Byron Almeida
P 011 59 3829 25067
Guayaquil, Ecuador
Sebas_alm@hotmail.com

SUBJECT: 150Kw Diesel Generator Sets

We are pleased to present our line of SDMO Generators, *the third largest genset manufacturer in the world:*



Voltage	Power ESP kWe/kVA	Power PRP kWe/kVA	Standby Amps	Dimensions – Open	Weight - Open
480/277	150 / 188	137 / 171	226	Length: 2370mm [93in] Width: 1114mm [44in] Height: 1480mm [58in]	1640kg [3616 lbs] Net 1980kg [4365 lbs] Gross
440/254	150 / 188	137 / 171	247		
380/220	150 / 188	137 / 171	286		
240/120	148 / 185	135 / 168	445		
220/127	150 / 188	137 / 171	493		
208/120	148 / 185	135 / 168	514		

SDMO J150UII DIESEL GENERATOR SET

150Kw (188Kva) Standby, 137Kw (171Kva) Prime, 60Hz, 1800RPM, 0.8PF, 3 Phase, 220V

- >JOHN DEERE 6068HF120, Turbocharged heavy duty diesel engine, 4 stroke, 1800rpm
- >LEROY SOMER LSA442M95, brushless alternator. IP23 drip-proof protection, Insulation class H. Automatic voltage regulation
- >MERLIN GERIN, Main line circuit breaker, 3 pole, output rated
- >SDMO NEXYS, Digital auto-start control panel. All alarms, genset parameters, control functions and indicators, CE and UL compliant

STANDARD FEATURES

- >Open version
- >Auto Start control feature included for interoperation with ATS/AMF
- >Incorporated metallic fuel tank, high capacity: 340L
- >Non EPA compliant engine optimized for low fuel consumption
- >12lead reconnectable, single bearing alternator IP23, Insulation class H/H, AVR 250
- >Radiator for wiring T°of 50°C [122°F] max with mechanical fan
- >Microprocessor control panel
- >12V charging alternator and starter
- >12V charged DC starting battery with electrolyte and cables
- >Industrial class silencer, muffler
- >Dry type air filter, fuel filter and oil filter elements installed
- >Mechanically welded chassis with vibration isolators
- >User guide and Maintenance manual (English, French and Spanish)
- >Each unit prototype and factory tested prior to shipping
- >All other Standard features, please see catalog

Continues...



GENERAL POWER LIMITED, INC
8145 N.W. 33rd Street / Miami, Florida 33172
(P) 305 471 9566 (P) 1 888 POWER58 (F) 305 471 9568
www.genpowerusa.com www.dieselgeneratorsmiami.com generators@genpowerusa.com



Power Generation Solutions

Diesel Generator Sets 5 - 3200 Kva - Diesel Engine & Alternator Parts - Automatic Transfer Switches - Heavy duty Trailers & Fuel Tanks
 SDMO - EROADCROWAN - KOHLER - JOHN DEERE - PERKINS - MITSUBISHI - VOLVO - CUMMINS - MTU DETROIT - LEROY SOMER - STAMFORD NEWAGE

Quotation



CONTROL PANEL

Digital / Auto Start

SDMO NEXYS



Nexys is a compact all-in-one unit designed for 1. Automatic engine start/stop, 2. Engine protection, 3. Breaker control, 4. Generator protection

Frequency meter, Ammeter, Voltmeter
 Alarms and faults Oil pressure, water temperature, Overcrank, Overspeed (>60 kVA), Min/max alternator, Low fuel level, Emergency stop
 Engine parameters Hours counter, Engine speed, Battery voltage, Fuel level, Air preheating, All other std features, please request catalog for details

PRICES, TERMS and CONDITIONS

- PRICE:** US\$19,575.00 - 150Kw Complete Generator set, open version as quoted
- OPTIONS1:** US\$2,892.00 - 600A, 3pole, Nema1, engine exerciser, SDMO automatic transfer switch
- OPTIONS2:** US\$275.00 - 1000Hours, John Deere original filter kit for scheduled maintenance
- OPTIONS3:** US\$PENDING - Ocean transport and insurance to Guayaquil port, Ecuador
- LEAD TIME:** 2-5 weeks, subject to previous sales. To be confirmed a time of order
- PRICES:** US Dollars. Wire transfer or Cashier's check
- CREDIT CARD:** 4% surcharge applies to credit card transactions
- TERMS:** 50% to confirm order, 50% due prior to shipping
- INCOTERMS:** CIF Guayaquil port, Ecuador
- WARRANTY:** Manufacturer's standard terms and conditions
- ORDERS:** Orders are non cancellable, refundable nor exchangeable
- VALIDITY:** 20 days, subject to previous sales. This quotation is subject to typographical and technical corrections

Gabriel Lopez
 Sales Representative

Thank you for choosing General Power, your power generation solution.



