

Apoyo para el Plan de Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático de la República Dominicana, en los Sectores Cemento y Residuos




Consultoría en Identificación y Evaluación de Flujo de Materiales.

Informe Final de la Consultoría.

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH


Presidencia de la República Dominicana
Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio

Por encargo de:
 Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear
de la República Federal de Alemania

Como empresa federal, la GIZ asiste al Gobierno de la República Federal de Alemania en su labor para alcanzar sus objetivos en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40
53113 Bonn, Alemania
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn, Deutschland
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15

E info@giz.de

I www.giz.de

Este documento forma parte del proyecto: Apoyo para el Plan de Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático (DECCC) de la República Dominicana, en los sectores cemento y residuos (proyecto ZACK) - Programa Iniciativa del Clima Internacional (IKI) realizado por la GIZ y el Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio.

GIZ Santo Domingo
Calle Ángel Severo Cabral No. 5, Ens. Julieta,
Santo Domingo, República Dominicana
+1 809 541 1430
+1 809 683 2611

E info@giz.de

I www.giz.de

Autoras:

Mariely Ponciano;

Janira Lebrón

Red Nacional de Apoyo Empresarial a la Protección Ambiental (ECORED
Santo Domingo, República Dominicana

Diseño/diagramación:

Grupo Diario Libre, Santo Domingo

Fotografías/fuentes:

GIZ

Referencias a URL:

La presente publicación contiene referencias a páginas web externas. Los contenidos de las páginas externas mencionadas son responsabilidad exclusiva del respectivo proveedor. Al incluir una referencia por primera vez, la GIZ ha comprobado que los contenidos ajenos no den lugar a eventuales responsabilidades civiles o penales. Sin embargo, no puede esperarse un control permanente de los contenidos de las referencias a páginas externas sin que existan indicios concretos de una infracción de índole legal. Cuando la GIZ constate o sea informada por terceros que una página externa a la que ha remitido da lugar a responsabilidades civiles o penales, eliminará de inmediato la referencia a dicha página. La GIZ se distancia expresamente de tales contenidos.

La GIZ es responsable del contenido de la presente publicación.

Santo Domingo, República Dominicana
Agosto 2014

Apoyo para el Plan de Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático de la República Dominicana, en los Sectores Cemento y Residuos

Consultoría en Identificación y Evaluación de Flujo de Materiales.

Informe Final de la Consultoría.



CONSULTORÍA EN IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE FLUJO DE MATERIALES

Informe Final

Elaborado por:

Ing. Mariely Ponciano, M. Sc.

Ing. Janira Lebrón, M. Sc.

Agosto 2014

CONTENIDO

Lista de tablas.....	4
Lista de figuras.....	7
Lista de anexos	9
Siglas y abreviaturas utilizadas	10
Resumen Ejecutivo.....	12
Executive Summary	17
1. Introducción	22
1.1. Objetivos.....	23
1.1.1. Objetivo general	23
1.1.2. Objetivos específicos	23
1.2. Descripción general de proyecto	23
2. Antecedentes.....	25
3. Área de estudio.....	28
3.1. Ubicación y características físicas.....	28
3.2. División administrativa y política	30
3.3. Características de la población: educación, salud pública, servicios básicos	31
3.4. Aspectos urbanos y rurales: uso de suelo, transporte	32
3.5. Delimitación del área de estudio	33
4. Metodología	35
5. Base de datos de materiales existentes	36
5.1. Residuos municipales	38
5.2. Residuos de grandes generadores.....	41
5.3. Residuos agrícolas.....	42
5.3.1. Café.....	43
5.3.2. Coco.....	44
5.3.3. Cacao	45
5.3.4. Maderas.....	46
5.3.5. Arroz.....	46
5.3.6. Caña de azúcar.....	47
5.4. Otros residuos	48
5.4.1. Llantas.....	48
5.4.2. Aceites	51
5.4.3. Lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales.....	52
5.4.4. Gas natural de rellenos sanitarios	54
5.5. Resumen de estimación de materiales	54
6. Benchmarking	56
7. Análisis de las cadenas de suministro	58
8. Situación de demanda de energía de las industrias del cemento	64
9. Síntesis de las condiciones socioeconómicas de los recolectores de desechos	67
9.1. Cantidad y condición socioeconómica	67

9.2. Estructura y nivel organizativo	69
9.3. Oportunidades del sector	70
10. Concepto para la futura recolección de datos	72
11. Conclusiones y recomendaciones	74
12. Bibliografía.....	77
13. Anexos.....	79
Anexo 1: Cronograma de trabajo	79
Anexo 2: Lista de contactos.....	79
Anexo 3: Entrevista a industrias del cemento	79
Anexo 4: Entrevista a instituciones estatales	79
Anexo 5: Entrevista a ayuntamientos	79
Anexo 6: Entrevista a empresas	79
Anexo 7: Entrevista a empresas recicladoras.....	79

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estimación de materiales disponibles y la energía que generan.	14
Tabla 2. Estimation of available materials and energy generated per year.....	19
Tabla 3. Inventario de residuos industriales de la República Dominicana del 2010 (Chaverri & Ponciano, 2010).....	26
Tabla 4. Regiones de desarrollo de República Dominicana (Enciclopedia Ilustrada de la República Dominicana, 2008).	31
Tabla 5. Indicadores de condiciones de vida de República Dominicana, año 2010 (ONE, 2010).....	31
Tabla 6. Indicadores del mercado laboral de República Dominicana, año 2010 (ONE, 2010).....	31
Tabla 7. Información básica de industrias del cemento de República Dominicana (ADOCEM, 2014).	33
Tabla 8. Valor calorífico de residuos que pueden ser utilizados como combustible alternativo (GIZ, Holcim y FHNW, 2011).....	37
Tabla 9. Generación y composición de residuos sólidos domésticos de República Dominicana.....	38
Tabla 10. Estimación de generación total de residuos sólidos municipales años 2014, 2019 y 2024.	39
Tabla 11. Exportación de residuos de cartón, papel, plástico y metales de República Dominicana en el 2013 (CEI-RD, 2014).	40
Tabla 12. Distribución de área sembrada de café (Camilo, 2014).	43
Tabla 13. Serie histórica de producción de café dominicano años 2004 – 2014 (Camilo, 2014).	43

Tabla 14. Estimación de generación de llantas por el parque vehicular de la República Dominicana del año 2013.	49
Tabla 15. Exportaciones de neumáticos recauchados y usados (CEI-RD, 2014).	50
Tabla 16. Estimación de generación de aceite usado por el parque vehicular de la República Dominicana del año 2013.	52
Tabla 17. Estimación de lodos generados por las plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas en República Dominicana (ONE, 2013).	53
Tabla 18. Estimación de generación de biogás en rellenos sanitarios de República Dominicana (2014 – 2024).	54
Tabla 19. Resumen de estimación de materiales.	54
Tabla 20. Precios de aceite usado.	56
Tabla 21. Precios de plástico.	56
Tabla 22. Precios de residuos de coco.	56
Tabla 23. Precios de textiles.	57
Tabla 24. Precios de residuos de arroz.	57
Tabla 25. Precios de residuos de madera.	57
Tabla 26. Precios de fibras de papel.	57
Tabla 27. Flujo de residuos de aceite usado.	58
Tabla 28. Flujo de residuos de llantas.	58
Tabla 29. Flujo de gas natural.	59
Tabla 30. Flujo de residuos de café.	59
Tabla 31. Flujo de residuos de coco.	60

Tabla 32. Flujo de residuos de cacao.	60
Tabla 33. Flujo de residuos de madera.	60
Tabla 34. Flujo de residuos de barbojo.	61
Tabla 35. Flujo de residuos textiles.	61
Tabla 36. Flujo de residuos de arroz.	62
Tabla 37. Flujo de residuos de caña de azúcar.	62
Tabla 38. Flujo de residuos de lodos de plantas de tratamiento.	62
Tabla 39. Flujo de residuos de aserrín.	63
Tabla 40. Flujo de residuos de papel.	63
Tabla 41. Datos de las industrias del cemento entrevistadas.	64
Tabla 42. Estimación de materiales disponibles y la energía que producen en un año. ...	65
Tabla 43. Recolectores informales por municipio o provincia.	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de industrias del cemento en República Dominicana.	13
Figura 2. Location of cement industries in Dominican Republic.	18
Figura 3. Mapa de la isla de Santo Domingo (EDUCANDO, 2011).....	28
Figura 4. Mapa político provincial de República Dominicana (ONE, 2009).....	29
Figura 5. Mapa político distrital de República Dominicana (ONE, 2009).....	30
Figura 6. Mapa de usos de suelos de República Dominicana (MARENA, 2014).....	32
Figura 7. Ubicación de industrias del cemento de República Dominicana.	33
Figura 8. Flujo de residuos municipales de papel y cartón, plásticos y metales.	40
Figura 9. Flujo de residuos municipales de textiles.....	40
Figura 10. Flujo de residuos municipales de maderas.....	41
Figura 11. Flujo de residuos municipales de fundas plásticas.....	41
Figura 12. Flujo de residuos agrícolas de café.....	44
Figura 13. Flujo de residuos agrícolas de coco.....	45
Figura 14. Flujo de residuos agrícolas de cacao.....	45
Figura 15. Flujo de residuos agrícolas de arroz.....	47
Figura 16. Flujo de residuos agrícolas de caña de azúcar.....	47
Figura 17. Mapa de parque vehicular de la República Dominicana, según provincia (DGII, 2014).....	48
Figura 18. Flujo de residuos de llantas.....	51
Figura 19. Flujo de residuos de aceite usado.....	52

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Cronograma de trabajo	79
Anexo 2: Lista de contactos	79
Anexo 3: Entrevista a industrias del cemento	79
Anexo 4: Entrevista a instituciones estatales	79
Anexo 5: Entrevista a ayuntamientos	79
Anexo 6: Entrevista a empresas	79
Anexo 7: Entrevista a empresas recicladoras.....	79

SIGLAS Y ABREVIATURAS UTILIZADAS

ACOFAVE	Asociación de Concesionarios de Vehículos
ADOCEM	Asociación Dominicana de Productores de Cemento Portland
ADOZONA	Asociación Dominicana de Zonas Francas
AIDIS	Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
AIRD	Asociación de Industrias de República Dominicana
ASONAIMCO	Asociación Nacional de Fabricantes de Muebles y Afines
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAASD	Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CEI-RD	Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana
CODOCAFÉ	Consejo Dominicano del Café
cps	Centipoise
DECC	Plan de República Dominicana para el Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático
DGII	Dirección General de Impuestos Internos
DN	Distrito Nacional
ECORED	Red Nacional de Apoyo Empresarial a la Protección Ambiental
FAO	Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FOB	Libre a bordo
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIZ	Agencia de Cooperación Alemana
GJ	Gigajoule
ICI	Iniciativa Climática Internacional
INAPA	Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados
INAZUCAR	Instituto Azucarero Dominicano
hab	Habitante
kg	Kilogramo
lb	Libra
MARENA	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
MJ	Megajoule
ND	No disponible
ONE	Oficina Nacional de Estadísticas
ONG	Organización No Gubernamental
OPS	Organización Panamericana de la Salud
pulg	Pulgada
RD\$	Pesos dominicanos.

ton	Tonelada
US\$	Dólares americanos
USAID	Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional

RESUMEN EJECUTIVO

Palabras clave: Cemento, Combustibles Alternativos, Industria del Cemento, Residuos Sólidos, República Dominicana.

La presente investigación tiene como propósito organizar una plataforma de datos en el cual serán recopilados los flujos esenciales de materias primas de residuos municipales, comerciales e industriales, según su clase y ubicación. Priorizando los residuos que puedan ser utilizados como combustibles alternativos por la industria del cemento. Para esto se realizaron las siguientes actividades:

- Se identificaron los actores relevantes para el proyecto: instituciones gubernamentales, empresas recicladoras, ayuntamientos, industrias, entre otros.
- Se estimaron los volúmenes de residuos que son separados, clasificados y comercializados dentro y fuera del país.
- Se analizaron las cadenas de suministro existentes. Por medio de análisis de precios y ubicación de los residuos.
- Se evaluó la situación de los recolectores informales. A través de estimar su cantidad y condiciones laborales.

Este estudio complementa el proyecto “Apoyo para la implementación del plan de desarrollo económico compatible con el cambio climático de la República Dominicana en los sectores cemento y residuos sólidos”. El cual es parte del “Plan de República Dominicana para el Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático (DECCC)”, estrategia presentada en el 2011 por el Consejo Nacional de Cambio Climático y Mecanismo Limpio para la reducción de las emisiones en los sectores energía, transporte, forestal, turismo y desechos. El mismo cuenta con el apoyo de la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ, por sus siglas en alemán).

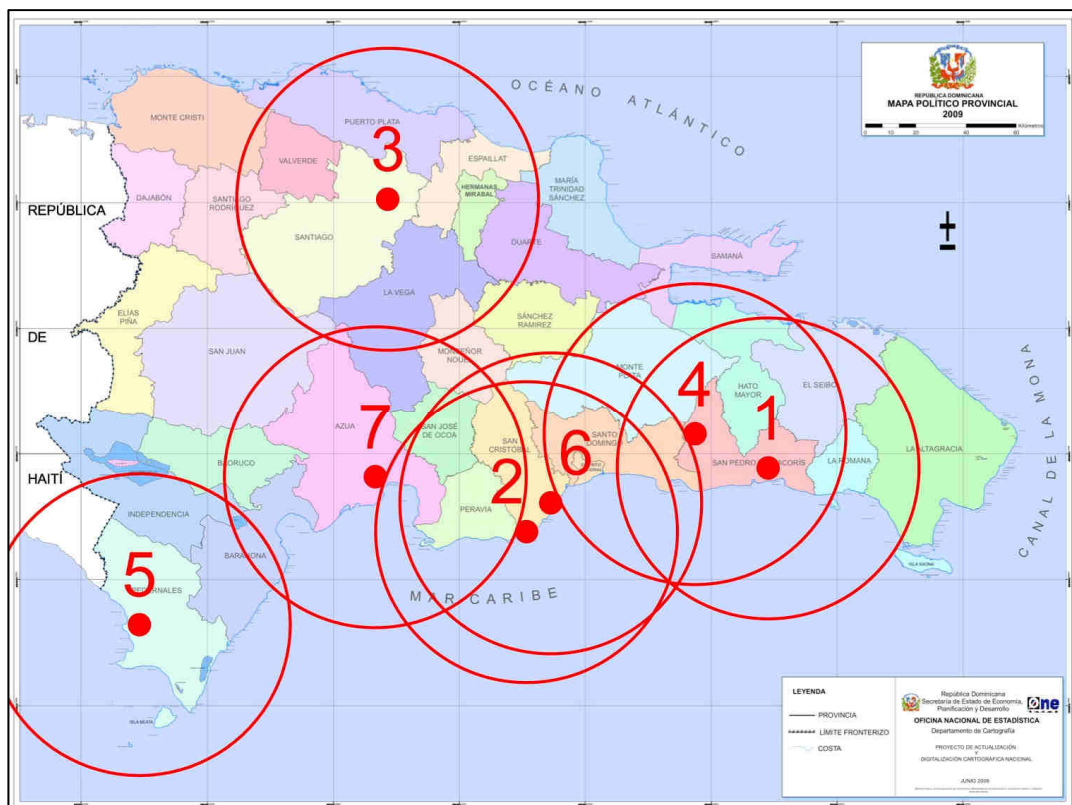
Los resultados de este estudio son la base para iniciar el aprovechamiento de residuos sólidos apropiados como fuente de energía (co-procesamiento). Se ha elegido a la industria del cemento debido a que existe un considerable potencial de mitigación.

Para conocer las cantidades de generación de los distintos materiales, se dividieron en tres grandes grupos: residuos sólidos domésticos, residuos de grandes generadores y residuos agrícolas. Se puso especial interés en los residuos que superaban el poder calorífico de 8 MJ/kg

que es una característica necesaria para su potencial energético, haciendo al material de interés para ser utilizado como combustible alternativo en el co-procesamiento. La recolección de los datos se realizó de forma directa.

En el caso de los residuos sólidos domésticos, se realizó un contacto directo con los ayuntamientos de los principales municipios que se encontraban dentro del área de influencia de las industrias cementeras del país de 60 kilómetros cuadrados. Los municipios se pueden ver en el mapa de ubicación de industrias del cemento y áreas de influencia. La mayoría de los ayuntamientos conoce o estima las cantidades de residuos sólidos que producen sus municipios, pero no saben la composición de sus residuos, salvo 3 municipios que cuentan con estudios de caracterización de residuos realizados. Para los que no tienen datos de composición, se utilizarán los datos de composición promedio nacional, otorgados por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. En este grupo de materiales, el plástico es el material de interés más destacado por su alta cantidad de generación y alto poder calorífico. Sin embargo, el plástico tiene prioridad para reciclarse siempre que sea posible en el mercado actual, antes de su valorización energética, según la priorización de la gestión integral de residuos sólidos actual.

Figura 1. Ubicación de industrias del cemento en República Dominicana.



Por otro lado, para conocer la generación de los residuos de grandes generadores o industriales se contactaron a las dos principales asociaciones que agrupan al sector: Asociación Dominicana de Zonas Francas (ADOZONA) y Asociación de Industriales de República Dominicana (AIRD). Se tenía el objetivo de aplicarles una encuesta de forma directa a las empresas, para elaborar una especie de inventario de residuos, pero la respuestas fueron casi nulas. El principal hallazgo en este sector fue la falta de inventarios de residuos existentes y las pocas respuestas obtenidas. A pesar de ello se estimó una generación de estos residuos tomando como punto de partida que por experiencia se pueden estimar como un porcentaje de los residuos urbanos. Otro gran hallazgo entre las empresas que si respondieron es que la mayoría está realizando separación de materiales para su posterior reciclaje y los materiales son vendidos a empresas intermediarias ó empresas recicladoras.

