

A NÁLISIS MEDIANTE SIMULACIÓN PARA LA COMPARACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS.



Estudio inicial en el Sector Hotelero para REP. DOMINICANA

Autora: Yoselinda Mejía Urbáez

Directores: Albert Cuchí Burgos y
José Manuel Gómez Soberón
Diciembre 2013



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

INSTITUTO DE SOSTENIBILIDAD

Resumen

La industria de la construcción es uno de los sectores que tiene mayores impactos en términos ambientales y se considera como una actividad en constante desarrollo, pues de ella depende la creación de infraestructuras básicas de carácter comercial, industrial, residencial o social.

En la República Dominicana, el turismo es una de las actividades que genera grandes aportes económicos, por ello ha proliferado en el país la construcción de complejos hoteleros ubicados en la zona costera del país (Calderón & Vodusek, 1998; Carcuro, 2008; Ceara-Hatton, 2008). No obstante, estas instalaciones originan impactos negativos desde el inicio de su construcción.

La ausencia de políticas ambientales, la incapacidad institucional de dar continuidad a los planes y programas nacionales existentes y la falta de sistemas de recolección y tratamiento de residuos, han provocado la disminución de la calidad ambiental del país. Existe la necesidad de que se establezca una normativa más específica referente al tema de residuos de la construcción e impulse el desarrollo de un sistema para el uso y disposición racional de los mismos. La solución al problema requiere un estudio en el que se evalúen los aspectos básicos del municipio (origen, generación, cuantificación y composición de los residuos del sector generador, tipo de recolección y transporte, etc.).

En el presente trabajo se realizó una investigación previa sobre el sector hotelero en la Rep. Dominicana a través de la búsqueda, recopilación y sistematización de fuentes documentales relativas al tema para identificar las características básicas del mismo. Además, se analizaron, cuantificaron y compararon los materiales utilizados en 2 proyectos turísticos para pronosticar los tipos y cantidades de residuos que puede generar este tipo de construcción, con la finalidad de proponer nuevas alternativas que minimicen el impacto que éstos conllevan sobre el medioambiente. El análisis y la cuantificación fue realizada mediante el uso de la herramienta informática para la gestión de residuos de construcción *Net Waste Tool*, mediante la introducción de los datos, características y volúmenes de cada variable para poder determinar y cuantificar los tipos de residuos materiales generados por éstos.

Cabe destacar que la herramienta informática se adaptó a las características constructivas del caso en concreto, donde el resultado sobre los residuos de las obras analizadas se encontró que, el hormigón y el acero destacan por generar un 80% y un 18% respectivamente y el 2% corresponde a la madera, a las tejas y cerámicos y a las mezclas bituminosas, porcentajes discrepantes en comparación con otros países. Por tanto, se evidencia que la información de los residuos de materiales varía según la procedencia del país o región, tecnología empleada y tipo de proyecto estudiado.

Además, con respecto al tipo de gestión, el procedimiento deseable con respecto a una gestión con un procedimiento estándar, reduce aproximadamente la generación (peso y volumen) y el coste de los residuos, en términos generales, un 73% para el caso del hormigón, la madera y el acero; mientras que para las tejas, materiales cerámicos y las mezclas bituminosas se reduce un 37%.

La creación de una legislación de cumplimiento obligado en el país es la clave para que se establezcan mejoras sostenibles en las obras de construcción y se tome en cuenta la adecuada supervisión que asegure la evaluación y establecimiento de procedimientos constructivos apegados a lo deseable, y no a lo que tradicionalmente se ejecuta.

Abstract

The construction industry is one of the sectors that have major impacts in environmental terms and it is considered as an activity in constant development since the development of basic commercial, industrial, residential or social infrastructure depends on it.

In the Dominican Republic, Tourism is one of the main driving forces of economic growth, therefore the country has proliferated in the construction of hotel complexes located in the coastal area of the country (Calderon & Vodusek, 1998; Carcuro, 2008; Ceara-Hatton, 2008). But these facilities originate negative impacts from the beginning of its construction.

The absence of environmental policy, the institutional inability to give continuity to the existing national plans and programs and the lack of collection systems and waste treatment, have caused the decline in the country's environmental quality. There is a need for more specific legislation regarding the issue of construction wastes and drive the development of a system for rational use and disposal thereof. The solution to the issue requires a study in which the basics of the municipality are assessed (origin, generation, quantification and composition of the waste generator sector, type of collection and transportation, etc.).

In this paper we carried out a preliminary investigation on the hotel sector in the Dominican Republic through the research, collection and collation of documentary sources relating to the subject to identify the basic characteristics. Also two tourism projects materials were analyzed, quantified and compared to forecast the types and quantities of waste that this type of construction can generate, in order to propose new alternatives that minimize the impact on the environment these entail. The analysis and quantification was performed by using the software tool for the management of construction waste *Net Waste Tool*, by entering data, characteristics and volumes of each variable to determine and quantify the types of waste materials generated by these.

Note that the software tool was adapted to the structural characteristics of the particular case, where the result of waste from the works analyzed showed that the concrete and steel highlights in generating 80% and 18% respectively, and the remaining 2 % corresponds to the wood, tiles and pottery and bituminous mixtures, divergent percentages in comparison with other countries. Thus, it appears that the information about material waste varies depending on the country's or region's origin, the technology used and the type of project.

Furthermore, regarding the type of management, the desired process in contrast to a standard management procedure, approximately reduces the generation (weight and volume) and the cost of waste, overall, 73% for the case of concrete, wood and steel, while for tiles, pottery and bituminous mixtures is reduced by 37%.

The establishment of legislation mandatory in the country is the key to sustainable improvements become established in the construction and take into account proper supervision to ensure the evaluation and development of construction procedures attached to what is desirable, nor which traditionally runs.

Contenido

Resumen	I
Abstract	II
Índice de figuras	V
Índice de tablas	V
Índice de gráficos	VI
Glosario	VII
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
2.3 Alcance	3
2.4 Justificación	3
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	5
CAPÍTULO 4. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN	7
4.1 Antecedentes	7
4.2 Definición de residuo	8
4.2.1 Clasificación	9
4.2.2 Composición y características	10
4.3 Opciones de manejo de RCD	11
4.4 Porcentajes relacionados con la gestión de residuos	14
4.5 Herramientas informáticas para la gestión de residuos	16
CAPÍTULO 5. SITUACIÓN » SECTOR HOTELERO REP. DOMINICANA	19
5.1 Antecedentes	19
5.1.1 Legislación y modelo de desarrollo del turístico	20
5.2 Viabilidad y Escenario actual del turismo hotelero	24
5.2.1 Cadenas hoteleras y modelo del Todo Incluido (TI)	26
5.2.2 Concentración hotelera	28
5.2.2.1 Carga turística	29
5.2.3 Características del turismo hotelero en Rep. Dominicana	31
5.2.3.1 Impacto medioambiental	31
5.2.3.2 Impacto económico	33
5.2.3.3 Impacto social	34
5.2.3.4 Debilidades institucionales	34
5.3 Gestión de los residuos sólidos en el sector turístico	37
5.4 Impacto ambiental de los residuos generados por el turismo	39
5.5 Gestión de los residuos de Construcción y Demolición	40