GENERAL POWER LIMITED, INC
 8145 N.W. 33rd Street / Miami, Florida 33172
 (P) 305 471 9566 (P) 1 888 POWER58 (F) 305 471 9568
www.genpowerusa.com www.diesलगeneratorsmiami.com generators@genpowerusa.com

[J150U_ES.pdf](#)



J150U

Motor JOHN DEERE , 6068HF120-153
Alternador LEROY SOMER , LSA442M95

CARACTERÍSTICAS ESTÁNDARES

- Regulación mecánica
- Chasis mecanosoldado con suspensiones antivibraciones
- Disyuntor de potencia
- Radiador para una temperatura del cableado de 50°C [122°F] máx con ventilador mecánico
- Rejilla de protección del ventilador y de las piezas giratorias
- Silenciador de 9dB(A) que se facilita por separado
- Batería cargada con electrolito
- Motor de arranque y alternador de carga 12 V
- Se suministra con aceite y liquido de refrigeración -30°C
- Manual de uso y de puesta en marcha



Tensi6ns	Potencia ESP kWe/kVA	Potencia PRP kWe/kVA	Amperios seguros	Dimensiones	Peso
480/277	150 / 188	137 / 171	226	L: 2370mm [93in] an: 1114mm [44in] alt: 1480mm [58in]	1640kg [3616 lbs] De Vacio
440/254	150 / 188	137 / 171	247		1980kg [4365 lbs] En Func
380/220	150 / 188	137 / 171	286		
240/120	148 / 185	135 / 168	445		
220/127	150 / 188	137 / 171	493		
208/120	148 / 185	135 / 168	514		
600/347	150 / 188	137 / 171	181		

POTENCIA DE LOS GRUPOS ELECTROGENOS

PRP : Potencia principal disponible en continuo en carga variable durante un n6mero ilimitado de horas al a6no de acuerdo con el ISO8528-1. Es posible una sobrecarga de 10% una hora cada 12 horas seg6n ISO3046-1

ESP : Potencia de emergencia disponible para una utilizaci6n de emergencia en carga variable de acuerdo con el ISO8528-1. Opci6n sobrecarga no disponible .

CONDICIONES DE LA UTILIZACION

Temperatura de entrada del aire 25 °C altitud, 2300 m por encima del nivel del mar. Humedad relativa 60 %. Todos los datos de las prestaciones de funcionamiento de los motores fundados en las potencias continuas m6ximas mencionadas m6s arriba.

	Modelo	dB(A)@1m	dB(A)@7m	Dimensiones	Peso	Tank
	M226	80	68.9	L: 3508mm [138in] an: 1200mm [47in] alt: 1830mm [72in]	2230kg [4916lbs] De Vacio 2580kg [5688lbs] En Func	340 L
	M226-DW	80	68.9	L: 3560mm [140in] an: 1200mm [47in] alt: 2182mm [86in]	2623kg [5783lbs] De Vacio 3506kg [7729lbs] En Func	868 L

Documento no contractual - La sociedad SDMO industries se reserva el derecho de modificar sin previo aviso todas las caracteristicas anunciadas en este CD Rom, para mejorar la calidad de sus productos.

SDMO Industries – 12bis rue de la Villeneuve – CS 92848 – 29 228 BREST CEDEX 2
Tel +33 (0)2 98 41 41 41 – Fax : +33 (0)2 98 41 63 07 – www.sdmo.com