En cuanto a los residuos agrícolas, sí existen muchos datos de cantidades de generación, pero al mismo tiempo, muchos de los residuos agrícolas se están reaprovechando como es el caso de la cascarilla de arroz y el bagazo de caña. Estas dos industrias mantienen ciclos cerrados y por tanto esos materiales no están disponibles en el mercado. Otros materiales como el café y cacao tienen cantidades muy bajas de generación. Sin embargo en este renglón se pudo identificar el residuo de coco, como material con alto potencial de reaprovechamiento, por su gran cantidad de producción, casi un millón de toneladas por año y salvo pequeñas cantidades destinadas a artesanías, no se está aprovechando.

Otros residuos analizados fueron los neumáticos o llantas, la madera, el gas natural (biogás) y los lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales. En este grupo se destacan los neumáticos por su alta cantidad de generación y alto poder calorífico. En el caso del gas natural y los lodos de planta de tratamiento, se presentan cantidades que el país tiene potencial de generar pero no está realizando en la actualidad porque el biogás de los vertederos no se están extrayendo y la mayoría de las plantas están fuera de funcionamiento.

Como resultado se presenta el siguiente cuadro que expone las cantidades de materiales generadas y el cálculo de su potencia energética según su poder calorífico.

Tabla 1. Estimación de materiales disponibles y la energía que generan.

No.	Descripción	Cantidad (ton/año)	Valor calorífico (MJ/kg)	Energía que generan (GJ/año)
1.00	Residuos municipales			
1.01	Materia orgánica	1,391,233.71	-	-
1.02	Papel y cartón	466,970.93	8.00	3,735,767.41

No.	Descripción	Cantidad (ton/año)	Valor calorífico (MJ/kg)	Energía que generan (GJ/año)
1.03	Plástico	261,426.39	29.25	7,646,721.81
1.04	Textiles	100,821.03	14.96	1,508,282.58
1.05	Metales	77,235.51	-	-
1.06	Vidrios	160,295.20	-	-
1.07	Tetra pack	48,859.70	-	-
1.08	Residuos de baños	31,649.76	-	-
1.09	Escombros y maderas	97,891.71	15.61	1,528,089.60
1.10	Fundas Plásticas	16,128.48	43.92	708,362.80
1.11	Otros	71,376.88	-	-
2.00	Residuos agrícolas			
2.01	Café	22.50	17.80	400.41
2.02	Coco	843,432.00	16.95	14,296,172.40
2.03	Cacao	ND	16.00	-
2.04	Madera	2,441.23	15.61	38,107.65
2.05	Arroz	100,000.00	14.67	1,467,000.00
2.06	Caña de azúcar	4,000,000.00	10.60	42,400,000.00
3.00	Otros residuos			
3.01	Llantas	92,363.79	27.50	2,540,004.23
3.02	Aceites	6,595.33	34.67	228,660.06
3.03	Lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales	62,985.59	10.00	629,855.90
3.04	Gas natural de rellenos sanitarios	59,369.86	18.00	1,068,657.47
	Total General			77,796,082.32

Otra parte del trabajo consistió en evaluar las industrias cementaras del país. Para obtener los datos de las mismas se realizaron visitas y se llenaron fichas de levantamiento de información, donde se pudieron obtener datos como las características generales de las cementeras y la demanda energética de las mismas, que asciende a unos 10 millones de GJ/año. Las industrias del cemento pueden obtener hasta un 40% de esta energía a través de combustibles alternos, es decir 4 millones de GJ/año. Como lo visto en la tabla, los materiales existentes, generados en República Dominicana, al menos los de cantidades conocidas, superan el potencial energético que necesitan las cementeras. El co-procesamiento sería una realidad si los materiales superan las limitantes de los costos de su acopio y de transporte.

A pesar de todas las trabas en el levantamiento de información sobre las cantidades de residuos, se pudieron obtener datos bastante certeros de ciertos materiales generados en el país y la cifra final de cantidades de materiales generados supera los 6 millones de toneladas. No todos están disponibles en el mercado, ya que 400 mil toneladas de residuos son exportados y otras 400 mil toneladas son aprovechados para producción de energía en el sector agrícola. Otro porcentaje importante de residuos están siendo reciclados en el país. Aun así la gran mayoría de residuos no son acopiados o recuperados y permanecen vertidos en vertederos a cielo abierto, que provocan una gran contaminación ambiental, en vez de aprovechar su potencial energético. Si se organizan cadenas de suministro que contemplen la base de la pirámide, los recolectores, se podrían recuperar unas 4 millones de toneladas de residuos por año. Esta cantidad es suficiente para suplir el potencial energético de las cementeras en el país. Por las cantidades de generación, el potencial energético y la disponibilidad de los residuos, se recomienda poner especial atención en los neumáticos y los residuos del coco. Ambos residuos tienen gran potencial para formar cadenas de suministros para las industrias cementeras.

De todas formas, en los dos casos seleccionados y en otros materiales que se deseen integrar a cadenas de suministros formales, se debe tomar en cuenta el sector de recuperadores informales, para incluirlos dentro de las cadenas, ya que en la actualidad son la base del sistema de recuperación de materiales que opera en los vertederos, aun sea un sector informal. El reto está en capacitar, formalizar y agrupar este sector.

EXECUTIVE SUMMARY

Keywords: Alternative Fuels, Cement, Cement Industry, Dominican Republic, Solid Waste.

This research aims to organize a platform in which data will be collected the essential flow of raw municipal, commercial and industrial waste materials, by class and location. Prioritizing waste which can be used as alternative fuel for the cement industry. For this, the following activities were undertaken:

- Relevant stakeholders for the project were identified: government institutions, recycling companies, municipalities, industries, etc.
- Waste volumes that were estimated are separated, sorted and marketed within and outside the country.
- Existing supply chains were analyzed. Through analysis of prices and location of waste.
- the status of scavengers was evaluated. Through estimate the amount and conditions.

This study complements the project "Support for the implementation of the plan of economic development compatible with climate change in the Dominican Republic in the cement and solid waste sectors." Which is part of the "Plan of Dominican Republic for Compatible Economic Development Climate Change (DECCC)" strategy outlined in 2011 by the National Council for Climate Change and Clean Mechanism for reducing emissions in the energy sector, transport, forestry, tourism and waste. The agreement has the support of the German Development Agency (GIZ, for its acronym in German).

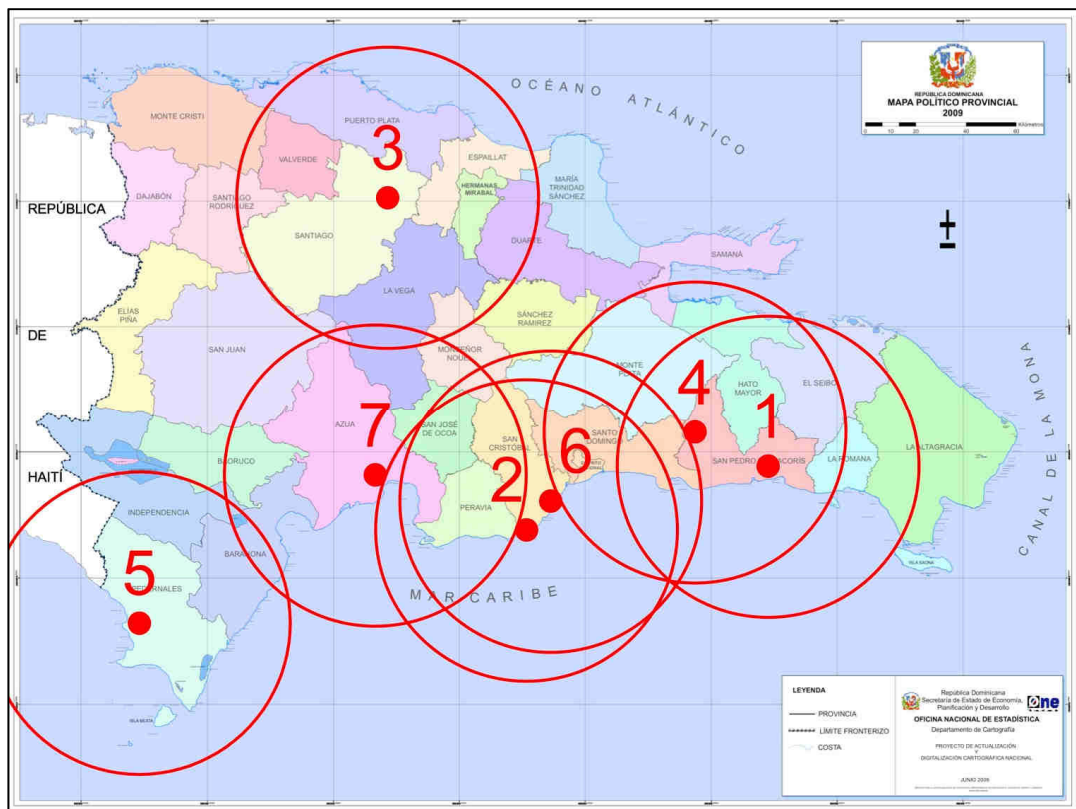
The results of this study are the basis for initiating the appropriate use of solid waste as an energy source (co-processing). Has been elected to the cement industry because there is considerable potential for mitigation.

For quantities of generation of the various materials were divided into three groups: solid household waste, waste from large generators and agricultural waste. Special interest was placed on the waste heat power exceeded 8 MJ/kg which is a necessary feature for its energy potential, making the material of interest to be used as alternative fuel in co-processing. The data collection was performed directly.

In the case of domestic solid waste, direct contact with the municipalities in the main towns that were within the area of influence of the cement industry in the country of 60 square kilometers

was performed. Municipalities can see on the map location of cement industries and areas of influence. Most municipalities known or estimated amounts of solid waste produced by its municipalities, but do not know the composition of waste, except three municipalities with waste characterization studies performed. For those without compositional data, data from national average composition, granted by the Ministry of Environment and Natural Resources will be used. In this group of materials, plastic is the material of interest highlight for copious generation and high calorific value. However, the recycled plastic has priority whenever possible in the current market, prior to energy recovery, according to the prioritization of integrated solid waste management today.

Figura 2. Location of cement industries in Dominican Republic.



On the other hand, for the generation of waste from large industrial generators were contacted two major associations representing the sector: Dominican Association of Free Zones (ADOZONA) and Industrial Association of Dominican Republic (AIRD). In order to apply a survey form directly to companies, to develop a kind of inventory of waste had, but the responses were almost nil. The main finding in this area was the lack of existing waste inventories and the few responses. However this waste generation taking as a starting point that can be estimated

from experience as a percentage of municipal waste was estimated. Another great find among the companies that did respond is that most are performing separation of materials for recycling and materials are sold to recycling companies or trading companies.

Regarding agricultural waste, yes there are many amounts of data generation, but at the same time, many of the agricultural residues are reusing as is the case of rice husks and bagasse. These two industries remain closed cycles and therefore these materials are not available in the market. Other materials such as coffee and cocoa have very low amounts of generation. Without embarking on this account is able to identify the residue of coconut as a material with high potential for reuse, for its large number of production, almost one million tons per year and save small amounts for crafts, not taking advantage.

Other wastes were analyzed tires or tires, wood, natural gas (biogas) and sewage treatment plants wastewater. This group include tires for copious generation and high calorific value. In the case of natural gas and sewage treatment plant, amounts are presented that the country has potential to generate but is not performing at present because the biogas from landfills are not being extracted and most of the plants are out of operation.

As a result the following table presents the amounts of materials generated and the computation of its energy output is presented according to its calorific.

Tabla 2. Estimation of available materials and energy generated per year.

No.	Description	Amount (ton/year)	Calorific value (MJ/kg)	Energy generated (GJ/year)
1.00	Municipal waste			
1.01	Organic matter	1,391,233.71	-	-
1.02	Paper and cardboard	466,970.93	8.00	3,735,767.41
1.03	Plastic	261,426.39	29.25	7,646,721.81
1.04	Textiles	100,821.03	14.96	1,508,282.58
1.05	Metals	77,235.51	-	-
1.06	Glasses	160,295.20	-	-
1.07	Tetra pack	48,859.70	-	-
1.08	Bathrooms waste	31,649.76	-	-
1.09	Debris and woods	97,891.71	15.61	1,528,089.60
1.10	Plastic bags	16,128.48	43.92	708,362.80
1.11	Others	71,376.88	-	-
2.00	Agricultural waste			
2.01	Coffee	22.50	17.80	400.41
2.02	Coconut	843,432.00	16.95	14,296,172.40
2.03	Cocoa	ND	16.00	-

No.	Description	Amount (ton/year)	Calorific value (MJ/kg)	Energy generated (GJ/year)
2.04	Wood	2,441.23	15.61	38,107.65
2.05	Rice	100,000.00	14.67	1,467,000.00
2.06	Sugar Cane	4,000,000.00	10.60	42,400,000.00
3.00	Other Waste			
3.01	Tires	92,363.79	27.50	2,540,004.23
3.02	Oils	6,595.33	34.67	228,660.06
3.03	Sludge treatment plant wastewater	62,985.59	10.00	629,855.90
3.04	Landfill gas	59,369.86	18.00	1,068,657.47
	Total			77,796,082.32

Another part of the work was to evaluate the cement industries. For details of these visits were made and information gathering chips where data could be obtained as the general characteristics of the cement and energy demand of them, amounting to about 10 million GJ / year were filled. The cement can get up to 40% of this energy through alternative fuels, i. e. 4 million GJ / year. As seen in the table, the existing materials generated in Dominican Republic, at least those of known amounts exceeding the potential energy they need cement. Co-processing would be available if the material exceeds the limits for the costs of collection and transport.

Despite all the obstacles in gathering information on the quantities of waste, you could get pretty accurate data of certain materials produced in the country and the final number of quantities of materials generated over 6 million tons. Not all are available in the market, as 400,000 tons of waste are exported 400 thousand tons are harvested for energy production in the agricultural sector. Another important percentage of waste being recycled in the country. Yet the vast majority of waste is not collected or recovered and remain dumped in open dumps, causing a major environmental pollution, rather than using its energy potential. If supply chains that include the base of the pyramid, collectors are organized, they could recover about 4 million tons of waste per year. This amount is sufficient to meet the energy potential of cement in the country. For the amounts of generation, energy potential and the availability of waste, it is recommended to pay special attention to the tires and waste coconut. Both residues have great potential to form supply chains for cement industries.

However, in the two selected cases and other materials that you wish to integrate formal supply chains, take into account the informal sector recyclers for inclusion within the chains, since today

is the basis of materials recovery system which operates in landfills, even be an informal sector. The challenge is in training, and group formalize this sector.

1. INTRODUCCIÓN

Cada día son generados en la República Dominicana más de diez mil toneladas de residuos sólidos urbanos. Cerca del 25% de los residuos generados tienen potencial para reaprovechamiento mediante reciclaje o valorización de los mismos y aun así, casi todo se está depositando en vertederos mal manejados que generan contaminación de suelo, agua y aire.

La disposición final representa un punto crítico en la actual gestión y las experiencias de tratamiento son escasas. Sin embargo, existe una gran demanda de residuos reaprovechables en el mercado local e internacional, lo que mueve a que miles de recolectores informales a separar una parte de los residuos reaprovechables en las calles y los vertederos del país.

Aunque el mercado demanda residuos reaprovechables, no existen fuentes de información sobre inventarios de residuos actualizados, para que las industrias que los demandan tengan acceso a los mismos. Realizar estimaciones de cantidades y flujos de materiales son factores de vital importancia para la utilización de los residuos sólidos como materiales valorizados por diversas tecnologías.

En el 2011 fue presentado el “Plan de República Dominicana para el Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático (DECCC)”, una estrategia de reducción de las emisiones para los sectores Energía, Transporte, Forestal, Turismo, Cemento y Desechos. Dicho instrumento identifica desechos y cemento como los sectores en los cuales podrán lograrse a corto plazo substanciales reducciones de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Mediante el aprovechamiento de desechos apropiados como fuente de energía (co-procesamiento), especialmente en la fabricación de cemento, existe un considerable potencial de mitigación.

A propósito de esto, se realiza este informe. En el cual elaboramos una base de datos de los residuos sólidos industriales, comerciales, agrícolas y municipales; según su clase, calidad, cantidad y distribución regional. Priorizando los residuos que puedan ser utilizados como combustibles alternativos por la industria del cemento.

Con la realización de esta investigación, se genera información valiosa que puede cambiar de manera definitiva el manejo de residuos sólidos y su utilización como combustibles alternativos. Los datos generados servirán a industrias cementeras, empresas recicladoras y otras empresas que tengan tecnologías instaladas o que quieran instalar y necesiten realizar sus estudios de factibilidad.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Organizar una plataforma digital de datos e informaciones en la cual serán recopilados, evaluados y representados los flujos esenciales de materias primas de residuos industriales, comerciales, así como municipales según su clase, calidad, cantidad y distribución regional. Priorizando los residuos que puedan ser utilizados como combustibles alternativos por la industria del cemento.