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	45
6.1 Descripción de las obras	45
6.2 Herramienta informática de evaluación de residuos de construcción Net Waste Tool (NWT)	45
6.2.1 Procesado de la información en NWT	47
6.3 Análisis y discusión de los resultados obtenidos	49
6.3.1 Tablas generadas por la herramienta NWT	50
6.3.2 Normalización de datos » Análisis de resultados	52
6.3.3 Análisis de Sensibilidad » Sistema municipal de reciclaje	59
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES	61
7.1 Generales	61
7.2 Específicas	62
7.3 Personales	62
7.4 Investigaciones futuras	63
CAPÍTULO 8. AGRADECIMIENTOS	65
CAPÍTULO 9. BIBLIOGRAFÍA	67
CAPÍTULO 10. ANEXOS	73

Índice de Figuras

Fig. 1. Esquema del método de trabajo. -----	6
Fig. 2. Tres caminos de los residuos de construcción y demolición. -----	11
Fig. 3. Reciclaje “in situ” de los escombros de una construcción. -----	12
Fig. 4. Reciclaje “in situ” de los escombros procedentes de una demolición.-----	12
Fig. 5. Reciclaje de escombros en un lugar distante a la obra. -----	13
Fig. 6. Mapa playas y polos turísticos de Rep. Dominicana-----	25
Fig. 7. Buzos en el vertedero de Duquesa. -----	38
Fig. 8. Escombreras en aceras de la calle Henríquez Ureña, Sto. Dgo. -----	41
Fig. 9. Escombreras en aceras de la calle Mella, Santiago. -----	41
Fig. 10. Esquema sobre la descripción general de las entradas y salidas de la herramienta NWT. -----	46
Fig. 11. Ventana de <i>My Projects</i> donde se pueden agregar nuevos proyectos. -----	47
Fig. 12. Ventana donde se introducen los datos básicos del proyecto a analizar. -----	47
Fig. 13. Ventana para acceder a agregar y editar las características de los componentes. -	47
Fig. 14. Ventana para agregar y editar los componentes. -----	48
Fig. 15. Esquema general de la ventana especificaciones de una partida. -----	48
Fig. 16. Esquema de la ventana sobre el contenido de reciclado.-----	48
Fig. 17. Esquema de la ventana sobre las tasas de desperdicios de las partidas, detalle de empaquetado y composición del material.-----	49
Fig. 18. Fases del proceso de la planta de reciclaje de residuos de materiales de construcción. -----	59

Índice de Tablas

Tabla 1. Orígenes y causas de los residuos de la construcción. -----	9
Tabla 2. Datos de los residuos generados, depositados y desviados en el caso de 4 Times Square.-----	15
Tabla 3. Ingresos en divisas de Rep. Dominicana. -----	19
Tabla 4. Participación del turismo en el PIB por años. -----	19
Tabla 5. Leyes y resoluciones vinculadas con el turismo y su contexto político y socioeconómico. -----	21
Tabla 6. Concentración de hoteleros españolas en la Rep. Dominicana (2006).-----	27
Tabla 7. Provincias turísticas: algunos indicadores, 2002-2006.-----	28
Tabla 8. Distribución de hoteles por tamaño, 2003. -----	29
Tabla 9. Prácticas ambientales de los hoteles dominicanos. -----	33
Tabla 10. El problema de la institucionalidad y su impacto en el sector turismo.-----	35
Tabla 11. Materiales reciclados o reusados en la República Dominicana. -----	38
Tabla 12. Evaluación de impacto ambiental para los proyectos turísticos ubicados dentro del complejo Cap Cana. -----	43
Tabla 13. Estimación de demanda de agregados de Cap Cana.-----	43
Tabla 14. Resumen de datos significativos de las muestras de la investigación. -----	45
Tabla 15. Parámetros de las densidades de los materiales utilizados en las muestras. ----	49
Tabla 16. Parámetros utilizados en las muestras para el contenido de reciclado. -----	49
Tabla 17. Parámetros utilizados en las muestras para las tasas de desperdicios.-----	49
Tabla 18. Contenido reciclado y residuos generados por Villa Catalina. -----	50
Tabla 19. Contenido reciclado y residuos generados por Villa Punta Minita. -----	50
Tabla 20. Residuos de Villa Catalina según tipo de material.-----	51

Tabla 21. Residuos de Villa Punta Minita según tipo de material.-----	51
Tabla 22. Promedio de los residuos en base al Catálogo Europeo de Residuos (CER).-----	51
Tabla 23. Promedio de los residuos expresados como porcentajes en base al CER.-----	52
Tabla 24. Parámetros de homogenización de las muestras.-----	52
Tabla 25. Residuos generados normalizados.-----	53
Tabla 26. Residuos generados normalizados.-----	53
Tabla 27. Concentrado promedio de la normalización de residuos. Gestión estándar (t).- 54	
Tabla 28. Concentrado promedio de la normalización de residuos. Gestión estándar (m ³).-----	54
Tabla 29. Concentrado promedio de la normalización de residuos. Residuos deseados (t).-----	56
Tabla 30. Concentrado promedio de la normalización de residuos. Residuos deseados (m ³).-----	57
Tabla 31. Análisis de sensibilidad.-----	60

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Residuos resultantes de la Construcción en Brasil.-----	8
Gráfico 2. Residuos del proceso de construcción en Holanda.-----	8
Gráfico 3. Evolución histórica porcentual de la inversión extranjera en el sector turismo dentro de la inversión extranjera total.-----	23
Gráfico 4. Tasa promedio de ocupación hotelera por tamaño de hoteles 1994-2003.-----	29
Gráfico 5. Evolución de la carga turística y las llegadas (1980-2006).-----	30
Gráfico 6. Comparación entre el indicador HII para destinos locales y nacionales del Mediterráneo y áreas dominadas de la Rep. Dominicana.-----	30
Gráfico 7. Total de violaciones ambientales en la zona costera y marina según las categorías de actividades económicas, 2005-2007-----	31
A la derecha Gráfico 8. Total de violaciones ambientales en la zona costera y marina según las categoría en la zona, 2005-2007-----	31
Gráfico 9. Evolución de los materiales de construcción más usados en paredes en porcentajes, con relación al total de viviendas particulares, total país.-----	41
Gráfico 10. Promedio de la cantidad de residuos en base al Catálogo Europeo de Residuos (CER).-----	52
Gráfico 11. Relación de residuos generados normalizados.-----	53
Gráfico 12. Relación de residuos normalizados del coste total en toneladas y metros cúbicos.-----	54
Gráfico 13. Promedio de la normalización de residuos. Gestión estándar (t).-----	55
Gráfico 14. Promedio de la normalización de residuos excluido el hormigón (ampliación). Gestión estándar (t).-----	55
Gráfico 15. Promedio de la normalización de residuos. Gestión estándar (m ³).-----	56
Gráfico 16. Promedio de la normalización de residuos excluido el hormigón (ampliación). Gestión estándar (m ³).-----	56
Gráfico 17. Promedio de la normalización de residuos. Residuos deseados (t).-----	57
Gráfico 18. Promedio de la normalización de residuos excluido el hormigón (ampliación). Residuos deseados (t).-----	57
Gráfico 19. Promedio de la normalización de residuos. Residuos deseados (m ³).-----	58
Gráfico 20. Promedio de la normalización de residuos excluido el hormigón (ampliación). Residuos deseados (m ³).-----	58