DATOS DEL MOTOR

CARACTERISTICAS ESTANDARES	Fabricante / Modelo	JOHN DEERE 6068HF120-153 , 4-tiempos, Turbo , Air/Air DC 6
	Disposición de los cilindros	L
	Desplazamiento	6.72L [410.1C.I.]
	Carrera y Diámetro	106mm [4.2in.] X 127mm [5.0in.]
	Tasa de compresión	17 : 1
	Velocidad en vueltas por minutos	1800 Rpm
	Velocidad de los pistones	7.62m/s [25.0ft./s]
	Potencia de emergencia máxima a velocidad nominal*	161kW [216BHP]
	Regulación frecuencia, carga constante	+/- 2.5%
	BMEP	14.8bar [214psi]
Regulador: tipo	MECA	
SISTEMA DE ESCAPE	Temperatura gas	600°C [1112°F]
	Caudal gas	473L/s [1002cfm]
	Contrapresión	750mm CE [30in. WG]
SISTEMA FUEL	110% (@ 50 Hz)	41.5L/h [11.0gal/hr]
	100% (potencia de emergencia)	38L/h [10.0gal/hr]
	75% (potencia de emergencia)	29L/h [7.7gal/hr]
	50% (potencia de emergencia)	20.5L/h [5.4gal/hr]
	Caudal máximo bomba fuel-oil	112L/h [29.6gal/hr]
SISTEMA ACEITE	Capacidad aceite con filtro	21.5L [5.7gal]
	Mínima presión de aceite	1bar [14.5psi]
	Presión de aceite	5bar [72.5psi]
	Consumo de aceite 100% carga	0.04L/h [0.011gal/hr]
Capacidad aceite carter	20.6L [5.4gal]	
BALANCE TEMICO 100% CARGO	Calor expulsado en el escape	105kW [5970Btu/mn]
	Calor irradiado	17.5kW [995Btu/mn]
	Calor expulsado en el agua	59kW [3355Btu/mn]
AIRE DE ADMISIÓN	Aire de entrada máximo	625mm CE [25in. WG]
	Flujo de aire motor	213L/s [451cfm]
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	Capacidad del motor y radiador	25.8L [6.8gal]
	Temperatura de agua máxima	105°C [221°F]
	Temperatura de agua a la salida	93°C [199°F]
	Potencia del ventilador	5 kW
	Caudal de aire ventilador	N/A
	Contrapresión radiador	20mm CE [0.8in. WG]
	Typo de Enfriamiento	Gencool
Termostat	82-94 °C	
EMISIONES	PM	N/A
	CO	N/A
	Nox	N/A
	HC	N/A

Documento no contractual - La sociedad SDMO industrias se reserva el derecho de modificar sin previo aviso todas las características anunciadas en este CD Rom, para mejorar la calidad de sus productos.

SDMO Industrias – 12bis rue de la Villeneuve – CS 92848 – 29 228 BREST CEDEX 2
Tel +33 (0)2 98 41 41 41 – Fax : +33 (0)2 98 41 63 07 – www.sdmo.com





ESPECIFICACIONES DEL ALTERNADOR

DATOS	Fabricante	LERROY SOMER
	Tipo	LSA442M95
	Número de fases	3
	Factor de potencia (Cos Phi)	0.8
	Altitud	< 1000 m
	Velocidad excesiva	2250 rpm
	Polo: número	4
	Tipo de excitación	SHUNT
	Aislamiento: clase, temperatura	H / H
	Regulador de tensión	R230
	Tasa de armónico (TGH/THC)	< 2%
	Forma de onda : NEMA = TIF – TGH/THC	< 50
	Forma de onda : CEI = FHT – TGH/THC	< 2%
	Cojinete: número	1
	Acoplamiento	Direct
	Regulación de tensión 0 al 100%	+/- 0.5%
	Recubrimiento (20% tensión) ms	500 ms
SkVA	N/A	
OTROS DATOS	Potencia nominal continua @ 40°C	188 kVA
	Potencia emergencia @ 27°C	206 kVA
	Rendimiento @ 4/4 carga	92.3 %
	Caudal de aire	0.44m ³ /s [932.30cfm]
	Informe de cortocircuito (Kcc)	0.41
	Reactancia longitudinal sincrónica no saturada (Xd)	331 %
	Reactancia transversal sincrónica no saturada (Xq)	198 %
	Constante de tiempo transitoria en vacío (T'do)	2865 ms
	Reactancia longitudinal transitoria saturada (X'd)	11.5 %
	Constante de tiempo transitoria en Cortocircuito (T'd)	100 ms
	Reactancia longitudinal subtransitoria saturada (X''d)	6.9 %
	Constante de tiempo subtransitoria (T''d)	10 ms
	Reactancia transversal subtransitoria saturada (X''q)	8.2 %
	Reactancia homopolar no saturada (Xo)	0.2 %
	Reactancia inversa saturada (X2)	7.6 %
	Constante de tiempo del inducido (Ta)	15 ms
	Corriente de excitación en vacío (io)	0.6 A
	Corriente de excitación en carga (ic)	2 A
	Tensión de excitación en carga (uc)	38 V
	Tiempo de respuesta (Delta U = 20% transitoria)	500 ms
	Arranque (Delta U = 20% perm. o 50% trans.)	349.9 kVA
	Delta U transitoria (4/4 carga) – Cos Phi : 0.8 AR	15.1 %
Perdidas en vacío	3.87 kW	
Disipación de calor	12.44 kW	