1.1.2. Objetivos específicos

- Identificar, registrar y estimar los volúmenes de residuos que son separados, clasificados y comercializados dentro y fuera del país.
- Calcular el nivel medio de precios de los residuos ya aprovechados, así como la dinámica de precios dentro de las cadenas de suministro existentes. Por medio de análisis comparativos (benchmarking), valoraciones o entrevistas.
- Identificar las principales barreras y limitaciones que dificultan la utilización más eficiente o ampliada de los residuos, o la creación de una cadena de suministro más eficiente. Asimismo, formular propuestas de solución que incluyan costos y plazos estimados.
- Describir la participación del género en las cadenas actuales de recuperación y comercialización de residuos. Aportando cifras, estimados o indicadores de la participación de mujeres, jóvenes y otros grupos en estos procesos.

1.2. Descripción general de proyecto

En el 2011 fue presentado el “Plan de República Dominicana para el Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático (DECCC)”, una estrategia de reducción de las emisiones para los sectores Energía, Transporte, Forestal, Turismo, Cemento y Desechos. Dicho instrumento identifica desechos y cemento como los sectores en los cuales podrán lograrse a corto plazo substanciales reducciones de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Mediante el aprovechamiento de desechos apropiados como fuente de energía (co-procesamiento), especialmente en la fabricación de cemento, existe un considerable potencial de mitigación. El sector privado relevante, ha manifestado su disposición de realizar las inversiones necesarias para alcanzar este potencial, pero ello aún depende de que el sector público pueda desarrollar las capacidades necesarias para planificar, dirigir, y ejecutar; esta acción.

En el marco de la implementación del Plan DECCC, dentro de la Iniciativa Climática Internacional (ICI) del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania; se ejecuta el proyecto “Apoyo para la implementación del plan de desarrollo económico compatible con el cambio climático de la República Dominicana en los sectores cemento y residuos sólidos”, que cuenta con el apoyo de la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ, por sus siglas en alemán).

A propósito de esto surge la consultoría “Bases y colección de datos de los flujos de materias primas”. En el presente informe se presentan los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos señalados anteriormente.

2. ANTECEDENTES

Según el Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe 2010, la gran mayoría de los municipios latinoamericanos no cuentan con estudios específicos de generación. En el mejor de los casos se emplean métodos como la generación per cápita medida en las estaciones de transferencia, o los sitios de disposición final, los cuales no son muy representativos, ya que lo recolectado no es realmente lo generado (OPS, AIDIS, BID, 2010).

Las fuentes de información sobre la generación y composición de residuos sólidos en la República Dominicana son escasas y poco precisas. Entre los estudios de caracterización que se han realizado están, el que se desarrolló para el Distrito Nacional en el 2006, dentro del Plan de Manejo Integrado de Desechos Sólidos en Santo, que dio resultados de caracterización por clase social.

Otro estudio completo y más actualizado fue el “Diseño de un plan de manejo integral de residuos sólidos en la mancomunidad de ayuntamientos del gran Santo Domingo” de marzo del 2012 realizado por el Consorcio NIPPON KOEI - KOKUSAI KOGYO. El estado dominicano se lo solicitó al Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Este estudio complementa el plan desarrollado por la Agencia de Cooperación Internacional Japonesa (JICA, por sus siglas en inglés) para el Distrito Nacional de Santo Domingo, desarrollado en el 2008. El área de estudio considerada fueron 11 municipios de 3 provincias: Distrito Nacional (1 municipio: Santo Domingo de Guzmán), San Cristóbal (3 municipios: San Cristóbal, Bajos de Haina y San Gregorio de Nigua) y Santo Domingo (7 municipios: Santo Domingo Este, Santo Domingo Oeste, Santo Domingo Norte, Boca Chica, San Antonio de Guerra, Los Alcarrizos y Pedro Brand). El estudio incluye la caracterización de residuos sólidos, evaluación del sistema de recolección, almacenamiento, tratamiento y disposición final, la percepción ciudadana, los costos, el marco legal y un plan para optimizar la gestión de residuos sólidos. Los resultados finales no han sido publicados oficialmente.

Otros estudios que han sido realizados, son los estudios de caracterización en los municipios de Santo Domingo Este en el 2013, San Pedro de Macorís y Samaná en el 2014. Estos tres estudios forman parte de un proyecto de piloto de reciclaje que está ejecutando el consorcio ECORED – Ciudad Saludable con el apoyo del sector privado y los ayuntamientos de los 3 municipios señalados.

Según estudios de caracterización realizados y las cifras de producción per cápita promedio de la región, en el país se producen diez mil toneladas de residuos sólidos urbanos por día, siendo en más de un 50% residuos orgánicos. Este es un dato de generación que se puede considerar muy confiable porque parte de los datos de población del último censo de la ONE y la producción per cápita ya calculada y confirmada con datos de la región. El mayor problema sobre la información de generación de residuos, son los residuos industriales y agrícolas, por la falta de documentos que recopilen los datos de volúmenes de residuos generados y características de los mismos, que son datos primordiales para que estos residuos puedan reaprovecharse, pues en la mayoría de los casos son residuos que se pueden valorizar.

En el año 2010 se realizó el primer Inventario de Residuos Industriales de la República Dominicana, auspiciado por la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). Este trabajo dió unas cantidades y características de 10 residuos que producen de forma industrial en el país y la forma en que se podrían reaprovechar. Los residuos inventariados y sus cantidades generadas fueron los siguientes:

Tabla 3. Inventario de residuos industriales de la República Dominicana del 2010 (Chaverri & Ponciano, 2010).

Material	Cantidad generada	Unidad
Llantas	3,846,853.00	llantas/año
Lubricantes Automotrices	25,316,020.00	litros/año
Plásticos	340,253.51	ton/año
Papel y Cartón	785,200.00	ton/año
Metales	216,000.00	ton/año
Vidrio	209,386.78	ton/año
Baterías de Automóviles	10,126.41	ton de plomo/año
Biomasa	1,962,999.20	ton/año
Residuos Orgánicos	376,327.25	ton/año (sólo DN)
Lodos de Malta	68,571.43	ton/año
Lodos Plantas de Tratamientos	31,077.32	ton/año

En el año 2011, ECORED fue contraparte local para la implementación de la Bolsa de Residuos Industriales de Centroamérica y El Caribe (BORSICCA). Esta bolsa es una plataforma virtual para toda la región que tiene el objetivo de servir de puente de enlace entre generadores de residuos y compradores. Se publicaban avisos de oferta o demanda de residuos de forma gratuita. Aunque se le dió mucha propaganda no brindó los resultados esperados. En general las personas querían llamar y que les brindaran la información de quien compra qué residuos por vía telefónica. No estaban interesados en entrar a la página y colocar sus anuncios de compra o venta

de material. Esta iniciativa fue apoyada durante varios años en toda la región Centroamérica y Caribe por la CCAD.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, como entidad rectora del tema de residuos, no lleva un inventario de los residuos sólidos que se generan en el país. Cuentan con documentos que tienen mucha información al respecto, como los Planes de Manejo de los Permisos Ambientales y los Informes de Cumplimiento Ambiental, solo resta sistematizar estos datos y darlos a conocer a empresas que puedan reaprovechar estos residuos.

3. ÁREA DE ESTUDIO

3.1. Ubicación y características físicas

El territorio de la República Dominicana forma parte de la isla Española o de Santo Domingo. Está ubicada en la región del Caribe, en el centro geográfico del continente americano. Está rodeada por el mar Caribe y el océano Atlántico, en el Archipiélago de las Antillas Mayores, entre las islas de Cuba, Jamaica, Puerto Rico y los archipiélagos de las Bahamas y de las islas Turcos y Caicos (Figura 1).

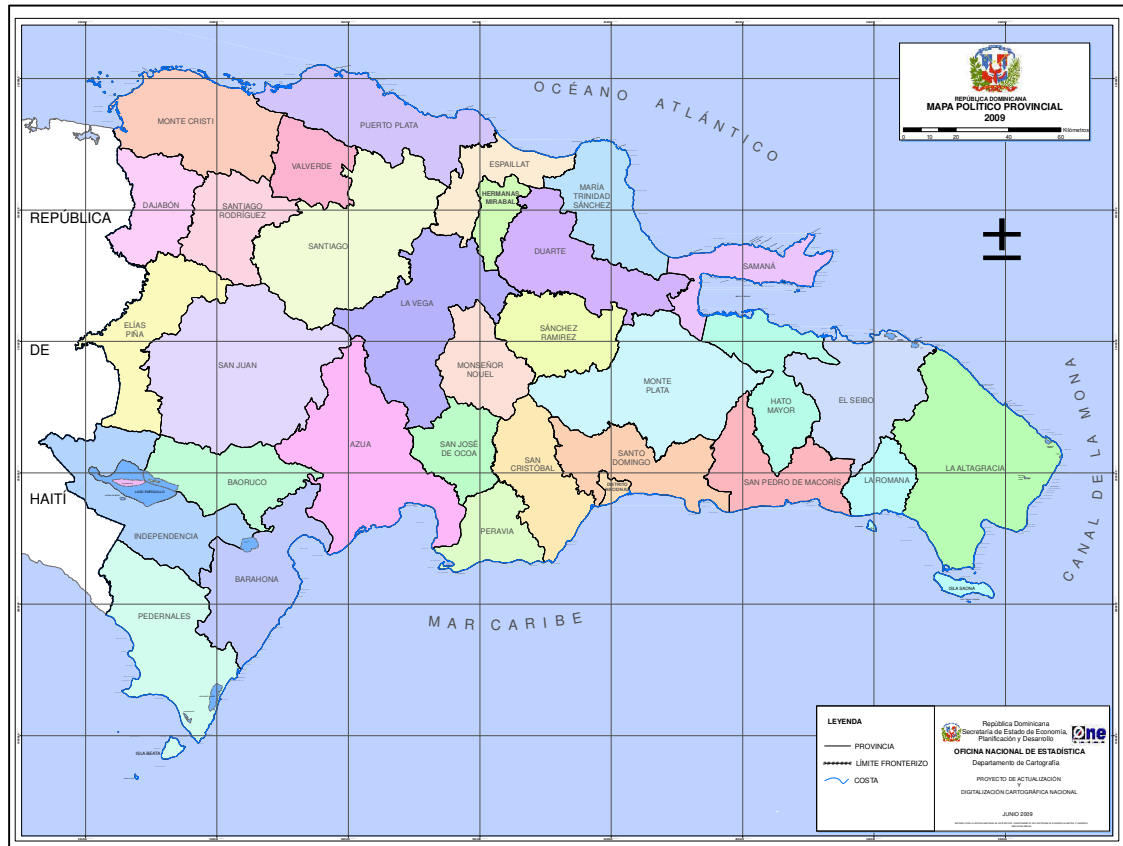
Figura 3. Mapa de la isla de Santo Domingo (EDUCANDO, 2011).



El territorio de la República Dominicana está limitado al norte por el océano Atlántico, al sur por el mar Caribe, al este por el canal de la Mona y al oeste por la República de Haití. El área total es de unos 48,442.23 kilómetros cuadrados. Siendo la isla de Santo Domingo es la segunda en tamaño de las Antillas, luego de la isla de Cuba.

Las dimensiones aproximadas de la República Dominicana son de 390 kilómetros en línea recta de este a oeste, desde Cabo Engaño en la provincia La Altagracia, hasta la pirámide en el paraje Las Lajas en la provincia Independencia; y 285 kilómetros en línea recta de norte a sur, desde Cabo Isabela en la provincia Puerto Plata, hasta el islote de Alto Velo en la provincia de Pedernales. La línea fronteriza que separa la República Dominicana de la República de Haití se extiende a lo largo de unos 388 kilómetros, aproximadamente. La línea costera dominicana, entre playas y arrecifes, se extiende por unos 1,576 kilómetros.

Figura 4. Mapa político provincial de República Dominicana (ONE, 2009).



A pesar de la reducida extensión territorial, la República Dominicana posee un variado relieve. Representado por más de treinta geformas clasificadas en cordilleras, sierras, regiones kársticas o calizas, llanos costeros o litorales, valles, valles intramontanos y una depresión u hoya. Siendo los más importantes la cordillera Central, la cordillera Septentrional, la cordillera Oriental, la sierra de Bahoruco, el valle del Cibao, el valle de San Juan, el valle intramontano de Jarabacoa, el valle intramontano de Constanza, el llano costero de Puerto Plata, la gran llanura del Caribe y la Hoya de Enriquillo.

La República Dominicana tiene una gran diversidad de suelos, que varían de arenosos a arcillosos, de ácidos a alcalinos, de salinos a no salinos y de fértiles a estériles. Los suelos más importantes para la agricultura dominicana se ubican, en orden de mayor a menor importancia, en la región del Cibao, en la región Sur, en la región Este y en la región Suroeste del país.

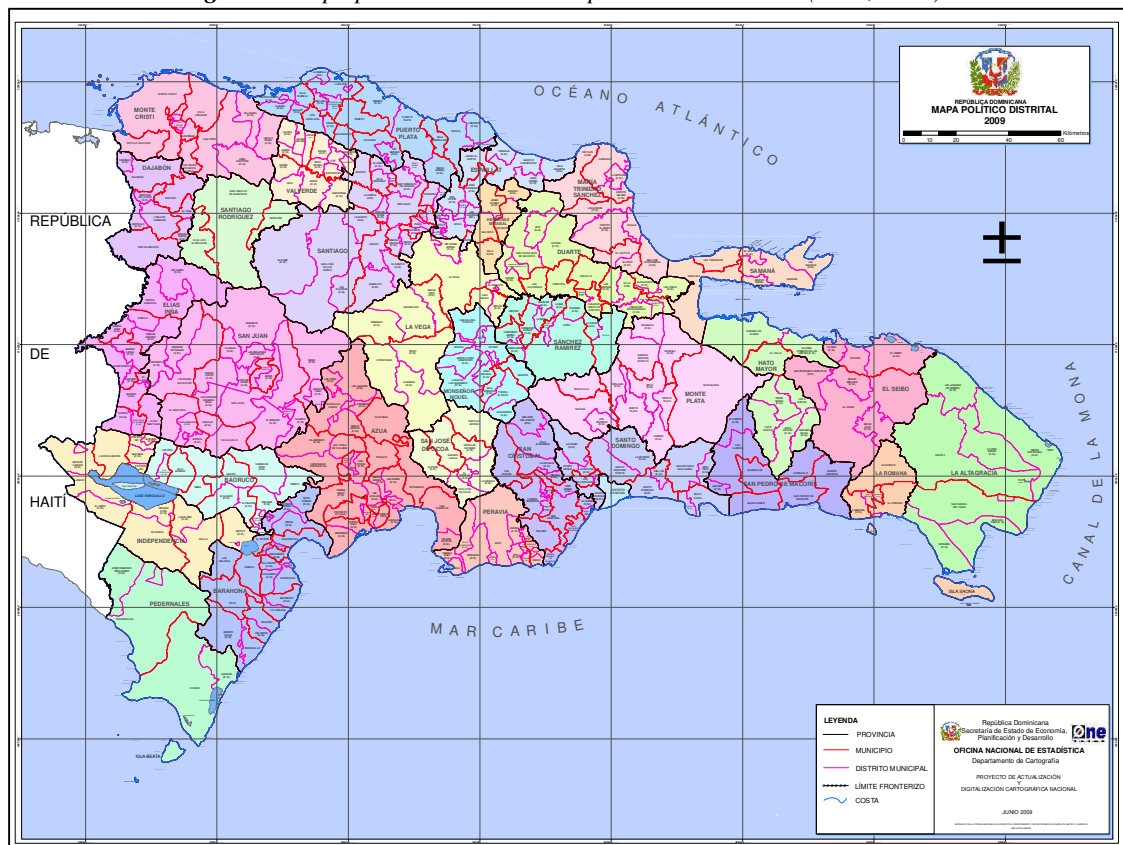
Por ser un país montañosos y por las grandes precipitaciones que recibe durante todo el año, la República Dominicana posee una considerable cantidad de lagos y lagunas, y corrientes superficiales y subterráneas que surcan todo el territorio. Tiene la mayor red hidrográfica de toda

la región del Caribe. De todas las cuencas fluviales, las más importantes son las de los ríos Yaque del Norte, Yuna y Yaque del Sur, que cubren alrededor del 70% del territorio nacional.

Por su ubicación, la República Dominicana, en general, tiene un clima tropical. La pluviometría oscila entre los 500 y 3,000 milímetros de lluvias cada año. Mientras que la temperatura media fluctúa entre los 15° y 30° Celsius. Su emplazamiento en la zona tórrida o cálida, de baja presión atmosférica, incide para que en una época especial del año, denominada temporada ciclónica, del 1 de junio al 30 de noviembre, el país se vea afectado por ondas tropicales, depresiones, tormentas y huracanes, principalmente, en las regiones suroeste y sureste (Enciclopedia Ilustrada de la República Dominicana, 2008).

3.2. División administrativa y política

Figura 5. Mapa político distrital de República Dominicana (ONE, 2009).



A partir del decreto No. 685-00 del poder ejecutivo del 1ro. de septiembre de 2000, el territorio dominicano está dividido en orden administrativo en 3 grandes regiones y 9 regiones de desarrollo, 32 provincias y 155 municipios, correspondiendo a cada región una determinada cantidad de provincias (Figura 3). Las tres grandes regiones son: Suroeste, Cibao y Sureste.

Mientras que las nueve regiones de desarrollo están detalladas en la Tabla 1 (Enciclopedia Ilustrada de la República Dominicana, 2008).

Tabla 4. Regiones de desarrollo de República Dominicana (Enciclopedia Ilustrada de la República Dominicana, 2008).