Glosario

Acrónimos

RCD	Residuos de Construcción y Demolición
WRAP	Waste & Resource Action Programme
NWT	Net Waste Tool
USAID	United States Agency for International Development
INFRAATUR	Infraestructura Turística
LEED	Leadership in Energy & Environmental Design
BCRD	Banco Central de la República Dominicana
TI	Todo Incluido
SEMARENA	Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales
CAT	Concentración de Acomodaciones Turísticas
HII	Indicador de Impacto Humano
CEPAL	Comisión Económica para América Latina
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
ONAPLAN	Oficina Nacional de Planificación
MITUR	Ministerio de Turismo
INDH	Informe Nacional de Desarrollo Humano
OMT	Organización Mundial del Turismo
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para Medio Ambiente
CER	Catálogo Europeo de Residuos
ONE	Oficina Nacional de Estadística
RSC	Responsabilidad Social Corporativa
CONAMA	Congreso Nacional del Medio Ambiente

CAPÍTULO 1. Introducción

Actualmente, una de las principales preocupaciones y temas de interés en el sector de la construcción es la cantidad de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) o escombros que resultan de sus actividades propias y que afectan directamente al entorno. En la época de la Revolución Industrial, se evidencia el problema de los RCD, donde los procesos productivos innovadores, los avances técnicos, el aumento de las necesidades de cada persona para satisfacer requisitos de vivienda, vías y transporte, han hecho que se genere una etapa crítica, causando impactos negativos al medio ambiente (Lorena et al.,).

En América Latina y el Caribe, la construcción y demolición es el sector que más volumen de residuos genera, considerándose responsable de la producción de más de 1 tonelada de residuos por habitante y año (Espaillat Vásquez, 2011) ; debido a que, siendo países en vías de desarrollo, su avance motiva la construcción de infraestructuras necesarias que favorezcan al crecimiento demográfico y la accesibilidad a los servicios. Sin embargo, pocos países de dichas regiones cuentan con exigencias de regulaciones ambientales dentro del sector de la construcción.

Dentro de este marco, el turismo es una de las actividades que genera grandes aportes económicos en estas regiones, por ello ha proliferado la construcción de complejos hoteleros, infraestructura de servicios y de entretenimiento (Calderón & Vodusek, 1998; Carcuro, 2008; Ceara-Hatton, 2008). Anualmente las infraestructuras de este sector reciben una carga turística masiva que deteriora rápidamente la obra, por lo que su vida útil es más corta y son necesarias renovaciones y mejoras para solucionar este problema (Lorena et al.,). En adición a esto, la competitividad del mercado y las preferencias del turista obliga a las cadenas hoteleras a tener planes de reformas, diferenciación e innovación para satisfacer y aumentar el volumen de clientes.

Según CEI-RD (Centro de Exportación e Inversión de República Dominicana) en la República Dominicana el turismo ejerce gran influencia gubernamental; puesto que es el mayor generador de divisas del país. No obstante, para mantener la dinámica y el nivel competitivo del sector se realizan numerosos planes de construcción y renovación de las instalaciones ajustándolas a las exigencias del demandante, lamentablemente esto ha provocado un notable impacto ambiental.

En la Rep. Dominicana no existen normas o reglamentos que indiquen la regularización de los residuos de la obra, por lo que, no se realiza el proceso de clasificación de los mismos. Se desconoce la cantidad de residuos generados en la obra y se considera que la tasa de reciclaje es prácticamente nula.

El primer paso para establecer una estrategia para dichos residuos es analizar con anticipación la cantidad que se generará en la obra, con la finalidad de proponer alternativas que reduzcan su vertido. Partiendo de esto, la presente investigación ofrece un diagnóstico preliminar de la cantidad de residuos generados en obras del sector hotelero en la Rep. Dominicana. El análisis permitirá cuantificar y validar una tendencia de generación de desechos en la edificación y aportará información, hasta ahora desconocida a la hora de gestionar, construir y reformar ésta tipología constructiva dentro del país.

Para realizar este trabajo se hará uso de metodologías cuantitativas y comparativas, recogiendo y analizando, de forma objetiva y verificable, los datos de las obras obtenidas. La cuantificación y el análisis para la gestión de residuos, se realizará mediante el manejo de la herramienta informática de libre acceso *Net Waste Tool* de la empresa *Waste & Resources Action Programme*. Se pretende introducir los datos, volúmenes y características de las

partidas seleccionadas, correspondientes a 2 proyectos turísticos, para determinar los tipos de residuos generados por éstos.

Finalmente los resultados de las muestras pasarán por un análisis de comparación donde las diferencias, similitudes y tendencias proporcionarán una cuantificación e información genérica sobre los residuos originados en dichos proyectos y ayudará a pronosticar los residuos producidos en futuras edificaciones dentro del sector.

CAPÍTULO 2. Definición de Objetivos

2.1 Objetivo General

Realizar un estudio preliminar basado en el análisis y la cuantificación de los residuos de construcción y demolición generados por el sector hotelero de la República Dominicana.

2.2 Objetivos Específicos

1. Identificar las características del sector hotelero y la gestión actual de los residuos de construcción y demolición en la República Dominicana.
2. Utilizar en el caso de estudio una metodología para la gestión interna de los residuos de construcción.
3. Procesar datos para pronosticar la cantidad de residuos generados por las muestras y analizar qué tipo de gestión los disminuye.

2.3 Alcance

El alcance del trabajo va desde diagnosticar la cantidad de residuos generados por las muestras hasta utilizar una metodología que contribuya a la disminución de los residuos de C&D; y que, sea producto de futuros trabajos de investigación y aplicación en otros sectores.

A pesar de la complejidad del sector analizado y de la carencia de información actualizada en la Rep. Dominicana el trabajo ha logrado aproximarse al sector estudiado, proporcionando un panorama simplificado de la situación del sector de interés.