Documento no contractual - La sociedad SDMO Industries se reserva el derecho de modificar sin previo aviso todas las características anunciadas en este CD Rom, para mejorar la calidad de sus productos.

SDMO Industries – 12bis rue de la Villeneuve – CS 92848 – 29 228 BREST CEDEX 2
Tel +33 (0)2 98 41 41 41 – Fax : +33 (0)2 98 41 63 07 – www.sdmo.com





CAJA DE MANDO

Estándar

NEXYS



Características :
Frecuencímetro, Voltímetro, Amperímetro
Alarmas y fallos :
Presión del aceite, Temperatura del agua, No arranca,
Sobrevelocidad (>60 kVA), Min./Máx alternador, Nivel
bajo de fuel-oil, parada de emergencia
Parametros motor :
Cuentahoras, Velocidad del motor, Tensión de batería,
Nivel fuel-oil, Pre calentamiento del aire

Opción

TELYS



Características :
Frecuencímetro, Voltímetro, Amperímetro
Alarmas y fallos :
Presión del aceite, Temperatura del agua, No arranca,
Sobrevelocidad, Min./Máx alternador, Min./Máx tensión
de batería, Parada de emergencia
Parametros motor :
Cuentahoras, Presión del aceite, Tensión de batería,
Temperatura del agua, Nivel fuel-oil, Velocidad del
motor, Tensión de batería

Documento no contractual - La sociedad SDMO industries se reserva el derecho de modificar sin previo aviso todas las características anunciadas en este CD Rom, para mejorar la calidad de sus productos.

SDMO Industries – 12bis rue de la Villeneuve – CS 92848 – 29 228 BREST CEDEX 2
Tel +33 (0)2 98 41 41 41 – Fax : +33 (0)2 98 41 63 07 – www.sdmo.com



SECCIÓN 2: VÍNCULOS DE CATÁLOGOS EN ESPAÑOL Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS.

RE: 150KW Diesel Generator Sets Quote, GENERAL POWER LIMITED

De: **Gabriel Lopez (General Power)** (gabriel@genpowerusa.com)
Enviado: martes, 17 de marzo de 2009 06:06:05 p.m.
Para: Sebastian Almeida (sebas_alm@hotmail.com)

Estimado Sr. Almeida,

Mi número de teléfono para contacto directo es 1 (508) 816 6787. Estoy a la orden.

Por favor refiérase a la segunda pagina del catalogo del set generador para información detallada de consumo de combustible a diferentes cargas.
(estos son los links para descarga directa)

CATALOGO SET GENERADOR:
[http://www.dieselgeneratorsmiami.com/recursos_tecnicos/150KW%20GENERADOR%20DIESEL%20J150U%20\(ESPANOL\).PDF](http://www.dieselgeneratorsmiami.com/recursos_tecnicos/150KW%20GENERADOR%20DIESEL%20J150U%20(ESPANOL).PDF)

CATALOGO CABINA INSONORIZADA:
[http://www.dieselgeneratorsmiami.com/recursos_tecnicos/CABINA%20INSONORIZADA%20J150U%20M226%20\(ESPANOL\).PDF](http://www.dieselgeneratorsmiami.com/recursos_tecnicos/CABINA%20INSONORIZADA%20J150U%20M226%20(ESPANOL).PDF)

CATALOG PANEL DE CONTROL:
[http://www.dieselgeneratorsmiami.com/recursos_tecnicos/PANEL%20DE%20CONTROL%20DIGITAL%20NEXYS%20\(ESPANOL\).PDF](http://www.dieselgeneratorsmiami.com/recursos_tecnicos/PANEL%20DE%20CONTROL%20DIGITAL%20NEXYS%20(ESPANOL).PDF)

Ésta es la información requerida:

100% (potencia de emergencia) 38L/h [10.0gal/hr]
75% (potencia de emergencia) 29L/h [7.7gal/hr]
50% (potencia de emergencia) 20.5L/h [5.4gal/hr]
Caudal máximo bomba fuel-oil 112L/h [29.6gal/hr]

Debes guiarte por 100% potencia de emergencia (10Gal/hora).