No.	Región	Provincias	Ciudad Sede
1	Distrito Nacional	Distrito Nacional y provincia Santo Domingo	Santo Domingo
2	Valdesia	Peravia, San José de Ocoa, San Cristóbal y Monte Plata	San Cristóbal
3	Del Este	San Pedro de Macorís, La Romana, La Altagracia, Hato Mayor y El Seibo	La Romana
4	Nordeste	Hermanas Mirabal, Duarte, María Trinidad Sánchez y Samaná	San Francisco de Macorís
5	Cibao Central	Monseñor Nouel, La Vega y Sánchez Ramírez	La Vega
6	Norcentral	Santiago, Puerto Plata y Espaillat	Santiago de los Caballeros
7	Noroeste	Valverde, Santiago Rodríguez, Montecristi y Dajabón	Mao
8	Del Valle	Azua, San Juan y Elías Piña	Azua
9	Enriquillo	Barahona, Bahoruco, Pedernales e Independencia	Barahona

3.3. Características de la población: educación, salud pública, servicios básicos

Para el 2014, la población de República Dominicana asciende a 9,941,646 aproximadamente, siendo el 50.17% hombres y el 49.83% mujeres. En las tablas 2 y 3 mostramos los indicadores de condiciones de vida y del mercado laboral para el año 2010, según la ONE.

Tabla 5. Indicadores de condiciones de vida de República Dominicana, año 2010 (ONE, 2010).

Indicadores de condiciones de vida, año 2010	Porcentaje
Viviendas con techo de asbesto cemento, yagua, cana y otros	1.80%
Viviendas con piso de tierra u otros	14.92%
Hogares con automóvil de uso privado	10.25%
Hogares con provisión de energía eléctrica (tendido eléctrico o planta propia)	99.60%

Tabla 6. Indicadores del mercado laboral de República Dominicana, año 2010 (ONE, 2010).

Indicadores mercado laboral	Total
Población en edad de trabajar (PET)	767,987
Población económicamente activa (PEA)	341,621
Población ocupada	317,614
Población desocupada	24,007
Población inactiva	408,563
Tasa global de participación	44.5%

Macorís, Manzanillo, Boca Chica, Barahona, Puerto Plata y La Romana (Enciclopedia Ilustrada de la República Dominicana, 2008).

3.5. Delimitación del área de estudio

El área de estudio del proyecto está comprendida por un radio de 60 kilómetros alrededor de las industrias del cemento. República Dominicana tiene 7 industrias del cemento, cuyas características están indicadas en la Tabla 4 y ubicadas en la Figura 5. De las cuales 3 tienen horno: CEMEX, DOMICEM y Cementos Cibao; 2 proyectan instalarlo en el 2015: Cementos PANAM y Cementos Andino Dominicanos; y el resto procesa por molienda: Cementos Argos y Cementos Santo Domingo.

Figura 7. Ubicación de industrias del cemento de República Dominicana.

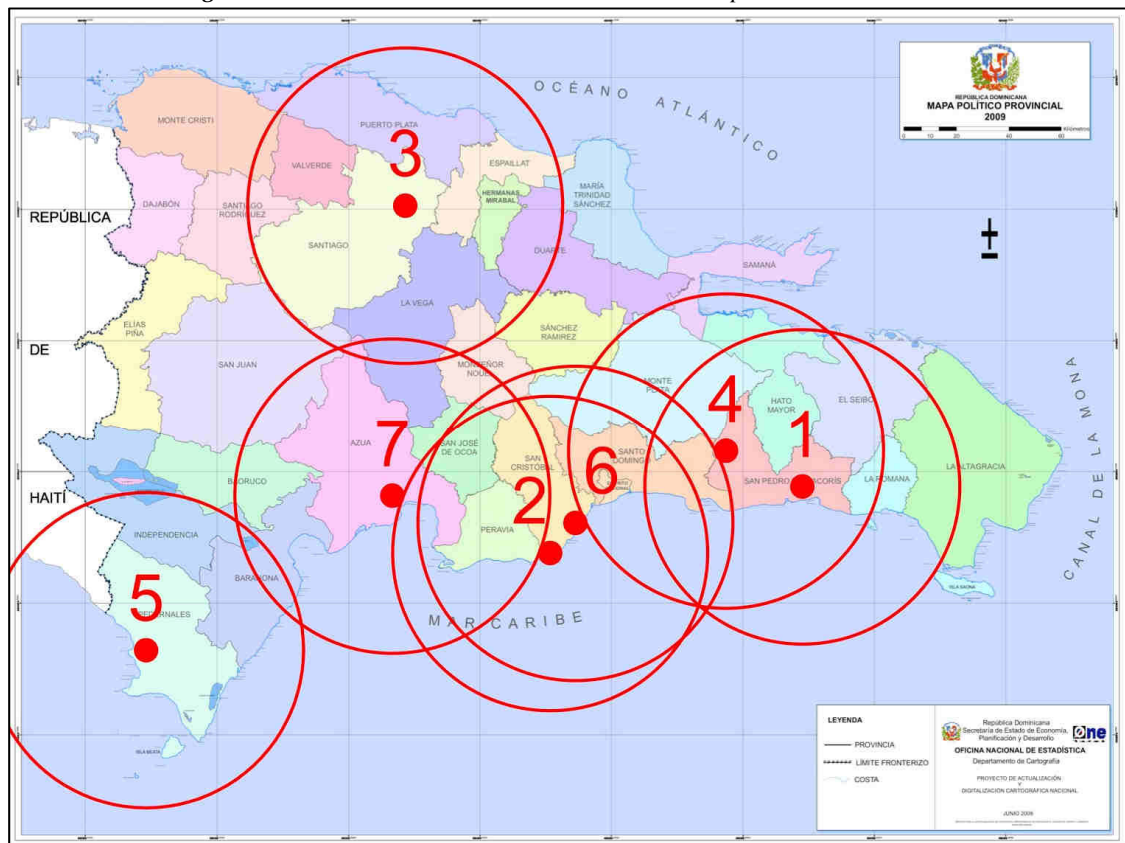


Tabla 7. Información básica de industrias del cemento de República Dominicana (ADOCEM, 2014).

No.	Industria del cemento	Ubicación (municipio)	Capacidad instalada (millones de toneladas)	Proceso y tecnología de clinker
1	CEMEX Dominicana	San Pedro de Macorís	2.400	Seco, precalentamiento y precalcinador
2	DOMICEM	Sabana Grande de Palenque	1.200	Seco, precalentamiento y precalcinador

No.	Industria del cemento	Ubicación (municipio)	Capacidad instalada (millones de toneladas)	Proceso y tecnología de clinker
3	Cementos Cibao	Santiago	1.300	Seco, precalentamiento y precalcinador
4	Cementos PANAM	Los Llanos	0.520	Molienda
5	Cementos Andino Dominicanos	Pedernales	0.475	Molienda
6	Cementos Argos	San Gregorio de Nigua	0.550	Molienda
7	Cementos Santo Domingo	Azua	0.350	Molienda

El área de influencia comprende 110 municipios en 27 provincias. Con una población al 2014 de 9,018,317 habitantes, lo cual representa el 89.54% de la población del país (ONE, 2014).

4. METODOLOGÍA

La metodología empleada fue participativa. Se realizó con la participación de diversas instituciones gubernamentales, empresas recicladoras, industrias del cemento, asociaciones de empresas, ONG's locales, entre otros actores sociales del país. Una vez definida el área de influencia, se elaboró el cronograma de trabajo (Anexo 1) y se realizaron las actividades siguientes:

- Se evaluaron estudios similares realizados en otros países. Así se identificaron los residuos cuyo valor calorífico son relevantes para el proyecto.
- Se identificaron los actores con información relevante para el proyecto, tanto del sector privado como público: ministerios, alcaldías, instituciones gubernamentales, asociaciones de empresas, empresas, ONG's, entre otros (Anexo 2).
- Se elaboraron y aplicaron las entrevistas a cada tipo de actor: instituciones estatales, ayuntamientos, industrias del cemento, empresas y empresas recicladoras (Anexos 3-7). Además, algunos sectores facilitaron estudios de residuos recientes.
- Se hizo una estimación de la cantidad y calidad de los materiales generados, considerando el potencial energético, a partir de la cual se hizo una base de datos.
- Se analizaron las cadenas de suministro existentes por tipo de material en: asociaciones, empresas recicladoras, sector informal, entre otros.
- Se evaluaron las condiciones socioeconómicas de los recolectores informales de residuos. Asimismo, se identificaron acciones para mejorar su labor.
- Se elaboró un modelo para la futura recolección de datos para el proyecto.

En los siguientes capítulos detallaremos los resultados de estas actividades.

5. BASE DE DATOS DE MATERIALES EXISTENTES

Existe una gran variedad de combustibles alternativos que pueden ser utilizados en el proceso de producción de cemento, en la alimentación de los hornos de clinker. Los combustibles alternativos pueden alimentarse al horno en estado líquido, pastoso o sólido. Dicho estado debe corresponder al estado natural del residuo o al conseguido como resultado de tratamiento físico-químicos realizados en las plataformas de preparación de combustibles derivados de residuos. Cualquier residuo que se utilice para este fin debe aportar un contenido energético mínimo de 1,500 kcal/kg.

Los combustibles alternativos líquidos procedentes de las operaciones de mezcla y homogenización de diferentes residuos peligrosos, fueron los primeros residuos valorizados en la industria cementera. Actualmente, representan el mayor porcentaje de combustibles de sustitución en los procesos de co-procesamiento. Su principal ventaja es que por su estado son de fácil manipulación, homogenización, transportación y alimentación hasta el horno. Los residuos que pueden ser utilizados en la preparación de líquidos son todos aquellos de origen orgánico que se encuentren en estado líquido (viscosidad < 300 cps) o pastoso (viscosidad < 3,000 cps) y un bajo contenido en halógenos que permita la obtención de un combustible final con menos del 2% de halógenos totales.

Los residuos pastosos pueden utilizarse tanto para la preparación de combustibles líquidos de alta viscosidad (tras ser sometidos a un proceso de fluidificación), como para la obtención de combustibles sólidos (tras un proceso de impregnación). En algunos casos pueden inyectarse directamente mediante bombas especiales de lodos hasta el horno de valorización. Aquellos residuos pastosos que se sometan a un proceso de fluidificación o solidificación por impregnación sobre un soporte absorbente (serrín), podrán alimentarse al horno por el quemador; mientras que los residuos pastosos que no reciban ningún pre-tratamiento previo, tendrán que alimentarse siempre por la cámara, salvo que utilice un inyector especial que pulveriza y atomiza el producto a la entrada del quemador.

Los combustibles alternativos sólidos se caracterizan porque pueden englobar en su composición una amplia variedad de residuos industriales en cualquiera de sus estados habituales: líquidos, sólidos y pastosos. Se pueden obtener mediante procesos de mezclado e impregnación y pre-tratamientos físicos de triturado, prensado, embalado, etc., que permitan adaptar el residuo a las

condiciones técnicas del horno de valorización. Cualquier residuo que naturaleza orgánica y no halogenado podría ser utilizado.

En resumen, para que un residuo pueda ser utilizado como combustible alternativo puede estar en estado líquido, pastoso o sólido, debe aportar un mínimo de 1,500 kcal/kg, ser de naturaleza orgánica, de contenido de halógenos totales menos del 2% (si es líquido o pastoso) y no halogenado (si es sólido). En la siguiente tabla están los residuos con su valor calorífico que pueden ser considerados, incluimos el fuel oil para que sirva de comparativo su valor calorífico (García, 2008).

Tabla 8. Valor calorífico de residuos que pueden ser utilizados como combustible alternativo (GIZ, Holcim y FHNW, 2011).

No.	Residuos	Valor calorífico (MJ/kg)
1	Solventes	44.24
2	Lodos de pintura	43.00
3	Fuel oil	40.50
4	Aceite usado	34.67
5	Petcoke	33.50
6	Gomas	31.90
7	Plásticos	29.25
8	Grasas de animales	28.00
9	Llantas	27.50
10	Fluff (fracción fina de materiales flexibles de plásticos)	20.00
11	Harina de animales	18.50
12	Gas natural o de los rellenos sanitarios	18.00
13	Cáscara de café	17.80
14	Cáscara de coco	16.95
15	Cáscara de cacao	16.00
16	Maderas secas	15.61
17	Barbojo (restos del proceso de cosecha)	15.00
18	Textiles	14.96
19	Cáscara de arroz	14.67
20	Bagazo de caña de azúcar	10.60
21	Lodos secos de plantas de tratamiento (10% agua)	10.00
22	Aserrín	8.67
23	Fibras de papel	8.00

A partir de los materiales de la tabla anterior, elaboramos la base de datos. La cual está organizada de acuerdo al origen de los mismos, que se puede dividir en tres grupos: residuos municipales, residuos de grandes generadores (industrias, comercios, etc.) y residuos agrícolas.

5.1. Residuos municipales

Los residuos municipales son los generados por actividades domésticas y por los pequeños comercios. Estos son gestionados por las alcaldías de cada municipio. El área de influencia comprende 110 municipios en 27 provincias. Con una población al 2014 de 9,018,317 habitantes, lo cual representa el 89.54% de la población del país (ONE, 2014).

De los 110 municipios, solo 14 suministraron información completando el cuestionario (Anexo 5). Los cuales fueron: Baní, Boca Chica, Hato Mayor, Moca, La Romana, La Vega, Mao, San Cristóbal, San Pedro de Macorís, Santiago, Santo Domingo de Guzmán, Santo Domingo Este, Santo Domingo Norte y Santo Domingo Oeste.

Para realizar proyecciones de generación de residuos, es necesario contar con un estudio de caracterización de residuos sólidos del municipio. Solo 4 de los municipios del área de influencia tienen estudio de caracterización, esto son: San Pedro de Macorís, Santiago, Santo Domingo de Guzmán y Santo Domingo Este. La proyecciones de los demás municipios las realizamos de acuerdo con la composición de residuos sólidos estimada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), como promedio nacional.

A pesar de que Santiago y Santo Domingo de Guzmán tienen estudios de caracterización de residuos sólidos, utilizamos los datos de MARENA. Debido a que ambos estudios indican los resultados por clase social y los porcentajes de población por cada clase indicados en los censos de población y vivienda de los años 2002 y 2010 están incorrectos, no suman 100%.

Tabla 9. Generación y composición de residuos sólidos domésticos de República Dominicana.

No.	Descripción	Nacional (MARENA)	San Pedro de Macorís (ECORED, 2014)	Santo Domingo Este (ECORED, 2014)
1.00	Generación de residuos sólidos			
1.01	Cantidad (ton/día)	9,695		1,250
1.02	Generación per cápita (kg/día)	1.026	1.06	0.899
2.00	Composición de residuos sólidos			
2.01	Materia orgánica	51%	51.5%	51.6%
2.02	Papel y cartón	16%	8.64%	25.04%
2.03	Plásticos	10%	12.96%	6.82%
2.04	Textiles	4%	0.33%	1.64%
2.05	Metales	3%	5.98%	1.7%
2.06	Vidrios	6%	10.63%	5.09%
2.07	Tetra pack	2%	6.31%	0.37%
2.08	Residuos de baños	1%	1%	2.28%
2.09	Escombros y maderas	4%	2.33%	0.79%

No.	Descripción	Nacional (MARENA)	San Pedro de Macorís (ECORED, 2014)	Santo Domingo Este (ECORED, 2014)
2.10	Fundas plásticas	-	0.33%	4.68%
2.11	Otros	3%	-	-

A partir de los datos de generación y composición de residuos sólidos, realizamos las proyecciones de generación por municipio para los próximos 10 años. Se estima que la generación per cápita aumenta cada año, por lo que para fines de proyecciones se le aumentó por año 0.1 kg/hab/día. Agrupamos los municipios por la provincia a la cual pertenecen. La siguiente tabla resume estos resultados.

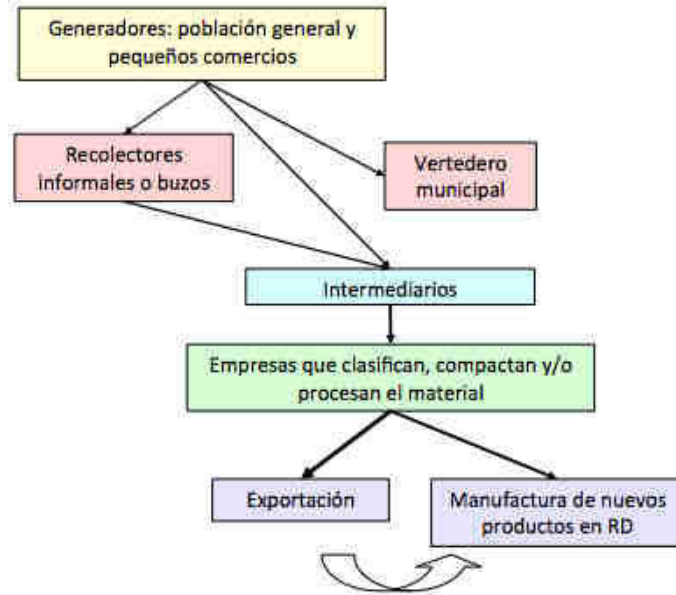
Tabla 10. Estimación de generación total de residuos sólidos municipales años 2014, 2019 y 2024.

Descripción	Año		
	2014	2019	2024
Población	7,400,793	7,840,166	8,355,431
Generación total anual (ton/año)	2,723,854.82	3,024,940.44	3,372,372.08
Materia orgánica (ton/año)	1,391,233.71	1,545,197.66	1,722,871.24
Papel y cartón (ton/año)	466,970.93	521,326.17	584,199.10
Plásticos (ton/año)	261,426.39	289,360.47	321,541.39
Textiles (ton/año)	100,821.03	111,250.69	123,246.41
Metales (ton/año)	77,235.51	85,379.14	94,754.63
Vidrios (ton/año)	160,295.20	177,738.08	197,850.75
Tetra pack (ton/año)	48,859.70	53,766.82	59,402.10
Residuos de baños (ton/año)	31,649.76	35,535.88	40,041.54
Escombros y maderas (ton/año)	97,891.71	107,740.14	119,050.99
Fundas plásticas (ton/año)	16,128.48	19,328.66	23,099.51
Otros (ton/año)	71,376.88	78,358.05	86,363.78

De acuerdo con su valor calorífico, los materiales que nos interesan son papel y cartón, plásticos, textiles, metales, maderas y fundas plásticas. Hemos identificado el ciclo de vida de los mismos.