Dentro del estudio, se pretendía analizar un mayor número de muestras, pero el difícil acceso a presupuestos de obra turística ha sido una limitante y se ha tenido que utilizar sólo las muestras adquiridas.

Finalmente, en la continuación del trabajo se espera que, luego de establecer una normativa adecuada, se evalúen las posibilidades de minimizar los residuos generados por las obras constructivas tanto a nivel turístico como en otros sectores a través de la creación de una planta de tratamiento municipal de reciclaje.

2.4 Justificación

La construcción de viviendas, oficinas, infraestructuras de servicios, entre otros, mejora considerablemente la calidad de vida de las personas a nivel mundial; no obstante, esto representa un coste ambiental, teniendo en cuenta que dentro de esta actividad cada etapa (obtención de materiales, excavación, transporte, entre otros) genera residuos. Es por ello que la sostenibilidad en la construcción supone reducir el impacto ambiental a lo largo de todo el ciclo de vida, minimizando la cantidad y toxicidad de materiales de construcción enviados al medio ambiente y reciclando los materiales de construcción al final de su vida útil.

En los últimos años en la Rep. Dominicana se ha incrementado la actividad de la construcción y remodelación, un ejemplo de ello es que, debido al crecimiento demográfico las viviendas aisladas han comenzado a adaptarse y a sustituirse por viviendas plurifamiliares, generando grandes cantidades de residuos inertes llevados directamente a los vertederos.

El sector turístico hotelero no escapa a ésta realidad, ya que durante los últimos 20 años ha sido una actividad líder en la economía dominicana (Contreras, 2011) y se han encontrado problemas medioambientales derivados de su explotación. El impacto negativo de las instalaciones turísticas se inicia con la construcción misma de las infraestructuras (hoteles, plantas de tratamiento de residuos, etc.) o de las áreas de recreo (campos de golf, marinas, parques temáticos, etc.) realizadas generalmente sin respetar las condiciones y requisitos establecidos en las normas ambientales de SEMARENA (Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (TOI, 2003a).

En el país no existe ningún tipo de ley ni programa para el tratamiento de los residuos de la construcción por lo que generalmente son manejados de forma irregular y dispuestos en lugares improvisados, incluyendo veredas, humedales, parques, orillas de río, entre otros, sin permiso que respalden esta recepción.

En otros casos, los escombros son mezclados, por las entidades encargadas del aseo urbano, con otro tipo de residuos sólidos, depositándolos en los vertederos municipales, lo que agudiza el problema del manejo de desechos de la ciudad. Según el reporte de USAID, *Dominican Republic Environmental Assessment*, la constante construcción de destinos turísticos y el incremento del volumen de turistas están amenazando la biodiversidad marina costera. Simultáneamente la industria del turismo exige aumentos en los servicios esenciales (agua potable, servicios de saneamiento público, energía). A corto y mediano plazo esta demanda recae sobre un sistema (a nivel nacional y local) sin precaución para hacerle frente. La generación de altas cantidades de residuos, que mayormente son superiores a los residuos domésticos, provoca que las operaciones de transporte hacia el vertedero sobrecarguen el mismo (Velasco López, 2010).

Por otra parte, los procesos de edificación se inclinan por utilizar materiales con una duración limitada, razón por la cual se presenta la obsolescencia física de las construcciones de los diferentes sectores. Por ejemplo, un complejo turístico puede mantenerse durante 50 años, pero existe la necesidad de realizar cambios y remodelaciones prescindibles para adaptarlos a las exigencias del usuario y soportar el nivel de carga turística anual (Sato, 2005).

La situación que se evidencia hace necesario estudiar nuevas alternativas que contribuyan a minimizar la cantidad de residuos generados por las actividades en la industria de la construcción. En años recientes, los reclamos sobre políticas ambientales desde el sector turístico han impulsado intervenciones gubernamentales de alto perfil, lo que sugiere un rol potencial del sector privado en la protección de los ecosistemas (BM, 2004). Ejemplos como este sugieren que se puede hacer mucho, desde dicho sector, para ejercer influencia en el sector privado y público en el área de manejo ambiental, puesto que su participación e interés les beneficia tanto ambiental como económicamente. Las iniciativas del sector privado podrían ser fructíferas en aquellos casos en que el futuro de las industrias, sobre todo del turismo, se encuentre asociado a la calidad ambiental; particularmente cuando la fuente de la degradación ambiental y los principales beneficiarios de una mejora ambiental son los mismos.

Estas alternativas, deben partir de un estudio que aporte información sobre la cantidad de residuos generados, que ayude a crear políticas encaminadas a contribuir a la sostenibilidad del medio ambiente, a través de un manejo adecuado de los residuos de construcción y demolición.

CAPÍTULO 3. Metodología

Para el desarrollo del trabajo, se realizó una investigación previa sobre el sector hotelero en la Rep. Dominicana a través de la búsqueda y recopilación de fuentes documentales relativas al tema (libros, revistas, boletines, artículos, informes, legislaciones, entre otros), que luego fueron clasificadas y discriminadas para dar prioridad a los objetivos trazados.

El resultado de la sistematización de los documentos se refleja en la descripción de los antecedentes y el estado del arte del sector, donde se incluyen todos los factores que beneficiaron el desarrollo del sector hotelero en la Rep. Dominicana; así como también la identificación de las características e impactos ambientales, sociales, económicos e institucionales.

Posteriormente, se realizó un análisis sobre la gestión actual de residuos de construcción y demolición, partiendo de la gestión de residuos urbanos; debido a que se realiza una recolección de residuos no selectiva que incluye residuos de materiales de construcción y demolición.

Como el tema involucra un método cuantitativo para examinar numéricamente datos con respecto a los residuos de construcción y demolición, se escogió como instrumento de medición la herramienta informática de libre acceso *Net Waste Tool (NWT)* de la empresa *WRAP (Waste & Resource Action Programme)* (apartado 6.2), que genera pronósticos de residuos de materiales mediante algoritmos de cálculo que le permiten evaluar los niveles de residuos generados sobre la base de la cantidad o del peso de los mismos, con la finalidad de reducirlos a través de un plan de gestión. La herramienta utiliza las dimensiones de las partidas del presupuesto de la obra, como por ejemplo muros exteriores e interiores, vigas, columnas, pisos, etc; y demanda que se especifiquen los componentes a analizar dentro de la base de datos. Sin embargo, para el estudio de las muestras se necesitó añadir todos los componentes como nuevos, con detalles específicos, debido a la inexistencia de componentes similares dentro de la base de datos.