Pero debes recordar que no recomendamos que el set generador este trabajando constantemente a 100% de su potencia.

Por regla general, expertos recomiendan tanto para seguridad como para expansiones futuras, que el set generador este dimensionado de 70-90% de su potencia máxima

Invito preguntas adicionales y con mucho gusto le llamo a su conveniencia para responder preguntas adicionales,

Thank you for choosing General Power, your Power Generation Solution

-----Gabriel Lopez

GENERAL POWER LIMITED, INC
8145 NW 33 Street
Miami, Florida 33122
P (305) 471 9566, P (888) POWER 58, C (508) 816 6787, F (305) 471 9568, F (305) 675 8033
www.dieselgeneratorsmiami.com, www.genpowerusa.com, gabriel@genpowerusa.com

SECCIÓN 3: PRESUPUESTO GENERADOR ELÉCTRICO (ESPAÑOL).

150Kw Diesel Generator Quote FROM GENERAL POWER

De: **Carlos Urrutia (General Power)** (currutia@genpowerusa.com)

Enviado:viernes, 20 de marzo de 2009 02:26:21 p.m.

Para: sebas_alm@hotmail.com

Byron,

Como hemos quedado de acuerdo le envié la cotización en español.

SDMO J150U SET GENERADOR DIESEL

150Kw (188Kva) Standby, 137Kw (171Kva) Prime, 60Hz, 3 Phase, 0.8PF, 1800rpm, 220/127V

- > JOHN DEERE 6068HF120, Motor diesel turbo-alimentado para trabajo pesado de 4 tiempos, 1800rpm
- > LEROY SOMER LSA442M95, Alternador mono-cojinete sin escobillas, protección IP23, Insulación Clase H, AVR
- >MERLIN GERIN, Disyuntor de potencia de 3 polos.
- >SDMO NEXYS, Panel de control digital auto-start. Todas las funciones, controles, parámetros y alarmas.

CARACTERISTICAS ESTANDAR:

- >Versión abierta
- >Auto Start. Control de arranque automático para operación con ATS/AMF
- >Tanque metálico incorporado en la base para uso diario. 390L
- >Motor de arranque y Alternador de carga de 12V
- >Rack de baterías cargadas con electrolito y cables de 12V
- >Alternador mono cojinete de 12 hilos reconectables. Protección IP23, Insulación Clase H, Regulador de voltaje automático R250
- >Gobernador y Regulación: Meca
- >Radiador para una temperatura del cableado de 50°C [122°F] máx con ventilador mecánico
- >Caja digital de Microprocesador conforme con las normas CE y UL
- >Silenciador/Muffler tipo Industrial (O) Critico de 40 dB(A)
- >Elementos de Filtro de aire tipo seco, Aceite y Combustible instalados
- >Chasis mecano soldado con suspensiones y bornes anti vibración
- >Guía de usuario y Mantenimiento (español, ingles y francés)
- >Pruebas de prototipo e individuales de fabrica previo a despacho
- >Todas las demás características norma estándar, favor ver catalogo.

PRECIO UNITARIO "VERSION ABIERTA":	US\$ 19,575.00
600A SWITCH DE TRANSFERENCIA AUTOMATICO	US\$ \$2,892.00
1000HRS KIT DE FILTROS PARA MANTENIMEINTO	US\$275.00

Thank you for choosing General Power, your Power Generation Solution

Carlos Urrutia
GENERAL POWER LIMITED, INC
8145 NW 33 Street
Miami, Florida 33122
P (305) 471 9566, P (888) POWER 58, F (305) 471 9568, F (305) 675 8033
www.dieselegeneratorsmiami.com, www.genpowerusa.com, currutia@genpowerusa.com

ANEXO 11

TARIFAS ADUANERAS



SECCIÓN 1: TARIFAS POR SERVICIO

De: **Carla Layedra** (carla.layedra@valeroyochoa.com)

Enviado:miércoles, 08 de abril de 2009 08:07:56 p.m.