El papel y cartón, los plásticos y los metales tienen tres formas de ciclo de vida. En el primero son recolectados y transportados por la municipalidad al vertedero municipal. En el segundo son separados en la fuente, transportados por quien los genera al centro de acopio de intermediarios, estos separan, empaquetan y transportan el material a empresas recicladoras, las cuales manufacturan una parte del material creando nuevos productos y otra parte del material se exporta. En el tercero son recolectados y transportados por recolectores informales al centro de acopio de intermediarios, estos separan, empaquetan y transportan el material a empresas recicladoras, las cuales manufacturan una parte del material creando nuevos productos y otra parte del material se exporta.

Figura 8. Flujo de residuos municipales de papel y cartón, plásticos y metales.



Hay una parte de papel, cartón, plásticos y metales que son exportados. Según el CEI-RD, en el año 2013 se exportaron 376,345,637.84 kg por un valor FOB US \$149,507,890.29. Siendo China el principal receptor de estos residuos.

Tabla II. Exportación de residuos de cartón, papel, plástico y metales de República Dominicana en el 2013 (CEI-RD, 2014).

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor FOB US\$
1	Cartón	kg	80,346,417.58	11,088,496.31
2	Papel	kg	2,566,727.15	253,586.21
3	Plástico	kg	21,351,549.89	9,959,815.42
4	Metales	kg	272,080,943.21	128,205,992.35
	Total		376,345,637.83	149,507,890.29

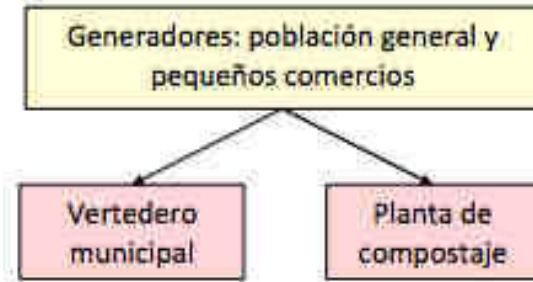
Los textiles tienen dos formas de ciclo de vida. Una parte son recolectados y transportados al vertedero y otra parte son recolectados y reutilizados por los recicladores informales.

Figura 9. Flujo de residuos municipales de textiles.



Los residuos de maderas son generados por el corte y poda de arboles, tienen dos formas de ciclo de vida. Una parte son recolectados y transportados por la municipalidad al vertedero municipal y otra parte a plantas de compostaje propiedad de la municipalidad para producir abono.

Figura 10. Flujo de residuos municipales de maderas.



Las fundas plásticas tienen una forma de ciclo de vida. Los generadores las reúsan para recolectar otros residuos, son recolectadas y transportadas por la municipalidad al vertedero municipal.

Figura 11. Flujo de residuos municipales de fundas plásticas.



5.2. Residuos de grandes generadores

Los residuos de grandes generadores son los generados por industrias y grandes comercios (supermercados, colegios, plazas comerciales, etc.). De acuerdo con las normas municipales, los residuos sólidos de grandes generadores deben ser recolectados por empresas privadas autorizadas. Aunque no se llevan registros formales de los residuos de grandes generadores producidos, sería fácil estimar su volumen, tomando como base un índice de generación utilizado en Latinoamérica de un 30% de los residuos sólidos urbanos. Según la tabla 8, en los municipios de incidencia se generan 2,723,854.82 de residuos sólidos urbanos. De esto se deduce que los residuos de grandes generadores (industrias y comercios) serían 204,289.11 Ton/año, que representa el 30% y luego un índice de 25% que se pueden considerar reciclables.

Para obtener información de las industrias del país, contactamos a las dos principales asociaciones que las agrupan: Asociación Dominicana de Zonas Francas (ADOZONA) y Asociación de Industriales de República Dominicana (AIRD). De las más de mil empresas contactadas, solo 10 empresas de zona franca completaron el cuestionario (Anexo 6). Las informaciones más relevantes que nos facilitaron fueron:

- Todas tienen control de los residuos que emiten a través de pesaje y registro de los mismos, pero no todas facilitaron las cantidades generadas por tipo de residuo.
- Las empresas que generan residuos orgánicos los están desechando al vertedero municipal o lo venden para ser utilizados como fertilizantes.
- Todas están gestionando a través de empresas recicladoras residuos como: aceite usado, plásticos, maderas, solventes y cenizas.
- Con los retazos de telas hacen alfombras y suapes.

También contactamos a la Asociación de Concesionarios de Fabricantes de Vehículos (ACOFAVE). De las 22 empresas contactadas, ninguna completó el cuestionario.

Asimismo contactamos a la Asociación Nacional de Fabricantes de Muebles y Afines (ASONAIMCO). Nos informaron que los residuos de madera, principal residuo que generan, se los dan a personas que se llevan los residuos sin pago alguno. Con los cuales realizan manualidades, cultivo hidropónico o camas para caballos. El resto de los residuos son retirados por el ayuntamiento.

A propósito de la falta de respuesta del sector empresarial, desconocemos las cantidades y los flujos de la mayoría de los residuos que generan. Los cuales son de interés para este estudio, tales como: solventes, lodos de pintura, gomas y lodos secos de plantas de tratamiento. Por las entrevistas realizadas a los ayuntamientos, solo conocemos los flujos, pero no las cantidades de: aceite usado, plásticos y textiles. Los flujos están en los capítulos anteriores.

En esta categoría de residuos lo más importante a trabajar es en los residuos de zonas francas y aceites usados de fuentes comerciales. Como se mostró se puede estimar los residuos reciclables provenientes de comercios e industrias.

5.3. Residuos agrícolas

Se consideran residuos agrícolas los que resultan de las actividades de agricultura. De acuerdo con su valor calorífico, los materiales que nos interesan son cáscara de café, cáscara de coco,

cáscara de cacao, maderas secas, barbojo (restos del proceso de cosecha), cáscara de arroz, bagazo de caña de azúcar y aserrín.

5.3.1. Café

El Consejo Dominicano del Café (CODOCAFÉ) es la institución estatal responsable del diseño, la planificación y ejecución de las políticas de desarrollo cafetero del país, agrupa a todos los productores de café del país. Según CODOCAFE la producción de café ha ido bajando producto de la crisis que ha generado la enfermedad de la Roya, la cual ataca las hojas de café. Pero están desarrollando un programa junto con la FAO que consiste en la renovación de cafetales con variedades resistentes. La efectividad del programa podrá evaluarse a partir de tres años.

La producción de café está distribuida en 1,017.53 km² en 27 provincias, de las cuales 22 están en el área de influencia. Hay 30, 802 fincas y 28,221 caficultores.

Tabla 12. Distribución de área sembrada de café (Camilo, 2014).

Código	Regional	Cantidad de Caficultores	Cantidad de Fincas	Área	
				Tareas	km ²
3	Norcentral	1,959	2,358	105,588.33	66.40
8	Noroeste	1,844	2,119	106,540.90	67.00
9	Norte	3,638	4,144	193,414.16	121.63
A	Nordeste	1,920	1,709	50,978.35	32.06
B	Sur	6,958	8,337	560,941.00	352.75
C	Suroeste	6,017	6,171	248,486.00	156.26
D	Sureste	3,643	3,461	202,472.00	127.33
E	Central	2,242	2,503	149,637.00	94.10
Total		28,221	30,802	1,618,057.74	1,017.53

Los residuos de la producción de café se dividen en dos: la pulpa y el pergamino o cascarilla. De la producción total de café, se genera 40% de residuos de pulpa y 15% de residuos de cascarilla. En la siguiente tabla la serie histórica de la producción de café, los datos del 2014 son hasta el 31 de marzo.

Tabla 13. Serie histórica de producción de café dominicano años 2004 – 2014 (Camilo, 2014).

Año	Producción (QQ)	Pulpa (QQ)	Cascarilla (QQ)	Bosque Cafetero (KgC/m ²)
2004	780.89	312.35	117.13	65.00
2005	888.52	355.40	133.27	95.00
2006	911.65	364.66	136.74	105.00
2007	909.00	363.60	136.35	80.00

Año	Producción (QQ)	Pulpa (QQ)	Cascarilla (QQ)	Bosque Cafetero (KgC/m ²)
2008	784.45	313.78	117.66	130.00
2009	836.65	334.66	125.49	120.00
2010	482.27	192.90	72.34	145.00
2011	500.00	200.00	75.00	95.00
2012	595.44	238.17	89.31	110.00
2013	409.00	163.60	61.35	130.00
2014*	291.20			

Del cuadro anterior se deduce que los residuos de las industrias del café son solo 22.5 toneladas al año. Según CODOCAFÉ, una parte mínima de estos residuos es utilizada para hacer abono y el resto es desechada en los vertederos municipales. La siguiente figura describe el proceso.

Figura 12. Flujo de residuos agrícolas de café.



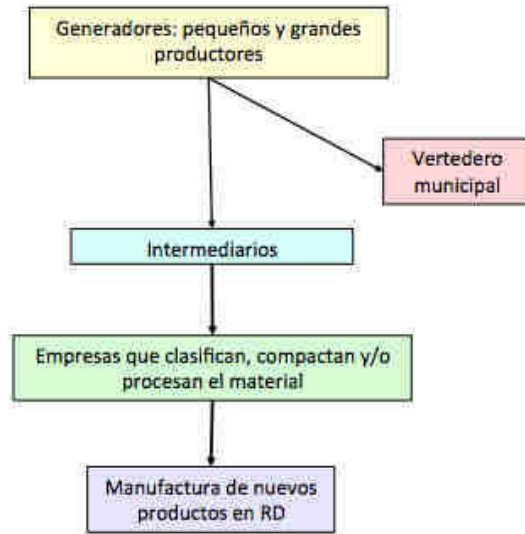
5.3.2. Coco

La División de Oleaginosas del Ministerio de Agricultura es el departamento encargado de establecer las políticas de producción de coco. También agrupa a los productores y maneja los datos estadísticos.

El cultivo de coco se desarrolla intensamente en las zonas costeras de la Península de Samaná y en las provincias María Trinidad Sánchez, el Seibo y la parte Septentrional de la Altagracia. Cocotales menos importantes aparecen, asimismo, en la provincia de Barahona (Barahona, Cabral, Neyba). El coco tiene un peso promedio de 2 kg.

Para el año 2013, se sembraron 0.96 km², se cosecharon 479.14 km² que produjeron 421,719,000 nueces de coco. Se estima que se generan unas 843,432 toneladas anuales de residuos. Una parte de la producción va a las ciudades, por lo que los residuos son desechados en el vertedero municipal, mientras que el resto es recolectado y llevado a empresas que los procesan para exportación o para manufactura de nuevos productos. El principal uso de los residuos de estas empresas es para la producción de aceite y artesanía.

Figura 13. Flujo de residuos agrícolas de coco.

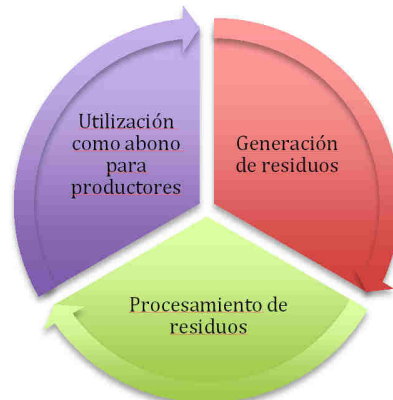


5.3.3. Cacao

El Departamento de Cacao es la división del Ministerio de Agricultura encargada de establecer las políticas de producción de cacao. También agrupa a los productores y maneja los datos estadísticos y de comercialización.

Para el año 2013, se sembraron 32.47 km², se cosecharon 1,509.26 km² que produjeron 1,499,581 quintales de cacao. El Ministerio de Agricultura no sabe la cantidad de residuos generados, pero sí sabe el uso que se le da. Es utilizado como abono por los productores de cacao. Aunque estas cantidad de producción de residuos de cacao no están disponibles, según los datos de producción no serían tantas toneladas al año, menos de 150 mil toneladas al año y el ciclo está cerrado, lo que hace un residuo no hábil en el mercado.

Figura 14. Flujo de residuos agrícolas de cacao.



5.3.4. Maderas

Por el impacto que produce el mal manejo de los recursos forestales, su explotación requiere de normas que consideren la conservación de la biodiversidad, los recursos hídricos y todos los servicios ambientales que proveen. Por ende, en la República Dominicana existen las Normas Técnicas para Planes de Manejo Forestal, el cual establece los planes de manejo a largo plazo como la vía de aprovechamiento de los recursos forestales.

Desde el 2005 al 2011, MARENA ha aprobado 621 planes de manejo en 19,407 hectáreas, se han aprovechado 414,599 árboles con un volumen de 206,904 m³. El principal destino de estos árboles es para la producción de carbón vegetal destinado a la exportación (MARENA, 2012).

Hay alrededor de 25 empresas dedicadas a la exportación de carbón vegetal. Entre 2011 y 2013 se exportaron unas 7,323.70 toneladas, siendo Puerto Rico el principal destino, recibiendo aproximadamente el 80% (CEI-RD, 2014).

Existen otros residuos de madera que provienen de las zonas francas, empresas, comercios y domésticos que desechan madera proveniente de artículos de madera como paletas y muebles. Estos residuos en su mayoría están siendo depositados en vertederos. Hay unos pocos recolectores informales que reciben productos de este tipo para reutilizarlos y convertirlos en otros productos. La informalidad de los mismos hace que no se conozcan las cantidades.

5.3.5. Arroz

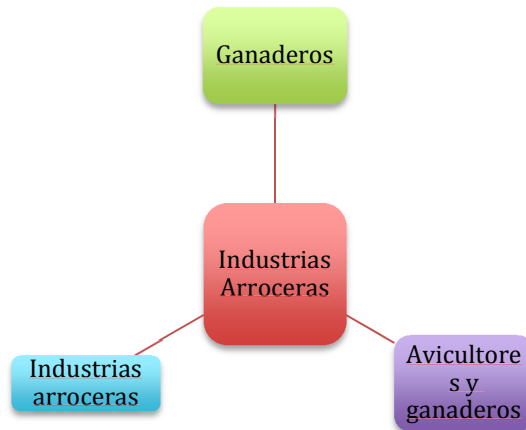
El Departamento de Fomento Arrocerero es la división del Ministerio de Agricultura encargada de establecer las políticas de producción de arroz. También agrupa a los productores y maneja las estadísticas del sector.

Para el año 2013, se sembraron 1,740.22 km², se cosecharon 1,603.52 km² que produjeron 11,817,259 quintales de arroz. Los cuales generaron unas 100,000 toneladas de cáscara de arroz. El kilo se vende entre RD\$ 20.00 y RD\$ 45.00, el precio varía si es temporada alta o baja de producción.

La cáscara de arroz está siendo utilizada en varias actividades. Una parte es utilizada por los productores en las áreas de secado y para producir energía. Otra parte es vendida a los avicultores

y ganaderos, quienes la utilizan para alimentar y acomodar a los animales. La siguiente figura ilustra el proceso (Marte, 2014).

Figura 15. Flujo de residuos agrícolas de arroz.

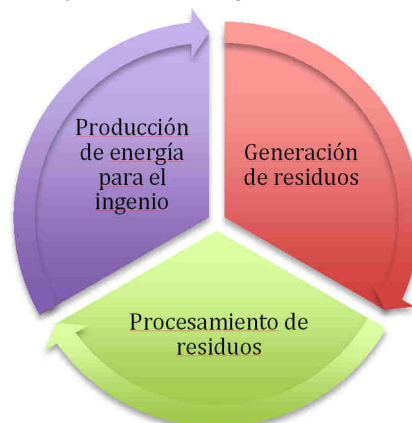


5.3.6. Caña de azúcar

El Instituto Azucarero Dominicano (INAZUCAR) es la institución estatal encargada de recomendar y velar por el cumplimiento de las normas de la política azucarera nacional. También agrupa a los productores azucareros y gestiona que se enlacen con el gobierno nacional y organismos internacionales.

La industria azucarera está compuesta por 4 grandes ingenios: Central Romana, Cristóbal Colón, Barahona y Azucarera Porvenir. Hay más de 1,000 km² sembrados de caña de azúcar y se procesan más de 4 millones de toneladas anualmente. Los ingenios utilizan el bagazo para generar energía en el período de zafra (INAZUCAR, 2013).

Figura 16. Flujo de residuos agrícolas de caña de azúcar.



recicladadas 6,342,344 unidades. De acuerdo con los pesos promedios de las llantas de cada tipo de vehículo, estimamos que equivalen a unas 92,363.79 toneladas. En la siguiente tabla indicamos el detalle.

Tabla 14. Estimación de generación de llantas por el parque vehicular de la República Dominicana del año 2013.