Para este trabajo se introdujeron las partidas seleccionadas de 2 presupuestos de obras (apartado 6.1), para luego obtener resultados en tablas de datos separados según su tipología de material y unidades, en peso (t), volumen (m³) y coste (€) para cada una de las obras (apartado 6.3.1). Como parte del análisis de los resultados (apartado 6.3) se compararon los datos derivados de los informes, pero como ambas contaban con características y cantidades de materiales diferentes, se homogeneizaron a través de la elección de características similares y comparables entre sí, tales como superficie construida, excavaciones, superficie útil, entre otras.

Finalmente, se procedió a realizar las conclusiones basadas en el conocimiento obtenido durante el proceso de investigación y por la recolección y análisis de los datos que dieron respuesta al trabajo.

En la Fig. 1 se muestra, de forma esquemática, las fases que se han empleado durante la realización del tema.

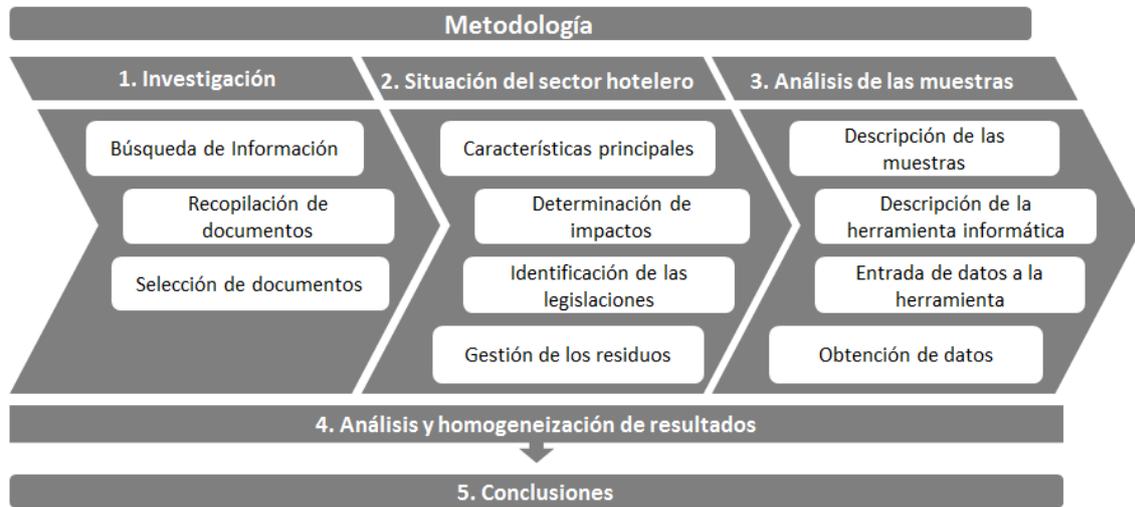


Fig. 1. Esquema del método de trabajo.
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4. Gestión de los residuos de construcción

4.1 Antecedentes

El sector de la construcción en específico, es uno de los ámbitos productivos de nuestra sociedad actual con una gran capacidad de afectación medioambiental (Hendriks & Pietersen, 2000), siendo capaz de requerir y consumir considerables cantidades de materiales vírgenes, mientras que por otra parte es también culpable de la generación de millones de toneladas de residuos (Gómez Soberón, José Manuel Vicente et al., 2012).

La generación de residuos de construcción es un problema mundial y por tal razón, muchos países, preocupados por sus efectos sobre el medio ambiente, han invertido recursos en investigación e implementación de estrategias apropiadas para su gestión y manejo (Costa, 2005). Una gestión de los residuos debe, entre otras cosas, establecer una previsión acertada desde el diseño propio del proyecto, de analizar su adecuada selección óptima de materiales idóneos y sostenibles, de supervisar su correcta selección en su gestación, de definir su adecuado transporte eficiente, y por último, de establecer su correcta evaluación (Batayneh, Marie, & Asi, 2007; Jaillon, Poon, & Chiang, 2009).

La presencia de residuos es un factor común en proyectos de infraestructura. Según la Guía técnica para el manejo de escombros en las obras de construcción de Santafé, Bogotá, los residuos están compuestos por un 20% de hormigón, un 50% de material de albañilería (cerámico, escayolas, etc.), un 10% de asfalto y un 20% de otros elementos como madera. Sin embargo dichas cifras varían si se les vinculan a la tecnología y métodos constructivos de cada país o zona geográfica específica, y por tanto, éstas son difícil de estandarizar si no se realiza previamente estudios específicos de cada caso en particular (Gómez Soberón, José Manuel Vicente et al., 2012).

En el caso de Brasil, por ejemplo, se reporta que la cantidad de desechos en fase de construcción puede llegar a cifras tan altas como del 20% o 30% del peso del material de una obra (Formoso, Franchi, & Soibelman, 1993; Hamassaki & Neto, 1994; T. d. P. Pinto & Agopayan, 1994). En el Gráfico 1 se presentan los datos reportados de los residuos de ejecución de obras en Brasil de varios investigadores (Gómez Soberón, José Manuel Vicente et al., 2012), como se puede apreciar, existe una gran variedad en cuanto a los tipos de residuos que se reportan, llegando algunas de las cifras de ellos a valores extremos inexplicables, como es en los casos de los morteros, del cemento y de la cal, con porcentajes cercanos al 50% del material comprado (en peso) (Gómez Soberón, José Manuel Vicente et al., 2012).

Por otra parte, en el ámbito europeo algunos informes reportan las cantidades de residuos que se generan durante las obras, por ejemplo, un estudio realizado en Holanda indicó que el mayor porcentaje de residuos durante la construcción se centra en los residuos de los aplacados de piedra, en las cimentaciones profundas y en el hormigón (Bossink & Brouwers, 1996) (Gráfico 2). Según las políticas europeas, los escombros son una prioridad en el manejo de todos los residuos que se producen, y por estas razones, sus normas están encaminadas hacia el incremento del reciclaje de escombros producidos por la construcción y la demolición, que en toda la Unión Europea, alcanza hasta un 25% de total de residuos recuperados (FIR, 2011).

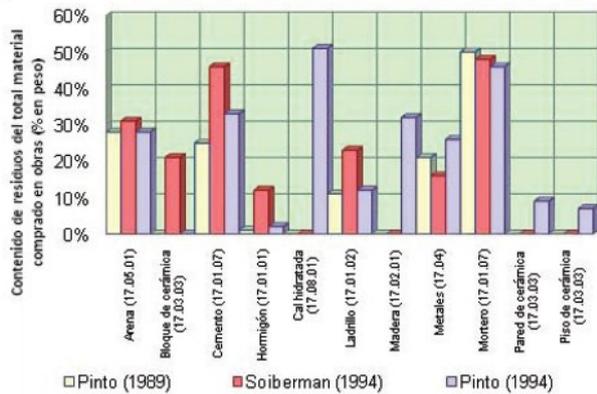


Gráfico 1. Residuos resultantes de la Construcción en Brasil.
Fuente: (Gómez Soberón, José Manuel Vicente et al., 2012; T. d. P. Pinto & Agopayan, 1994; T. P. Pinto, 1989; Soibelman, Formoso, & Franchi, 1994).