Para: sebas_alm@hotmail.com

CC: galo.ochoa@valeroyochoa.com

1 archivo adjunto



[TARIFAS D...doc](#) (996.0 KB)

Buen día Ing. Almeida

De acuerdo a lo solicitado por usted le adjunto nuestra oferta de servicios, y revisando las fotos de los cargadores, trilladoras y generadores las partidas no pagan arancel.

Generadores= 85013430 0%

Trituradores = 84742090 0%

Cargadores = 84295100 0%

Queda pendiente la cotización del flete el cual la Srta. Kharyna Molina le estará enviando en cuanto tenga el dato del exterior.

Saludos

Carla Layedra

Asistente Comercial

VALERO Y OCHOA C.A.

Telefonos: (5934) 2565600 Guayaquil

Fax (5934) 2560967

Dirección: Còrdova 810, piso 16 of 1 y 2

Email: carla.layedra@valeroyochoa.com

http: www.valeroyochoa.com



TARIFAS POR SERVICIOS

PARA : ING. BYRON ALMEIDA
FECHA : Abril 08 del 2009.

Trámite aduanero:

- Nacionalización por B/L, US\$ 500,-
Para trituradoras, cargadoras, generadores
Estos valores no incluyen IVA.

Cargos adicionales :

- Formulación de DAV US\$ 20,-
- Formularios US\$ 1,25

Cargos eventuales :

- Sellos de seguridad, c/u. US\$ 7,-
- Levantamiento de abandono US\$ 30,-
- Por contenedor adicional US\$ 20,-
- Revisión carga por diferencia de peso o sello
por contenedor US\$ 30,-
- Movilización aforo operadores Isla Trinitaria US\$ 20,-

"Todos los valores están expresados en dólares americanos y no incluyen el IVA que será aplicado según tarifa vigente.

Las retenciones en la fuente en los desembolsos a terceros será de responsabilidad del importador, con previa coordinación formal con nuestro personal en el envío de los formularios respectivos para su aplicación.

Se exceptúan los pagos a terceros tales como contratación de cuadrilla, almacenaje, verificadora, transporte interno, póliza de seguro etc. Estos pagos serán requeridos como anticipo previo al trámite de desaduanización y serán justificados con su respectivo soporte al momento de entregarles nuestra factura por honorarios y carta de reposición de pagos a terceros."



SECCIÓN 2: COTIZACIÓN DE FLETES MARÍTIMOS Y SEGURO

RV: Cotización para Póliza de Seguros

De: **Kharyna Molina** (kharyna.molina@valeroyochoa.com)

Enviado: jueves, 16 de abril de 2009 05:21:04 p.m.

Para: 'Sebastian Almeida' (sebas_alm@hotmail.com)

CC: 'Monica Valero' (monica.valero@valeroyochoa.com);
mayte.jalon@valeroyochoa.com

Conjunto de caracteres: [Más información](#)

Estimado Arq. Almeida,

Costos aproximados de fletes marítimos y seguro:

Fob + Flete para mercadería nueva será de 0.60% con Cobertura Todo Riesgo, si el caso fuera mercadería usada será de 0.30% con Cobertura LAP.

Esta cotización está con tasa 0.60% Cobertura TODO RIESGO.

1.- Cargadora Frontal	FOB USD	24500,00
Flete Marítimo	USD	12129,28

Prima	\$	219,78
Gastos Operacionales	\$	15,00

Sub - Total	\$	234,78
-------------	----	--------

Iva 12%	\$	28,17
---------	----	-------

Total A Pagar	\$	262,95
----------------------	-----------	---------------

2.- Trituradora Primaria FOB	USD	60259
Repuestos de la Trituradora	USD	9450
Flete marítimo	USD	15400

Prima	\$	510,65
Gastos Operacionales	\$	15,00

Sub - Total	\$	525,65
-------------	----	--------

Iva 12%	\$	63,08
---------	----	-------

Total A Pagar	\$	588,73
----------------------	-----------	---------------

3.- Trituradora Secundaria FOB	USD	103044
Repuestos de la Trituradora	USD	24600
Flete Marítimo	USD	15400

Prima	\$	858,26
Gastos Operacionales	\$	15,00

Sub - Total	\$	873,26
-------------	----	--------

Iva 12%	\$	104,79
---------	----	--------

Total A Pagar	\$	978,06
----------------------	-----------	---------------

4.- Generador Eléctrico	FOB USD	19575
Repuestos del Generador	FOB USD	275
Flete Marítimo	USD	6500
Prima	\$	158,10
Gastos Operacionales	\$	15,00
Sub - Total		<hr/> \$ 173,10
Iva 12%		\$ 20,77
Total A Pagar		\$ 193,87

En espera de sus instrucciones.
Saludos Cordiales,

Kharyna Molina
V & O Cargo S.A.