Tipo	Cantidad	%	Cantidad promedio de llantas	Total de llantas	Diámetro promedio (pulg)	Peso promedio de llantas (lb)	Peso de llantas (ton)
Automóviles	717,087	22.30%	4	2,868,348	26.17	23.14	30,104.16
Autobuses	81,660	2.54%	6	489,960	42.60	131.83	29,299.22
Jeep	312,170	9.71%	4	1,248,680	31.01	40.75	23,080.70
Carga	372,238	11.58%	12	4,466,856	31.01	40.75	82,565.72
Motocicletas	1,678,979	52.21%	2	3,357,958	19.00	3.50	5,331.06
Volteo	19,165	0.60%	6	114,990	43.10	150.16	7,832.06
Máquinas pesadas	19,978	0.62%	4	79,912	43.10	150.16	5,442.87
Otros (remolques, ambulancias, montacargas, fúnebres)	14,496	0.45%	4	57,984	31.01	40.75	1,071.78
Total	3,215,773			12,684,688			184,727.58
Total Anual				6,342,344			92,363.79

Según el estudio realizado en Diciembre del 2009 por la empresa 3G Consulting Group en 5 grandes ciudades de República Dominicana (Santo Domingo, Santo Domingo Norte, Santo Domingo Este, Santiago de los Caballeros y San Francisco de Macorís determinó que:

- El 46% de los negocios que venden o reparan llantas respondieron que el 100% de los clientes deja las llantas inservibles en el mismo.
- El 38% respondió que el 75% de los clientes deja las llantas en el mismo.
- Solo un 16% recibe el 25% de las llantas usadas.
- De las llantas que reciben los negocios, el 58% las entrega a los recolectores, quienes las llevan en su mayoría a hornos de producción de cal (los más conocidos están en la provincia de San Cristóbal, donde operan unos 7 de estos hornos).
- El 27% las bota en el basurero.
- El 6.4% las conserva.

- Ninguno de los encuestados dijo recibir pago alguno por las llantas que entregan a los recolectores.

De acuerdo con las entrevistas realizadas a los representantes de los ayuntamientos, muy pocas llantas llegan a los vertederos de las grandes ciudades; mientras que a los vertederos de pequeñas ciudades sí llegan. Consideramos que esto se debe a que en las zonas urbanas se concentran los talleres y centros de servicio de vehículos.

Por otro lado, hay una parte de las llantas que son exportadas. Según el CEI-RD, en el año 2013 se exportaron 5,093.69 kg de neumáticos recauchados y usados a Portugal, Guyana y Estados Unidos por un valor FOB US \$2,781.01.

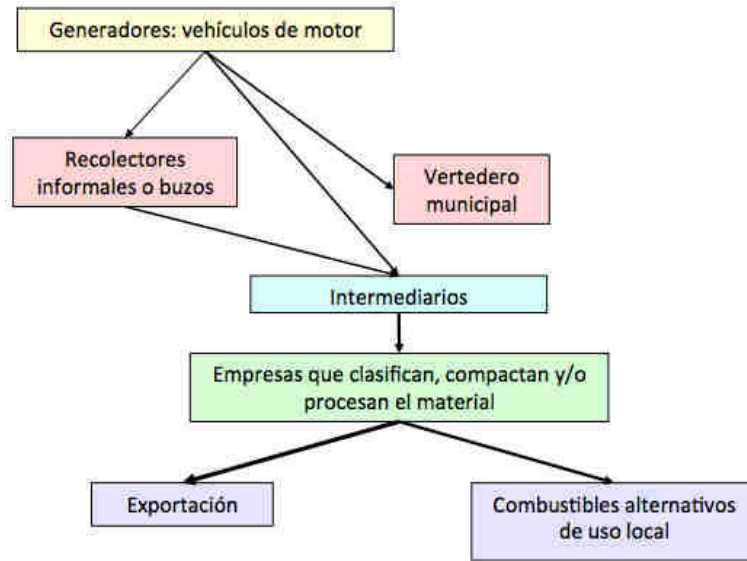
Tabla 15. Exportaciones de neumáticos recauchados y usados (CEI-RD, 2014).

Código	Productos	Enero – Diciembre 2013	
		Kilogramos	Valor FOB US\$
4012.20.00	Neumáticos recauchados	4,383.30	2,177.81
	Portugal	4,383.30	2,177.81
4012.20.00	Neumáticos (usados)	710.39	603.20
	Guyana	30.00	600.00
	Estados Unidos	680.39	3.20
	Total	5,093.69	2781.01

Se puede apreciar que de las cantidades totales generadas, un pequeño porcentaje está siendo exportado, y pocos son vertidos por lo que resulta que la mayoría de los neumáticos producidos están siendo utilizados como combustible alternativo en hornos de producción de cal, según se presume. Este grupo de residuos es muy importante prestarle atención por su alto poder calorífico, su gran generación y porque los productores de cal no significan una alternativa ambiental para el destino de los neumáticos.

Actualmente, MARENA está evaluando el Reglamento Técnico Ambiental para la Gestión de Neumáticos Fuera de Uso. El cual establece las pautas de recolección, transporte, almacenamiento, aprovechamiento y disposición final de las llantas fuera de uso a nivel nacional.

Figura 18. Flujo de residuos de llantas.



5.4.2. Aceites

Los aceites son utilizados por los vehículos de motor y equipos que utilizan aceite lubricante, de motor, de transmisión o hidráulico con base mineral o sintética. Son clasificados como residuo peligroso por el Convenio de Basilea, ratificado por la República Dominicana el 10 de marzo de 2000. Por ende, República Dominicana tiene un reglamento para la gestión integral de aceites usados. El cual establece que los aceites usados deben ser gestionados por empresas autorizadas.

Sin embargo, por diversas razones algunos depositan el aceite usado en el suelo o en el sistema de alcantarillado. Una de las razones es la debilidad de MARENA en supervisar todos los negocios relacionados con el cambio de aceite. También está la falta de conocimiento de algunos ciudadanos del impacto ambiental que causa.

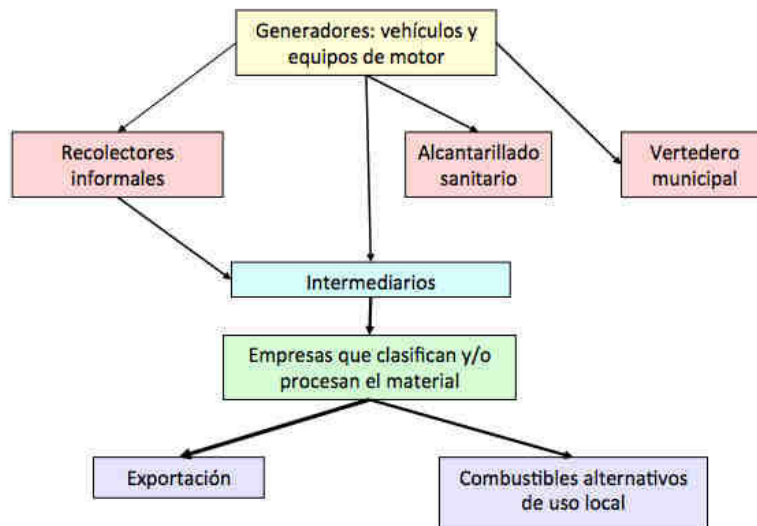
Según MARENA, hay 35 empresas autorizadas. A las cuales contactamos, pero ninguna completó el cuestionario (Anexo 7). Como solo tenemos los datos del parque vehicular, solo estimaremos la cantidad generada por el mismo.

Según el boletín “Parque Vehicular 2013” emitido por la Dirección General de Impuestos Internos (DGII), al 31 de diciembre del 2013 en República Dominicana hay 3,215,773 vehículos. Considerando que a cada vehículo se le cambie el aceite 3 veces al año y que el volumen depende del tipo de vehículo, estimamos que cada año serán desechados, reutilizados o reciclados 32,976,645 litros de aceite. En la siguiente tabla detallamos la información.

Tabla 16. Estimación de generación de aceite usado por el parque vehicular de la República Dominicana del año 2013.

Tipo	Cantidad	%	Cantidad promedio de aceite por cambio (litros)	Volumen de aceite usado (litros)
Automóviles	717,087	22.30%	5	10,756,305
Autobuses	81,660	2.54%	8	1,959,840
Jeep	312,170	9.71%	6	5,619,060
Carga	372,238	11.58%	7	7,816,998
Motocicletas	1,678,979	52.21%	1	5,036,937
Volteo	19,165	0.60%	13	747,435
Máquinas pesadas	19,978	0.62%	13	779,142
Otros (remolques, ambulancias, montacargas, fúnebres)	14,496	0.45%	6	260,928
Total General	3,215,773			32,976,645

Figura 19. Flujo de residuos de aceite usado.



5.4.3. Lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales

Los lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales son el resultado del tratamiento. Su composición depende del origen del agua residual: urbanas, industriales o agrícolas. Las de origen industrial y agrícola son las que mayor carga orgánica tienen. No disponemos de información sobre estas, debido a que no existe un registro de los lodos industriales del país y ninguna de las industrias que completó el cuestionario nos facilitó información.

Consultamos a INAPA y la CAASD sobre las plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas, pero no supieron indicarnos cuáles plantas de tratamiento están en funcionamiento. Por lo que realizamos una estimación de los lodos, a partir de las plantas de tratamiento de aguas residuales existentes y su capacidad instalada, según la institución encargada de gestionarla. Considerando que la generación de lodos secos es de 370 kg por cada 1,000 m³ de agua tratada.

República Dominicana tiene 8 instituciones que gestionan las plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas, las cuales son Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD), de Santiago (CORAASAN), de Moca (CORAAMOCA), de Puerto Plata (CORAAPLATA), de La Vega (CORAAVEGA), de Boca Chica (CORAABO), de La Romana (CORAAROM) y el INAPA. Estas instituciones gestionan 58 plantas de tratamiento con una capacidad instalada total de 5.398 m³/s. Considerando que tratan 170,231,328 m³/año, estimamos que producen 62,985.59 ton/año de lodos secos.

Tabla 17. Estimación de lodos generados por las plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas en República Dominicana (ONE, 2013).

Institución	Cantidad de plantas	Capacidad instalada (m³/s)	Volumen de agua tratada (m³/año)	Lodos secos (ton/año)
Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD)	15	0.594	18,732,384.00	6,930.98
Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santiago (CORAASAN)	7	0.204	6,433,344.00	2,380.34
Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Moca (CORAAMOCA)	2	0.175	5,518,800.00	2,041.96
Corporación de Acueductos y Alcantarillado de Puerto Plata (CORAAPLATA)	2	0.49	15,452,640.00	5,717.48
Corporación de Acueductos y Alcantarillados de La Vega (CORAAVEGA)	2	0.46	14,506,560.00	5,367.43
Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Boca Chica (CORAABO)	1	0.093	2,932,848.00	1,085.15
Corporación del Acueducto y Alcantarillado de La Romana (CORAAROM)	1	0.014	441,504.00	163.36
Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA)	28	3.368	106,213,248.00	39,298.90
Total	58	5.398	170,231,328.00	62,985.59

5.4.4. Gas natural de rellenos sanitarios

El gas natural o biogás generado en los rellenos sanitarios proviene de la descomposición anaerobia de la materia orgánica. Para su aprovechamiento se pueden instalar sistemas de extracción y recolección en las celdas de depósito de residuos. A pesar de ser una fuente alternativa de energía, en República Dominicana, ninguno de los vertederos municipales tiene un sistema de captación.

Para la estimación de la generación de biogás a partir de residuos sólidos urbanos en reactores, se considera el valor de 60 m³ biogás/ton residuo. A partir de la generación de residuos de materia orgánica que ya calculamos, estimamos la generación de biogás en el área de influencia (Chamy & Vivanco, 2007).

Tabla 18. Estimación de generación de biogás en rellenos sanitarios de República Dominicana (2014 – 2024).

Año	Materia orgánica (ton/año)	Biogás (m ³)
2014	1,391,233.71	83,474,022.57
2015	1,420,382.49	85,222,949.43
2016	1,450,315.85	87,018,950.81
2017	1,481,070.13	88,864,208.05
2018	1,512,683.83	90,761,029.63
2019	1,545,197.66	92,711,859.31
2020	1,578,654.75	94,719,284.82
2021	1,613,100.78	96,786,047.09
2022	1,648,584.17	98,915,050.17
2023	1,685,156.19	101,109,371.70
2024	1,722,871.24	103,372,274.20

5.5. Resumen de estimación de materiales

A partir del análisis anterior, podemos estimar que la cantidad de residuos disponibles en República Dominicana son los siguientes:

Tabla 19. Resumen de estimación de materiales.

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Observaciones
1.00	Residuos municipales			
1.01	Materia orgánica	ton	1,391,233.71	
1.02	Papel y cartón	ton	466,970.93	
1.03	Plástico	ton	261,426.39	

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Observaciones
1.04	Textiles	ton	100,821.03	
1.05	Metales	ton	77,235.51	
1.06	Vidrios	ton	160,295.20	
1.07	Tetra pack	ton	48,859.70	
1.08	Residuos de baños	ton	31,649.76	
1.09	Escombros y maderas	ton	97,891.71	
1.10	Fundas Plásticas	ton	16,128.48	
1.11	Otros	ton	71,376.88	
2.00	Residuos agrícolas			
2.01	Café	QQ	224.95	40% pulpa, 15% cascarilla
2.02	Coco	ton	843,432.00	
2.03	Cacao		ND	
2.04	Madera	ton	2,441.23	Carbón vegetal
2.05	Arroz	ton	100,000.00	Datos de producción
2.06	Caña de azúcar	ton	4,000,000.00	
3.00	Otros residuos			
3.01	Llantas	ton	92,363.79	
3.02	Aceites	litro	32,976,645.00	
3.03	Lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales	ton	62,985.59	
3.04	Gas natural de rellenos sanitarios	m3	83,474,022.57	

6. BENCHMARKING

Como evaluamos a varios suplidores de materiales, obtuvimos diferentes precios. De los residuos, solo los agrícolas no están disponibles todo el año, depende del período de cosecha de cada producto. Los precios por residuo, de acuerdo a la empresa y su ubicación son:

Tabla 20. Precios de aceite usado.

No.	Empresa	Precio (RD\$)	Unidad	Ubicación
1	INDUSPALMA	20.06	galón	Monte Plata
2	Industrias Nacionales	6.00	galón	Zona Industrial La Isabela y Parque Industrial Duarte
3	Trans-Diesel del Caribe	60.00	galón	Santo Domingo

Tabla 21. Precios de plástico.

No.	Tipo	Empresa	Precio (RD\$)	Unidad	Condiciones del residuo	Ubicación
1	Diverso	INDUPESA	8.00 – 14.00	kg	Limpio	Santo Domingo
2	Diverso	Recicladoras del Cibao	3.00	lb	Puede ser separado en origen o en el vertedero	Santiago
3	Diverso	Plastiflex	3.00 – 6.00	lb	Separado en el vertedero, tienen lavadora	Zona Industrial de Herrera, Santo Domingo
4	Plástico blanco o crema	Duralón	30.00	kg	Limpio	Zona Industrial de Herrera, Santo Domingo
5	Plástico negro	Duralón	23.46	kg	Limpio	Zona Industrial de Herrera, Santo Domingo

Tabla 22. Precios de residuos de coco.

No.	Tipo	Empresa	Precio (RD\$)	Unidad	Ubicación
1	Residuos de palma	INDUSPALMA	1,014.00	ton	Monte Plata
2	Residuos de coco	Tropijugos	1,000.00	ton	Santo Domingo Este

Tabla 23. Precios de textiles.

No.	Empresa	Precio (RD\$)	Unidad	Ubicación
1	Gildan	12.00	kg	Santo Domingo Este
2	Industrias Nacionales	6,600.00	tanque	Zona Industrial La Isabela y Parque Industrial Duarte

Tabla 24. Precios de residuos de arroz.

No.	Empresa	Precio (RD\$)	Unidad	Ubicación
1	Fomento Arrocero	20.00 – 45.00	kg	Todo el país.

Tabla 25. Precios de residuos de madera.

No.	Empresa	Precio (RD\$)	Unidad	Ubicación
1	ASONAIMCO	0.00	kg	Todo el país.

Tabla 26. Precios de fibras de papel.

No.	Tipo	Empresa	Precio (RD\$)	Unidad	Condiciones del residuo	Ubicación
1	Cartón	Industria de Papel Sido	1.50	kg	Abierto, empaquetado y seco	Autopista Duarte km 22, Santo Domingo
2	Cartón	Moldosa	1.80	kg	Si no está mezclado ni contaminado, vale más	La Victoria
3	Cartón	Cartonera Rierba	2.00	kg	Abierto, empaquetado y seco	Santo Domingo
4	Papel ligado	Industria de Papel Sido	1.50	kg	Exento de plástico, metal y humedad	Autopista Duarte km 22, Santo Domingo
5	Papel bond blanco	Industria de Papel Sido	4.00	kg	Exento de plástico, metal y humedad	Autopista Duarte km 22, Santo Domingo
6	Papel bond blanco	Moldosa	4.00	kg	Exento de plástico, metal y humedad	La Victoria
7	Papel bond color	Industria de Papel Sido	2.00	kg	Exento de plástico, metal y humedad	Autopista Duarte km 22, Santo Domingo

7. ANÁLISIS DE LAS CADENAS DE SUMINISTRO

Los materiales que interesan al proyecto tienen flujos diferentes. A continuación detallamos los diferentes procesos que tienen a partir de su generación hasta su disposición final por tipo de material. Debido a la falta de información disponible, no pudimos establecer la cantidad ni costos por cada proceso.

Tabla 27. Flujo de residuos de aceite usado.