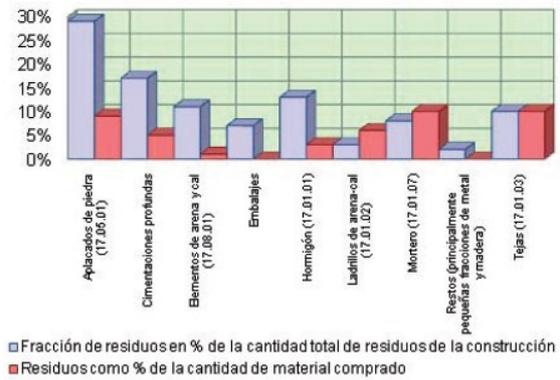


Gráfico 2. Residuos del proceso de construcción en Holanda.
Fuente: (Bossink & Brouwers, 1996; Gómez Soberón, José Manuel Vicente et al., 2012) a partir de datos de (Bossink & Brouwers, 1996).

Por tanto, de los datos presentados anteriores, se evidencia que situaciones diversas, tales como el origen (durante la obra o en demolición), el ámbito internacional (país) o local (región), la tecnología en construcción empleada, el tipo de obras a las que se hace referencia, el procedimiento para el conteo (previsión en fase de diseño o contabilización directa en obra), etc. son todos ellos factores que pueden provocar variaciones en cuanto a la información de los residuos que se generan en la construcción; y por tanto, se demuestra que en este ámbito del conocimiento existe una gran necesidad de afrontar y dar respuesta a todas ellas divergencias o inexactitudes; puesto que de poder ser así, no solo se mejorarían las condiciones económicas de la obra o el proceso de producción en la construcción, sino que permitirían además adoptar las medidas oportunas que fomenten los criterios de sostenibilidad y eviten más afectación medioambiental (Gómez Soberón, José Manuel Vicente et al., 2012).

Según la Agenda 21 para el año 2025 la producción de desechos de construcción va a aumentar hasta cinco veces su cantidad (Mayorga, Lima, Patrícia Verônica Pinheiro Sales, Rios, & Cabral, 2009), por lo que es evidente que la información al respecto de esta situación debe ser investigada y analizada en ámbitos locales, primando como objetivo aquellas que aporten conocimiento y previsión de la generación de los residuos en la construcción (Llatas, 2001; Symonds, 1999).

4.2 Definición de residuo

Un residuo es, todo bien u objeto que se obtiene a la vez que el producto principal, e incluye tanto los que han devenido inaprovechables (desechos), como los que simplemente subsisten después de cualquier tipo de proceso (restos o residuos) . No obstante, si el residuo es abandonado en un vertedero y alguien desea recuperarlo y reconsiderar su valor al reutilizarlo o convertirlo en materia prima para otros procesos, se puede decir que el concepto de residuo dependerá del momento y de la decisión de su poseedor. Cabe preguntarse en este caso ¿Cuándo un elemento se convierte en residuo y cuando deja de serlo?

Según Alfonso Val el residuo es ante todo una realidad social, diferente según sociedades y épocas y representa un valor cultural y social para los individuos que forman o han formado dichas sociedades.

Los residuos de construcción y demolición tal y como su nombre indica, provienen de la construcción y demolición de edificios e infraestructuras; rehabilitación y restauración de edificios y estructuras existentes; construcción de nuevos edificios y estructuras; así como de la producción de materiales de construcción. Este tipo de residuo tiene un gran potencial de reutilización, aunque se deben estudiar todas sus características, el beneficio obtenido es una disminución de escombros y por tanto menor impacto ambiental. En la Tabla 1 se observa el origen de los residuos y las etapas causantes de la generación de los mismos.

Orígenes de residuos	Causas de los residuos de construcción y demolición
Por contrato	- Errores en los documentos y pliegos de condiciones incompletas al inicio de la construcción
Diseño	- Cambios de diseño - Errores en los detalles del diseño - Especificación confusa / no idóneos - Falta de coordinación y comunicación
Obtención	- Errores de pedido - Más asignaciones, dificultades para ordenar pequeñas cantidades - Errores del proveedor
Transporte	- Daños durante el transporte - Dificultades para acceder al lugar de la construcción - Protección y métodos ineficientes durante la descarga
Gestión y planificación	- Falta de planes de gestión de residuos en el lugar - Planificación y supervisión inadecuada de las cantidades requeridas - Falta de control de los materiales en el lugar
Almacenamiento del material	- Espacio inadecuado de almacenamiento de materiales que lleva a daño o deterioro - Materiales almacenados lejos del punto de aplicación
Manejo de materiales	- Suministrados de materiales en forma suelta (sin empaquetar)
Funcionamiento de la zona de construcción	- Materiales y productos no utilizados - Mal funcionamiento del equipo - Pobre mano de obra - Uso de materiales equivocados - Presión del tiempo - Ética de trabajo pobres
Residual	- Residuos de los procesos de aplicación (ej. Exceso de mortero) - Restos resultantes de materiales cortados - Residuos de corte de formas no económicas - Embalaje

Tabla 1. Orígenes y causas de los residuos de la construcción.

Fuente: (Osmani, Glass, & Price, 2008).

4.2.1 Clasificación

Según Cárcamo Meola & Camargo, 2009, dentro de las clasificaciones de residuos se pueden encontrar las siguientes:

1. Según su naturaleza se clasifican en:

Residuos Inertes: Son aquellos que no presentan ningún riesgo de contaminación de las aguas, de los suelos y del aire que, en general, se podrían asimilar a los materiales pétreos.

Además, el Real Decreto Español 1481/2001 los define como: “aquellos residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas

significativas. Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana”.

Residuos no peligrosos o no especiales: Son los que por su naturaleza pueden ser tratados o almacenados en las mismas instalaciones que los residuos domésticos. La característica de no-peligrosos es la que define sus posibilidades de reciclaje, de hecho se reciclan en instalaciones industriales juntamente con otros residuos.

Residuos especiales: Son aquellos formados por materiales que tienen determinadas características perjudiciales para la salud o el medio ambiente.

2. Según su fuente de generación y origen se clasifican en:

Materiales de limpieza de terrenos: Formados por ramas, árboles y capa vegetal en general.

Materiales de excavación: Estos residuos son producto de los trabajos de excavación, y en general, se generan previos a la construcción; su composición suele ser menos variable que la de los dos grupos anteriores, contando con menos posibles materiales en su constitución y generalmente con naturaleza pétreo (arcillas, arenas, piedras, hormigones y obra de fábrica de los cimientos de edificaciones existentes) (Gómez Soberón, José Manuel Vicente et al., 2012).