Teléfono : 593 4 2565600

Fax: 593 4 2560967

Mobil: 593 9 5362945

Dirección: Córdova 810 y Víctor Manuel Rendón, piso 15

E-mail: kharyna.molina@valeroychoa.com

http.: www.valeroychoa.com

ANEXO 12

PRESUPUESTO COMPARATIVO



PRESUPUESTO COMPARATIVO: HORMIGÓN NATURAL VS HORMIGÓN RECICLADO

Hormigón Convencional: 0% agregado grueso reciclado

Cantidades para 1m3 de Hormigón 1:2:3 (210kg/cm2)					
Material	m3	Equivalencia	Precio (\$)	Unidad	Total
Cemento	0,283	8 sacos	6,06	saco	48,48
Agregado fino	0,566	14 parihuelas	8,00	m3	4,528
Agregado grueso natural	0,849	21 1/4 parihuelas	8,00	m3	6,792
Agregado grueso reciclado	----	----	----	----	----
Agua	0,170	8 1/2 canecas	0,37	m3	0,06
Aire	0,019	----	----	----	----
Total	1,887				59,86

ojo: los datos de la columna "m3" son volúmenes aparentes por lo que al sumarlos el resultado será diferente de 1m3.

Cantidades para 1m3 de Hormigón 1:2:4 (170kg/cm2)					
Material	m3	Equivalencia	Precio (\$)	Unidad	Total
Cemento	0,225	6 1/2 sacos	6,06	saco	39,39
Agregado fino	0,450	11 1/4 parihuelas	8,00	m3	3,6
Agregado grueso natural	0,900	22 1/2 parihuelas	8,00	m3	7,2
Agregado grueso reciclado	----	----	----	----	----
Agua	0,135	6 3/4 canecas	0,37	m3	0,05
Aire	0,017	----	----	----	----
Total	1,727				50,24

ojo: los datos de la columna "m3" son volúmenes aparentes por lo que al sumarlos el resultado será diferente de 1m3.

Cantidades para 1m3 de Hormigón 1:3:5 (140kg/cm2)					
Material	m3	Equivalencia	Precio (\$)	Unidad	Total
Cemento	0,196	5 3/4 sacos	6,06	saco	34,845
Agregado fino	0,588	14 3/4 parihuelas	8,00	m3	4,704
Agregado grueso natural	0,980	24 3/4 parihuelas	8,00	m3	7,84
Agregado grueso reciclado	----	----	----	----	----
Agua	0,118	6 canecas	0,37	m3	0,04
Aire	0,019	----	----	----	----
Total	1,901				47,43

ojo: los datos de la columna "m3" son volúmenes aparentes por lo que al sumarlos el resultado será diferente de 1m3.

Hormigón Reciclado: 20% agregado grueso reciclado

Cantidades para 1m3 de Hormigón 1:2:3 (210kg/cm2)					
Material	m3	Equivalencia	Precio (\$)	Unidad	Total
Cemento	0,283	8 sacos	6,06	saco	48,48
Agregado fino	0,566	14 parihuelas	8,00	m3	4,528
Agregado grueso natural	0,679	17 parihuelas	8,00	m3	5,4336
Agregado grueso reciclado	0,170	4 1/4 parihuelas	4,00	m3	0,6792
Agua	0,170	8 1/2 canecas	0,37	m3	0,06
Aire	0,019	---	---	---	---
Total	1,887				59,18

ojo: los datos de la columna "m3" son volúmenes aparentes por lo que al sumarlos el resultado será diferente de 1m3.
El costo de producción aproximado del agregado grueso reciclado es de \$2.71 por m3, asumimos que el precio final sería \$4.