No.	Procesos	Flujo 1 (Aceite de Vehículos)	Flujo 2 (Aceite de Cocina)	Flujo 3 (Aceite de Transporte Marítimo)	Flujo 4 (Aceite de Industrias)
1	Generación	Talleres automotrices (formales e informales)	Restaurantes e industrias procesadoras de alimentos	Buques y barcos	Empresas, Industrias, Zona Franca
2	Recolección	Intermediario	Intermediario	Intermediario	Intermediario
3	Separación	Talleres automotrices (formales e informales)	Restaurantes e industrias procesadoras de alimentos	Buques y barcos	Empresas, Industrias, Zona Franca
4	Transporte	Intermediario	Intermediario	Intermediario	Intermediario
5	Almacenamiento	Intermediario	Intermediario	Intermediario	Intermediario
6	Preparación	Intermediario	Intermediario	Intermediario	Intermediario
7	Empaque	Intermediario	Intermediario	Intermediario	Intermediario
8	Transporte	Intermediario	Intermediario	Intermediario	Intermediario
9	Exportación				
10	Valorización	Combustible alternativo para industrias	Combustible alternativo para industrias	Combustible alternativo para industrias	Combustible alternativo para industrias
11	Disposición Final				Flujo 4 (Aceite de Industrias)

Tabla 28. Flujo de residuos de llantas.

No.	Procesos	Flujo 1	Flujo 2	Flujo 3
1	Generación	Talleres automotrices (formales e informales)	Talleres automotrices (formales e informales)	Talleres automotrices (formales e informales)
2	Recolección	Municipalidad	Intermediario	Empresas importadoras de llantas
3	Separación		Intermediario	Talleres automotrices (formales e informales)
4	Transporte	Municipalidad	Intermediario	Empresas importadoras de llantas
5	Almacenamiento		Intermediario	Empresas importadoras

No.	Procesos	Flujo 1	Flujo 2	Flujo 3
				de llantas
6	Preparación			Empresas importadoras de llantas
7	Empaque			Empresas importadoras de llantas
8	Transporte		Intermediario	Empresas importadoras de llantas
9	Exportación		Puertos marítimos	Puertos marítimos
10	Valorización		Industrias del cemento, Hornos de cal, Empresas de asfaltado	Talleres automotrices (formales e informales)
11	Disposición Final	Vertedero		

Tabla 29. Flujo de gas natural.

No.	Procesos	Flujo 1
1	Generación	Industrias
2	Recolección	Industrias
3	Separación	Industrias
4	Transporte	Industrias
5	Almacenamiento	Industrias
6	Preparación	
7	Empaque	
8	Transporte	
9	Exportación	
10	Valorización	Industrias (producción de energía)
11	Disposición Final	

Tabla 30. Flujo de residuos de café.

No.	Procesos	Flujo 1	Flujo 2
1	Generación	Agricultores	Agricultores
2	Recolección	Municipalidad	Agricultores
3	Separación	Agricultores	Agricultores
4	Transporte	Municipalidad	Agricultores
5	Almacenamiento		
6	Preparación		
7	Empaque		
8	Transporte		
9	Exportación		
10	Valorización		
11	Disposición Final	Vertedero municipal	Área de producción

Tabla 31. Flujo de residuos de coco.

No.	Procesos	Flujo 1	Flujo 2
1	Generación	Agricultores	Vendedores (formales e informales)
2	Recolección	Agricultores	Municipalidad
3	Separación	Agricultores	
4	Transporte	Agricultores	Municipalidad
5	Almacenamiento	Agricultores	
6	Preparación	Intermediarios	
7	Empaque		
8	Transporte	Intermediarios	
9	Exportación		
10	Valorización	Artesanía, aceite	
11	Disposición Final		Vertedero municipal

Tabla 32. Flujo de residuos de cacao.

No.	Procesos	Flujo 1
1	Generación	Agricultores
2	Recolección	Agricultores
3	Separación	Agricultores
4	Transporte	Agricultores
5	Almacenamiento	
6	Preparación	
7	Empaque	
8	Transporte	
9	Exportación	
10	Valorización	
11	Disposición Final	Área de producción

Tabla 33. Flujo de residuos de madera.

No.	Procesos	Flujo 1 (Paletas)	Flujo 2 (Poda)	Flujo 3 (Aserraderos)
1	Generación	Industrias y empresas de zona franca	Municipalidad	Aserraderos
2	Recolección	Intermediarios	Municipalidad	Productores de carbón vegetal
3	Separación			
4	Transporte	Intermediarios	Municipalidad	Productores de carbón vegetal
5	Almacenamiento			Productores de carbón vegetal
6	Preparación			Productores de carbón vegetal
7	Empaque			
8	Transporte			
9	Exportación			Puertos marítimos

No.	Procesos	Flujo 1 (Paletas)	Flujo 2 (Poda)	Flujo 3 (Aserraderos)
10	Valorización			Combustible
11	Disposición Final	Vertederos municipales	Vertederos municipales	

Tabla 34. Flujo de residuos de barbojo.

No.	Procesos	Flujo 1
1	Generación	Agricultores
2	Recolección	Agricultores
3	Separación	Agricultores
4	Transporte	Agricultores
5	Almacenamiento	
6	Preparación	
7	Empaque	
8	Transporte	
9	Exportación	
10	Valorización	
11	Disposición Final	Área de producción

Tabla 35. Flujo de residuos textiles.

No.	Procesos	Flujo 1	Flujo 2	Flujo 3
1	Generación	Empresas nacionales y de zonas francas	Empresas de zonas francas	Empresas de zonas francas
2	Recolección	Municipalidad	Empresas de zonas francas	Empresas de zonas francas
3	Separación	Recolectores informales (en el vertedero)	Empresas de zonas francas	Empresas de zonas francas
4	Transporte	Municipalidad		
5	Almacenamiento	Recolectores informales (en el vertedero)		Empresas de zonas francas
6	Preparación			
7	Empaque	Recolectores informales (en el vertedero)		Empresas de zonas francas
8	Transporte	Intermediario		Empresas de zonas francas
9	Exportación	Puertos marítimos		Puertos marítimos
10	Valorización	Fabricantes formales e informales de alfombras y otros	Empresas de zonas francas (suapes, alfombras)	
11	Disposición Final			

Tabla 36. Flujo de residuos de arroz.

No.	Procesos	Flujo 1	Flujo 2
1	Generación	Agricultores	Agricultores
2	Recolección	Agricultores	Agricultores
3	Separación	Agricultores	Agricultores
4	Transporte		
5	Almacenamiento	Agricultores	Agricultores
6	Preparación		
7	Empaque		
8	Transporte		Avicultores y ganaderos
9	Exportación		
10	Valorización	Agricultores (producción de energía para el proceso de secado)	Camas para aves y ganado
11	Disposición Final		

Tabla 37. Flujo de residuos de caña de azúcar.

No.	Procesos	Flujo 1	Flujo 2
1	Generación	Agricultores	Agricultores
2	Recolección	Agricultores	Agricultores
3	Separación	Agricultores	Agricultores
4	Transporte	Agricultores	Agricultores
5	Almacenamiento	Agricultores	Agricultores
6	Preparación	Agricultores	Intermediario
7	Empaque		
8	Transporte	Agricultores	Intermediario
9	Exportación		
10	Valorización	Agricultores (producción de energía del ingenio)	Agricultores (producción de energía del ingenio)
11	Disposición Final		

Tabla 38. Flujo de residuos de lodos de plantas de tratamiento.

No.	Procesos	Flujo 1
1	Generación	Plantas de tratamiento de aguas residuales doméstica
2	Recolección	Plantas de tratamiento de aguas residuales doméstica
3	Separación	Plantas de tratamiento de aguas residuales doméstica
4	Transporte	Municipalidad
5	Almacenamiento	
6	Preparación	
7	Empaque	
8	Transporte	
9	Exportación	
10	Valorización	
11	Disposición Final	Vertedero municipal

Tabla 39. Flujo de residuos de aserrín.

No.	Procesos	Flujo 1	Flujo 2	Flujo 3
1	Generación	Fabricantes de muebles y afines	Fabricantes de muebles y afines	Importadores de madera
2	Recolección	Criadores de caballos	Agricultores hidropónico	Importadores de madera
3	Separación	Fabricantes de muebles y afines	Fabricantes de muebles y afines	Importadores de madera
4	Transporte	Criadores de caballos	Agricultores hidropónico	Municipalidad
5	Almacenamiento			
6	Preparación			
7	Empaque			
8	Transporte			
9	Exportación			
10	Valorización	Camas y alimento para caballos	Abono de cultivos	
11	Disposición Final			Municipalidad

Tabla 40. Flujo de residuos de papel.

No.	Procesos	Flujo 1	Flujo 2
1	Generación	Empresas, algunos grandes generadores y doméstico	Grandes Generadores
2	Recolección	Municipalidad	Grandes Generadores
3	Separación		Algunos grandes generadores separan
4	Transporte	Municipalidad	Intermediario
5	Almacenamiento		Intermediario
6	Preparación		
7	Empaque		Intermediario
8	Transporte		Intermediario
9	Exportación		Puertos marítimos (Moldosa)
10	Valorización		Reciclaje (Moldosa)
11	Disposición Final	Vertedero municipal	

8. SITUACIÓN DE DEMANDA DE ENERGÍA DE LAS INDUSTRIAS DEL CEMENTO

La República Dominicana tiene 7 industrias del cemento, de las cuales 3 producen clinker: CEMEX, DOMICEM y Cementos Cibao; 2 proyectan producirlo en el 2015: Cementos PANAM y Cementos Andino Dominicanos; y el resto procesa por molienda: Cementos Argos y Cementos Santo Domingo. Solo 2 empresas no completaron el cuestionario (Anexo 3), por lo que solo las consideraremos en el dato de capacidad instalada que es de 6.795 millones de toneladas por año de cemento.

Las 5 empresas que completaron el cuestionario producen 3.748 millones de toneladas por año de cemento, el 63.26% de su capacidad instalada. Consumiendo 10,735,724.80 GJ/año y 2.864 GJ/tonelada de cemento. Según sus proyecciones, en 5 años la producción nacional de cemento aumentaría un 47.11%, pero el consumo de energía solo aumentaría un 35.98%; y en 10 años la producción nacional de cemento aumentaría un 33.01%, pero el consumo de energía solo aumentaría un 14.66%.

Tabla 41. Datos de las industrias del cemento entrevistadas.

No.	Descripción	Valor	%
1.00	Información actual		
1.01	Capacidad instalada (millones de toneladas/año)	5.925	
1.02	Producción de cemento (millones de toneladas)	3.748	63.26%
1.03	Energía/tonelada de cemento (GJ/ton)	2.864	
1.04	Consumo de energía anual (GJ/año)	10,735,724.80	
2.00	Proyección en 5 años		
2.01	Producción de cemento (millones de toneladas)	5.514	47.11%
2.02	Consumo de energía anual (GJ/año)	14,598,862.00	35.98%
3.00	Proyección en 10 años		
3.01	Producción de cemento (millones de toneladas)	7.33	33.01%
3.02	Consumo de energía anual (GJ/año)	16,739,348.00	14.66%

A pesar de que 4 de las industrias entrevistadas tienen experiencia utilizando combustibles alternativos, solo 2 los están utilizando. Los combustibles alternativos que consumen son neumáticos, aceite usado, aceite vegetal, bagazo de caña, cascarilla de arroz, lodos de plantas de tratamiento de agua industrial y biomasa industrial.

A partir del 2015, 4 industrias estarán co-procesando. Tienen intenciones de alcanzar entre un 30% y un 40% de sustitución de combustibles fósiles por alternativos. Sin embargo, consideran que existen muchas trabas, tales como:

- El costo de transporte de materiales es muy alto.
- La disponibilidad constante de los materiales.
- Algunos suplidores no están formalizados, por lo que no cumplen con la calidad ni cantidad requerida de los materiales.
- Algunos generadores de residuos pretenden venderlos al mismo precio que los combustibles fósiles, sin considerar que las industrias del cemento están eliminando un pasivo ambiental por el cual tuvieran que pagar para desecharlo.
- No existen incentivos fiscales para esta práctica, cuyo objetivo es positivo porque valoriza los residuos.
- No hay legislación específica para el co-procesamiento y todas las actividades que con lleva.

Si nos interesa comparar la demanda de combustibles alternativos de las empresas cementeras que pueden realizar co-procesamiento, se puede tomar los materiales disponibles y su poder calorífico para saber su potencial de producción de energía. Teniendo estos datos se muestra la tabla 42.

Tabla 42. Estimación de materiales disponibles y la energía que producen en un año.

No.	Descripción	Cantidad (ton/año)	Valor calorífico (MJ/kg)	Energía que generan (GJ/año)
1.00	Residuos municipales			
1.01	Materia orgánica	1,391,233.71	-	-
1.02	Papel y cartón	466,970.93	8.00	3,735,767.41
1.03	Plástico	261,426.39	29.25	7,646,721.81
1.04	Textiles	100,821.03	14.96	1,508,282.58
1.05	Metales	77,235.51	-	-
1.06	Vidrios	160,295.20	-	-
1.07	Tetra pack	48,859.70	-	-
1.08	Residuos de baños	31,649.76	-	-
1.09	Escombros y maderas	97,891.71	15.61	1,528,089.60
1.10	Fundas Plásticas	16,128.48	43.92	708,362.80
1.11	Otros	71,376.88	-	-
2.00	Residuos agrícolas			
2.01	Café	22.50	17.80	400.41
2.02	Coco	843,432.00	16.95	14,296,172.40

No.	Descripción	Cantidad (ton/año)	Valor calorífico (MJ/kg)	Energía que generan (GJ/año)
2.03	Cacao	ND	16.00	-
2.04	Madera	2,441.23	15.61	38,107.65
2.05	Arroz	100,000.00	14.67	1,467,000.00
2.06	Caña de azúcar	4,000,000.00	10.60	42,400,000.00
3.00	Otros residuos			
3.01	Llantas	92,363.79	27.50	2,540,004.23
3.02	Aceites	6,595.33	34.67	228,660.06
3.03	Lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales	62,985.59	10.00	629,855.90
3.04	Gas natural de rellenos sanitarios	59,369.86	18.00	1,068,657.47
	Total General			77,796,082.32

Como se había notado en la tabla 41, el potencial energético de las cementeras es de 10 millones de GJ/año y pueden obtener hasta un 40% de esta energía por combustibles alternos, es decir 4 millones de GJ/año. Como lo visto en la tabla 40, los materiales existentes, generados en República Dominicana, al menos los de cantidades conocidas, superan el potencial energético que necesitan las cementeras.

9. SÍNTESIS DE LAS CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS DE LOS RECOLECTORES DE DESECHOS

9.1. Cantidad y condición socioeconómica

Del 20 al 25% de los residuos sólidos urbanos generados a niveles municipales tienen potencial de reaprovechamiento. Aun así, solo están siendo segregados y recuperados pequeños porcentajes de los mismos en las calles y los vertederos del país por recolectores de base denominados buzos. La informalidad con que opera el sector hace difícil saber las cantidades de materiales que se recuperan y el número de recolectores que están operando en la actualidad.

Las condiciones socioeconómicas de la población vinculada informalmente a los residuos sólidos urbanos están relacionadas con la extrema pobreza. La caracterización indica viviendas muy precarias, con hacinamiento y falta de cobertura social. En cuanto a la educación, los niveles de escolarización son muy bajos y se observa una gran deserción escolar de niños y adolescentes. Es un sector que se caracteriza por la exclusión social. (Evaluación Regional de MRSU en ALC, 2010).

En la República Dominicana operan más de cinco mil recicladores informales, según una estimación realizada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el año 2013. Es difícil confirmar estos datos pero en el levantamiento de información de este trabajo se obtuvieron datos concretos que permiten conocer al menos la cantidad de recolectores que operan en los vertederos de los municipios de interés, ubicados dentro del área de influencia de las cementeras. Las cantidades son las que se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 43. Recolectores informales por municipio o provincia.

Provincias o Municipios	Vertedero	Cantidad de Recolectores	Comentarios
Santo Domingo	Duquesa	700	Tienen una asociación que opera la empresa que administra el vertedero
Distrito Nacional	Estación de Transferencia	90	Tienen control de entrada
Santo Domingo Este	Transferencia	120	
San Pedro de Macorís	Municipal San Pedro de Macorís	150	
Santiago	Rafey	500	Tienen una Asociación de Recicladores
San Cristóbal	Municipal San Cristóbal	115	

Provincias o Municipios	Vertedero	Cantidad de Recolectores	Comentarios
Boca Chica	Municipal Boca Chicha	48	
Hato Mayor	Municipal Hato Mayor	7	Son empleados del Ayuntamiento
La Romana	Municipal La Romana	100	No están organizados
La Vega	Municipal La Vega	130	Están organizados por la municipalidad
Mao	Municipal Mao	60	
Moca	Municipal Moca	70	Trabajan sólo medio día
Total		2,090	

En total se obtuvieron 2,090 recicladores sólo en los municipios cabeceras de interés. Dentro de las condiciones en que operan los mismos se destacan las siguientes características:

- Sus ingresos oscilan entre 7,000 y 10,000 pesos mensuales.
- Un alto porcentaje (entre 30 y 45%) son haitianos.
- Un bajo porcentaje (menos del 20%) son mujeres.
- Todos los datos son de recolectores que operan en vertederos y estaciones de transferencia. En muchos de los municipios existen recolectores en las calles pero no conocen el número exacto.
- El nivel de estudios realizados es muy bajo, la mayoría primaria incompleta y muchos casos nulo.
- Trabajan sin ningún tipo de protección personal.
- No están organizados, trabajan individualmente en la mayoría de los casos.
- Muchos realizan ese trabajo por no encontrar empleo formal y otros porque tienen antecedentes penales y esto les dificulta aún más encontrar empleo. Un grupo le gusta esa labor porque no tienen horarios ni jefes.
- Casi la totalidad de recolectores venden los materiales a intermediarios que van a comprarles a los mismos vertederos y puntos de transferencia. Los que laboran en las calles venden a puntos de venta cercanos a su área de recolección.
- En sentido general, las labores de recolección son mal vistas por la población en general, que asocia el oficio a criminalidad.