Residuos resultantes de construcción nueva, de ampliación o reparación (obra menor): Son los que se originan en el proceso de ejecución material de los trabajos de construcción, tanto de nueva planta como de rehabilitación o de reparación. El origen de estos residuos es diverso, entre los cuales, se puede señalar a los que provienen de la propia acción de construir, a los que son originados por los materiales sobrantes (hormigones, morteros, cerámicas, etc., también llamados mermas), y a los que provienen de los embalajes de los productos que llegan a las obras (madera, papel, plásticos, etc.), cuyas características de forma y de tipo de material son variadas (Gómez Soberón, José Manuel Vicente et al., 2012).

Residuos de derribo: Son los materiales y productos de construcción que se originan como resultado de las operaciones de desmontaje, desmantelamiento y derribo de edificios y de instalaciones; dentro de este apartado, también se consideran a los residuos parciales originados por los trabajos de reparación o de rehabilitación, que de forma conjunta con los residuos de derribo son los que reportan mayor volumen y peso total de los residuos generados por la actividad constructora.

Residuos de obras de infraestructura vial: Compuestos por trozos de losas de hormigón de la construcción de caminos, residuos de asfalto y trituraciones del pavimento asfáltico, puentes, renovación de materiales, etc.

4.2.2 Composición y características

La composición de los RC&D varía ampliamente de lugar a lugar y por estación del año. La composición de estos desechos también es afectada por la economía del país y de la región donde se generan, así como por el tipo de proyectos de construcción. El hormigón o concreto procedente de la demolición de edificios y otras estructuras, y los desechos generados por la construcción y reparación de caminos o vías de circulación constituyen las mayores porciones de los RC&D. Los desechos de madera conforman del 20-40% de los RC&D y pueden incluir madera impregnada con pinturas o compuestos químicos. La cantidad de metales que se encuentran en los RC&D puede variar entre 4-7%. El papel y los

otros materiales comprenden el resto de los residuos de C&D (Díaz, L. F. Savage, G. M. y Ortellado, J. M., 1998).

Debido a la gran variación en la composición de los desechos de C&D, estos por un lado son difíciles de manipular y son relativamente costosos de transportar, pero por otro lado, son potencialmente ricos en materiales que tienen alto valor comercial; dicho valor es proporcional al de los materiales vírgenes. Por lo tanto, los residuos de C&D están entre los primeros por identificar para procesar y reciclar (Díaz, L. F. Savage, G. M. y Ortellado, J. M., 1998).

Con la posible excepción de la madera, los materiales que se recuperan de los proyectos de demolición se utilizan para la producción de materiales nuevos de construcción. Algunos de los usos importantes de los materiales recuperados de los residuos de C&D incluyen la producción de acero, combustibles sólidos, compost, agregado y asfalto reciclado. Obviamente, los mercados para los materiales recuperados son más seguros cuando la industria de la construcción está económicamente fuerte (Díaz, L. F. Savage, G. M. y Ortellado, J. M., 1998).

4.3 Opciones de manejo de RCD

El problema ambiental que plantean los Residuos de Construcción y Demolición se deriva no solo del creciente volumen de su generación, sino de su tratamiento, que todavía hoy es insatisfactorio en la mayor parte de los casos. La insuficiente prevención de la producción de residuos en origen se une al escaso reciclado de los que se generan (Bertrand, 2009). Es por ello que se deben plantear estrategias que vinculen la disminución del volumen de escombros con el tratamiento de los materiales recuperables de la obra. En la Fig. 2 se observan 3 caminos de gestión de los residuos de construcción, donde se denota que cuando hay mayor gestión de los materiales, es menor la cantidad de residuos transferidos al descarte final.

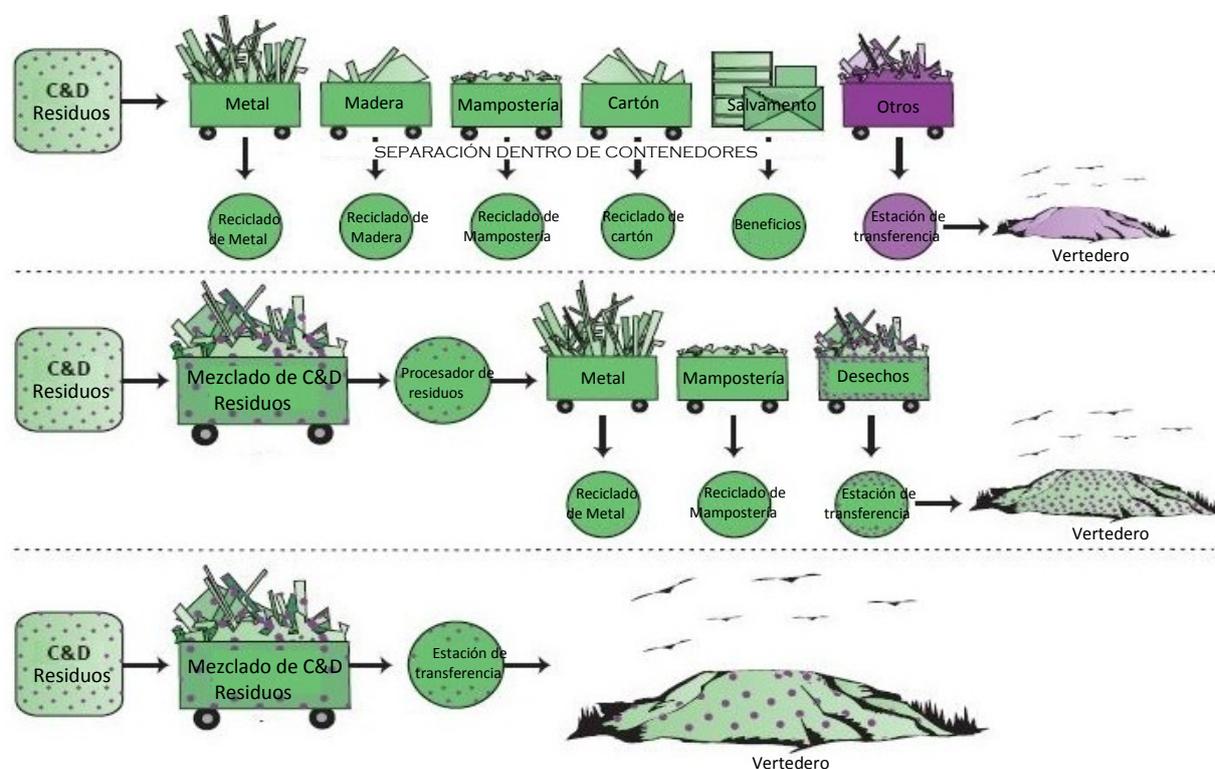


Fig. 2. Tres caminos de los residuos de construcción y demolición.
Fuente: (Samton LLP & City Green Inc., 2003)

Según Díaz, L. F. Savage, G. M. y Ortellado, J. M., 1998, las opciones para el manejo de los residuos de C&D se pueden clasificar en las categorías siguientes: a) reciclaje y reuso, b) disminución de los residuos de C&D en la fuente de su producción y c) descarte final. A continuación se presentan breves descripciones de cada una de estas opciones.