Cantidades para 1m3 de Hormigón 1:2:4 (170kg/cm2)					
Material	m3	Equivalencia	Precio (\$)	Unidad	Total
Cemento	0,225	6 1/2 sacos	6,06	saco	39,39
Agregado fino	0,450	11 1/4 parihuelas	8,00	m3	3,6
Agregado grueso natural	0,720	18 parihuelas	8,00	m3	5,76
Agregado grueso reciclado	0,180	4 1/2 parihuelas	4,00	m3	0,72
Agua	0,135	6 3/4 canecas	0,37	m3	0,05
Aire	0,017	---	---	---	---
Total	1,727				49,52

ojo: los datos de la columna "m3" son volúmenes aparentes por lo que al sumarlos el resultado será diferente de 1m3.
El costo de producción aproximado del agregado grueso reciclado es de \$2.71 por m3, asumimos que el precio final sería \$4.

Cantidades para 1m3 de Hormigón 1:3:5 (140kg/cm2)					
Material	m3	Equivalencia	Precio (\$)	Unidad	Total
Cemento	0,196	5 3/4 sacos	6,06	saco	34,845
Agregado fino	0,588	14 3/4 parihuelas	8,00	m3	4,704
Agregado grueso natural	0,784	19 3/4 parihuelas	8,00	m3	6,272
Agregado grueso reciclado	0,196	5 parihuelas	4,00	m3	0,784
Agua	0,118	6 canecas	0,37	m3	0,04
Aire	0,019	---	---	---	---
Total	1,901				46,65

ojo: los datos de la columna "m3" son volúmenes aparentes por lo que al sumarlos el resultado será diferente de 1m3.
El costo de producción aproximado del agregado grueso reciclado es de \$2.71 por m3, asumimos que el precio final sería \$4.

Hormigón Reciclado: 100% agregado grueso reciclado

Cantidades para 1m3 de Hormigón 1:2:3 (210kg/cm2)					
Material	m3	Equivalencia	Precio (\$)	Unidad	Total
Cemento	0,283	8 sacos	6,06	saco	48,48
Agregado fino	0,566	14 parihuelas	8,00	m3	4,528
Agregado grueso natural	----	----	----	----	----
Agregado grueso reciclado	0,849	21 1/4 parihuelas	4,00	m3	3,396
Agua	0,170	8 1/2 canecas	0,37	m3	0,06
Aire	0,019	----	----	----	----
Total	1,887				56,47

ojo: los datos de la columna "m3" son volúmenes aparentes por lo que al sumarlos el resultado será diferente de 1m3.

El costo de producción aproximado del agregado grueso reciclado es de \$2.71 por m3, asumimos que el precio final sería \$4.

Cantidades para 1m3 de Hormigón 1:2:4 (170kg/cm2)					
Material	m3	Equivalencia	Precio (\$)	Unidad	Total
Cemento	0,225	6 1/2 sacos	6,06	saco	39,39
Agregado fino	0,450	11 1/4 parihuelas	8,00	m3	3,6
Agregado grueso natural	----	----	----	----	----
Agregado grueso reciclado	0,900	22 1/2 parihuelas	4,00	m3	3,6
Agua	0,135	6 3/4 canecas	0,37	m3	0,05
Aire	0,017	----	----	----	----
Total	1,727				46,64

ojo: los datos de la columna "m3" son volúmenes aparentes por lo que al sumarlos el resultado será diferente de 1m3.

El costo de producción aproximado del agregado grueso reciclado es de \$2.71 por m3, asumimos que el precio final sería \$4.

Cantidades para 1m3 de Hormigón 1:3:5 (140kg/cm2)					
Material	m3	Equivalencia	Precio (\$)	Unidad	Total
Cemento	0,196	5 3/4 sacos	6,06	saco	34,845
Agregado fino	0,588	14 3/4 parihuelas	8,00	m3	4,704
Agregado grueso natural	----	----	----	----	----
Agregado grueso reciclado	0,980	24 3/4 parihuelas	4,00	m3	3,92
Agua	0,118	6 canecas	0,37	m3	0,04
Aire	0,019	----	----	----	----
Total	1,901				43,51

ojo: los datos de la columna "m3" son volúmenes aparentes por lo que al sumarlos el resultado será diferente de 1m3.

El costo de producción aproximado del agregado grueso reciclado es de \$2.71 por m3, asumimos que el precio final sería \$4.