9.2. Estructura y nivel organizativo

Entre todos los recolectores que operan en el país, sólo existe una experiencia de asociación y es el caso de Santiago de los Caballeros. En el año 2008 se agruparon los recicladores que laboran en el vertedero de Rafey y en el 2010 se constituyó legalmente la Asociación de Recicladores del Ecoparque Rafey, INC., que es una organización sin fines de lucro que realizó el proceso de nombre comercial en ONAPI, estatutos y RNC. En inicios contaban con 800 recicladores pero en la actualidad son 523.

El objetivo principal de esta asociación es conseguir la visibilidad de la sociedad en general hacia su trabajo. En sus inicios contaron con el apoyo de cooperación internacional a través de la Xunta de Galicia, la fundación solidaridad, la Cámara de Comercio y Producción de Santiago, La Junta de Asociaciones Campesinas Rafael Fernández Domínguez (JACARAFE), La Fundación de Desarrollo Loma y Salud (FUNDELOSA).

Entre sus mayores logros están el acercamiento con recicladores de otros países tras recibir en el 2011 la visita de una delegación de Brasil, Colombia y Costa Rica que vinieron a investigar la situación de unos recicladores que habían sido ametrallados por la municipalidad. Desde ese momento los recicladores de Santiago forman parte de la Red Latinoamericana de Recicladores y tienen el cargo de secretario de comunicación en persona de Felipe Rosario, el presidente de la Asociación de Santiago. Otros de sus logros es que al vertedero llegan más compradores, les pagan más por los materiales, tienen mayor visibilidad, son consultados y convocados para actividades y tienen derecho a opinar en la toma de decisiones.

A finales del 2013, la asociación de Santiago realizó un encuentro nacional de recicladores, invitando a representantes de recolectores de 15 municipios del país. Asistieron más de 50 recolectores y se propusieron legalizar las asociaciones de recolectores o recicladores en sus municipios y formal un movimiento nacional de recicladores. Algunas de estas asociaciones ya han iniciado el proceso de constituirse legalmente, pero les ha faltado apoyo económico para pagar los gastos de constitución y la asesoría legal que necesitan para formalizarse.

A nivel organizativo en sentido general, los recolectores informales del país pueden tener un gran impulso si llega a conformarse en Movimiento Nacional, porque servirá de guía para ayudar a las asociaciones a conformarse y podría servir como organismo que puede gestionar fondos para fortalecer el sector.

En Santo Domingo Este está en proceso de constitución una cooperativa de recicladores, que es parte del proyecto Piloto de Reciclaje que está llevando a cabo ECORED y Ciudad Saludable. La conforman un grupo de 35 recolectores que operaban individualmente en las calles del municipio y ahora están aprendiendo a trabajar en equipo, recolectar, acopiar y vender en conjunto. Este proceso de cooperativa, también se iniciará en San Pedro de Macorís, municipio que también está dentro del proyecto de ECORED.

9.3. Oportunidades del sector

Los recolectores tienen muchas probabilidades de ser incorporados a cadenas productivas de residuos, porque segregan materiales que producen constantemente lo que garantiza un flujo permanente de residuos en cantidades también constantes. Es muy importante seguir apalancando la formalización del sector y para eso se han dado ciertas condiciones y proyectos que pueden contribuir a la formalización. Se mencionan las principales a potenciar:

- Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales.
- Anteproyecto de Ley General de Residuos.
- Iniciativa Regional de Reciclaje Inclusivo.
- Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos e Implementación de Plan Piloto de Separación en la Fuente y Recolección Selectiva en 3 municipios del país.

En la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales, lanzada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en febrero 2014, se incluye como uno de sus lineamientos: “Formalización de los segregadores o recuperadores de residuos sólidos, popularmente conocidos como “buzos”.

En este documento se sienta un compromiso con este sector indicando que mientras la extrema pobreza y el desempleo sean una realidad en nuestro país habrá “buzos”, uno de los actores principales del circuito del reciclaje. Toda solución justa al problema de la “basura” y específicamente a la disposición final, debe tener en cuenta este sector social que por años ha realizado una labor silente de gran impacto económico y ambiental, garantizando a estos trabajadores condiciones más humanas que eviten o disminuyan los riesgos a su salud e incorporándolos al sistema socioeconómico.

En anteproyecto de ley general de residuos, también incluye el tema de inclusión de recicladores en los sistemas de recolección selectiva de materiales reciclados, impulsados por los

ayuntamientos. Aunque no es seguro que se apruebe tal cual esta, luego de la última revisión en este mes de julio 2014, al menos hay una probabilidad de que quede incluido en el documento final.

Existe una Iniciativa Regional de Reciclaje Inclusivo (IRR) que auspician la División de Agua y Saneamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Fondo Multilateral de Inversiones del BID, la fundación AVINA y Coca Cola América Latina. Tienen proyectos en varios países de la región como Brasil, México, Chile y Panamá, todos relacionados con mejoras en el trabajo de los recolectores de base. También actualmente están impulsando la Red Latinoamericana de Recicladores y realizando una consultoría para crear Programas Nacionales de Formalización de Recicladores en toda Latinoamérica. En cuanto a trabajo en República Dominicana, está en fase de formulación un proyecto en el que la IRR quiere apoyar el fortalecimiento del Movimiento Nacional de Recicladores.

El proyecto “Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos e implementación de Plan Piloto de Separación en la Fuente y Recolección Selectiva en 3 municipios del país”, que está ejecutando ECORED y Ciudad Saludable con el apoyo de los ayuntamientos municipales y el sector privado, sentará las bases para iniciar la separación en origen de residuos y crearán 3 centros de acopio de material donde se generarán flujos de residuos constantes y se mejorará la calidad de vida y trabajo de los recolectores.

Si se quiere comparar las oportunidades del sector de recolectores manteniendo sus prácticas actuales y siendo proveedores de residuos para cadenas de co-procesamiento, el factor más importante para el sector es aumentar sus ingresos. Hay otras razones por las cuales les convendría ser más formales como su reconocimiento ante la población en general y la mejora de sus condiciones de trabajo, pero ante los acercamientos al sector, para ellos lo más importante es el aumento de sus ingresos.

Lo más recomendable para los recolectores es su agrupación. Unirse como agrupación o cooperativa puede hacer que hagan negocios directamente con las empresas compradoras, ya sean recicladoras o cementeras. El sector de intermediarios se quedan con el mayor margen de ganancias en la actualidad. Sería más recomendable trabajar con el sector de forma directa y buscar su formalización.

10. CONCEPTO PARA LA FUTURA RECOLECCIÓN DE DATOS

Durante la realización del trabajo, se destacó la falta de datos recopilados sobre generación de residuos, principalmente en industrias y grandes generadores. Se proponen algunas medidas que pueden ayudar a una futura recolección de datos que se actualice constantemente. Para poder hacerlo se necesita un organismo que sea responsable de recolectar los datos de forma periódica y luego alimentar la base de datos para actualizaciones constantes. El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales es el organismo oficial responsable de este tema. Desde él debería ser alimentada la base de datos con la información que ya tiene en los Informes de Cumplimiento Ambiental que las empresas entregan cada 6 meses, donde declaran las cantidades de residuos que producen y qué hacen con ellos. El Ministerio también puede buscar un mecanismo amparado en normativa que obligue a los generadores a declarar sus residuos, indicando cantidades, composición y características.

Otra estrategia que puede utilizar el proyecto desde la Consejo Nacional de Cambio Climático y Mecanismos de Desarrollo Limpio es convocar de forma oficial para explicarles el proyecto a las asociaciones de industrias de todos los sectores de interés para co-procesamiento como son la Asociación de Zonas Francas, Asociación de Industrias de la República Dominicana, las distintas asociaciones de productos agrícolas, la Asociación de Concesionarios de Fabricantes de Vehículos, entre otras. Durante el levantamiento de información se pudo observar falta de confianza y timidez al responder, muy probablemente por falta de información. Si se les convoca de forma oficial y se les explican los beneficios que obtendrán cuando se les brinde una alternativa ambiental y económica de valorizar los residuos que producen, será más fácil ganarlos a la causa del proyecto

Una meta más sería recolectar más datos en empresas recicladoras. En este punto hay que partir no sólo de recolectar los datos de los residuos que reciben, sino ir más abajo y primero completar la base de datos existente de las mismas, que aún está incompleta. Las empresas recicladoras de plástico pueden ser un proveedor de fluff o RPF que son materiales de rechazo en sus procesos. Tienen la gran ventaja de que ya tienen materiales acopiados y hasta rutas de transporte que pueden utilizar para llevar los materiales de interés a las cementeras.

El último aspecto a tratar es apoyar la formalización de los recolectores informales, para de esa forma establecer flujos de materiales con ellos de forma directa, que pueden ser estables. Asociados de algún modo también pueden generar información sobre cantidades de materiales

que venden y se puede ver con ellos qué materiales que actualmente no recolectan porque no tienen mercado, pueden ser interesantes recolectar y utilizar como combustible alternativo.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la investigación se obtuvo mucha información sobre los flujos actuales de materiales que pueden ser usados como combustibles alternos en las cementeras, pero las cantidades de generación, en sentido general, no están muy claras para el caso de residuos industriales. Esto se debe a que no tienen en la actualidad una obligación de reportar sus residuos y llevar controles de los mismos, más que los Informes de Cumplimiento Ambiental que entregan MARENA. Es muy preocupante el desconocimiento de total de la generación de algunos residuos industriales de gran interés como los solventes y lodos de pintura que no respondieron los cuestionarios y se desconoce totalmente la información.

Se debe poner especial interés en las zonas francas porque generan grandes cantidades de residuos, hay grandes parques ubicados en los municipios donde están las cementeras con potencial de co-procesamiento por tener horno, y en la actualidad muchas envían todos sus residuos a recolección y vertedero. Sólo 10 de 710 empresas de zonas francas, respondieron el cuestionario de levantamiento de información que se les envió. En muchos casos las empresas ven este tema como algo de muy poca importancia y priorizan otros temas antes de hacer más eficiente su gestión de residuos.

En cuanto a los residuos sólidos urbanos, que son una fuente constante de generación, los ayuntamientos de los municipios cabecera de las provincias ubicadas en el radio de influencia de las cementeras fueron entrevistados de forma directa. Todos tienen una medición o estimación muy clara de los residuos que producen, pero no de su composición. Se tomaron como base las composiciones que dieron como resultado en 2 estudios de caracterización realizados por ECORED para Santo Domingo Este y San Pedro de Macorís. En los demás casos se utilizaron los datos de composición de MARENA a nivel nacional. Los datos de generación obtenidos se pueden considerar como muy acertados, sólo hay que tener en consideración que los materiales de interés producidos a niveles domésticos (plásticos, papel y cartón, maderas y textiles), en la actualidad siguen varios flujos y aunque se tiene las cantidades totales de generación, resulta difícil disgregar que cantidades se exportan, que cantidades van a vertederos y qué cantidades se procesan aquí.

En lo referente a residuos agrícolas, el Ministerio de Agricultura mantiene información de producción muy actualizada. Las industrias de ciertos productos sabían las cantidades de residuos generados y en algunos residuos agrícolas, se presentó el caso de que no estaba la información

detallada de los residuos que producen, pero al menos se pudo estimar la generación de los mismos, con datos de producción generales que guardan en estadísticas. En muchos casos, los residuos de producción agrícola ya se están reutilizando o valorizando, como el azúcar y el tabaco. Hay algunos como el café y el coco que tienen los residuos disponibles.

Otros residuos de gran interés como los neumáticos o llantas, de los que se pudo estimar los datos de generación con cifras del parque vehicular del país. El problema con estos residuos es que actualmente no se están acopiando. Hay pocas empresas intermediarias que estén recolectando y esto se debe a la falta de gestores autorizados registrados en el Ministerio de Medio Ambiente para tratar estos residuos. Aunque hay una gran disponibilidad del residuo hay que invertir en acopiarlo y transportarlo hasta las cementeras, lo cual representan costos considerables.

Entre todos los entrevistados en las industrias de cemento, identificaron dos aspectos importantes que ven como trabas al proceso de co-procesamiento. Estos fueron la falta de incentivos a la utilización de combustibles alternos y los elevados costos de transporte de los materiales. También mencionan que los generadores deben dar precios más justos por la compra de los materiales, porque muchas veces quieren igualar a los costos de los combustibles fósiles, cuando deberían ver el proceso como un tratamiento adecuado a sus residuos.

Se debe mejorar la imagen del proyecto para de esa forma aumentar la confianza en el mismo y motivar a que las industrias estén interesadas en disponer adecuadamente sus residuos. Consideramos que entre todos los materiales presentados se deben escoger los 3 flujos de materiales más factibles e implementar pilotos con los mismos.

A pesar de todas las trabas en el levantamiento de información sobre las cantidades de residuos, se pudieron obtener datos bastante certeros de ciertos materiales generados en el país y la cifra final de cantidades de materiales generados supera los seis millones de toneladas. No todos están disponibles en el mercado, ya que 400 mil toneladas de residuos son exportados y otras 500 mil toneladas son aprovechados para producción de energía en el sector agrícola. Otro porcentaje importante de residuos están siendo reciclados en el país. Aun así la gran mayoría de residuos no son acopiados o recuperados y permanecen vertidos en vertederos a cielo abierto, que provocan una gran contaminación ambiental, en vez de aprovechar su potencial energético. Si se organizan cadenas de suministro que contemplen la base de la pirámide, los recolectores, se podrían recuperar unas 4 millones de toneladas de residuos por año. Esta cantidad es suficiente para suplir el potencial energético de las cementeras en el país. Por las cantidades de generación, el potencial energético y la disponibilidad del residuo, se recomienda poner especial atención en los

neumáticos y los residuos del coco. Ambos residuos tienen gran potencial para formar cadenas de suministros para las industrias cementeras.

12. BIBLIOGRAFÍA

ADOCEM. (2014). *Informe Anual 2013*. Santo Domingo: ADOCEM.

Camilo, J. (19 de Mayo de 2014). Entrevista sobre producción de café. (J. Lebrón, Interviewer)

CEI-RD. (2014). *Exportaciones de carbón vegetal*. Santo Domingo: CEI-RD.

CEI-RD. (2014). *Exportaciones de cartón, papel, plástico y metales de enero-diciembre 2013*. Santo Domingo: CEI-RD.

CEI-RD. (2014). *Exportaciones de neumáticos recauchados y usados de enero-diciembre 2013*. Santo Domingo: CEI-RD.

Chamy, R., & Vivanco, E. (2007). *Potencial del biogás: identificación y clasificación de los distintos tipos de biomasa disponibles en Chile para la generación de biogás*. Santiago de Chile: CNE y GTZ.

Chaverri, W. A., & Ponciano, M. (2010). *Inventario de Residuos Industriales para República Dominicana*. San José: USAID-CCAD.

DGII. (2014). *Parque Vehicular 2013*. Santo Domingo: DGII.

ECORED. (2014). *Estudio de caracterización de residuos sólidos del municipio San Pedro de Macorís, República Dominicana*. Santo Domingo: ECORED.

ECORED. (2014). *Estudio de caracterización de residuos sólidos del municipio Santo Domingo Este, República Dominicana*. Santo Domingo: ECORED.

EDUCANDO. (2011). *Artículos por categoría*. From La Isla de Santo Domingo en la región del Caribe: <http://www.educando.edu.do/articulos/estudiante/la-isla-de-santo-domingo-en-la-region-del-caribe/>

Enciclopedia Ilustrada de la República Dominicana (Vol. 8). (2008). Santo Domingo: Editora Oceano.

García, M. R. (2008). *Gestión y tratamiento de residuos industriales: valorización energética*. Energis (Holcim España).

GIZ, Holcim y FHNW. (2011). Aplicación del pre- y co-procesamiento en la producción de cemento. GIZ, Holcim y FHNW.

INAZUCAR. (2013). *Memoria Institucional*. Santo Domingo: INAZUCAR.

MARENA. (2014). *Estudio de uso de suelo y cobertura del suelo 2012*. Santo Domingo: Dirección de Información Ambiental y de Recursos Naturales.

MARENA. (2012). *Medio ambiente en cifras 2005-2011*. Santo Domingo: MARENA.

Marte, M. (7 de Mayo de 2014). Entrevista sobre producción de arroz. (J. Lebrón, Interviewer)

ONE. (Junio de 2009). *Cartografía*. Retrieved Abril de 2014 from Oficina Nacional de Estadísticas: <http://one.gov.do/index.php?module=articles&func=view&catid=72>

ONE. (Octubre de 2013). *Emisiones, residuos y desechos*. Retrieved 2014 from ONE: <http://one.gov.do/index.php?module=articles&func=view&catid=309>

ONE. (2010). *Sistema de Información Estadística Territorial*. From Oficina Nacional de Estadísticas: <http://siet.one.gob.do>

OPS, AIDIS, BID. (2010). *Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe*. OPS, AIDIS, BID.

13. ANEXOS

Anexo 1: Cronograma de trabajo

Anexo 2: Lista de contactos

Anexo 3: Entrevista a industrias del cemento

Anexo 4: Entrevista a instituciones estatales

Anexo 5: Entrevista a ayuntamientos

Anexo 6: Entrevista a empresas

Anexo 7: Entrevista a empresas recicladoras



Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Oficinas registradas
Bonn y Eschborn

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40
53113 Bonn, Alemania
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn, Alemania
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15

E info@giz.de
I www.giz.de