A. Reciclaje y reuso

En el caso de los residuos de C&D que se reprocessan por métodos mecánicos, generalmente las etapas y los equipos utilizados son similares. La operación inicial podría ser una simple segregación manual en el sitio de construcción o de demolición. Algunos de los materiales como los metales, el hormigón y la madera se pueden segregar para su venta, su reutilización o su descarte final separado del resto de los materiales.

La organización de los procesos desempeña tareas específicas (ej. Segregación y trituración entre otros) y se basa en un buen entendimiento de las características de los residuos que se van a procesar. Debido a que varios sistemas utilizan equipos móviles, la selección inicial de los sistemas de alimentación, descarga y reciclaje puede ser modificada a medida que cambian las características de los materiales a ser procesados.

Los sistemas para procesar los residuos de C&D se puede realizar en la misma obra (Fig. 3 y Fig. 4) o fuera de la misma (Fig. 5) (ej. en una planta central) y a través de un procesamiento mecánico o manual. Por ejemplo, en el caso del mecánico se puede incorporar varios tipos de cernidoras o tamiz (trómel, vibradoras, cernidora a disco y otras) para sacar las rocas y la tierra del resto de los materiales. Después del proceso, una cantidad relativamente considerable permanece como residuo que necesita algún tipo de descarte final.

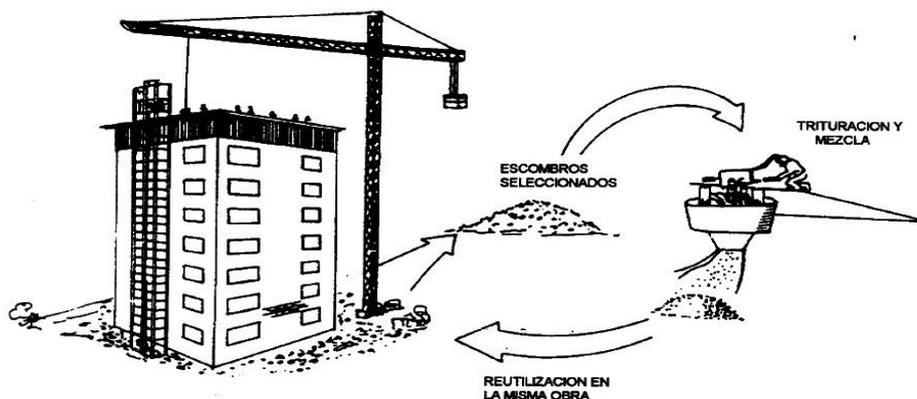


Fig. 3. Reciclaje "in situ" de los escombros de una construcción.

Fuente: (CEMPRE, Compromiso Empresarial para el Reciclaje, 1998).

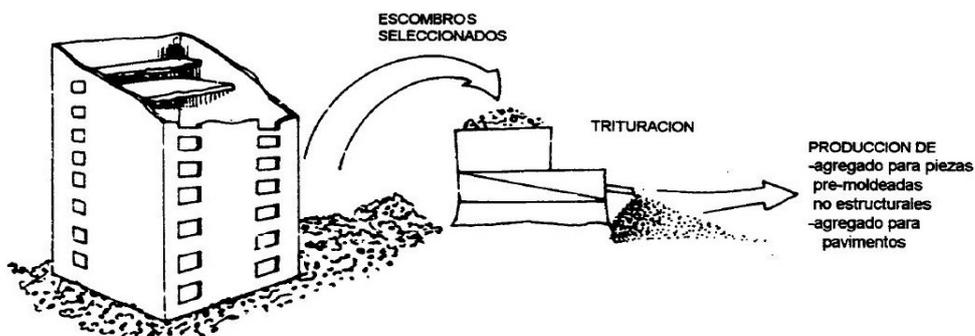


Fig. 4. Reciclaje "in situ" de los escombros procedentes de una demolición.

Fuente: (CEMPRE, Compromiso Empresarial para el Reciclaje, 1998).

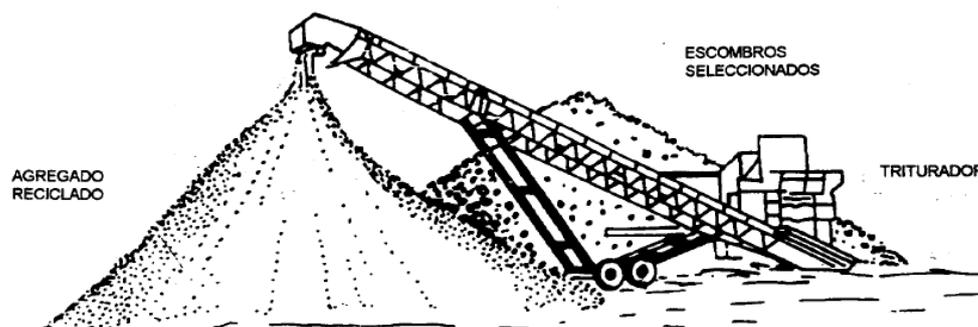


Fig. 5. Reciclaje de escombros en un lugar distante a la obra.
Fuente: (CEMPRE, Compromiso Empresarial para el Reciclaje, 1998).

Uno de los factores más importantes que limitan el reuso o el reciclaje de los residuos de C&D es la importancia de que ciertos materiales tengan un rendimiento predecible (ej. el hormigón). Los ingenieros no pueden correr el riesgo de utilizar materiales de construcción que no se adecuen a las especificaciones mínimas exigidas para la seguridad de la obra.

Otra limitación importante es que los materiales no son uniformes. Esta situación es el resultado de la procedencia de los materiales de una mezcla de residuos de fuentes diferentes, los cuales contienen materiales distintos en varias proporciones. La falta de confiabilidad del suministro contribuye también al menor uso de materiales reciclados, y, por lo tanto, conspira contra la reducción de la generación de residuos de C&D.

En contraposición los beneficios del reciclaje de residuos es el aumento de la vida útil de los rellenos sanitarios, la reducción o eliminación de vertidos ilegales, se apacigua la carga de los vertederos tradicionales y ecológicamente se beneficia el entorno, ya que se impide la degradación de recursos naturales no renovables con el uso de escombros como material sustitutivo de agregados (UNIDO, United Nations Industrial Development Organization., 2007).

B. Disminución residuos de C&D en la fuente de producción

La disminución de residuos de C&D en su fuente de producción está íntimamente asociada al sistema y a los materiales de construcción; ambos pueden ser contemplados por medio de normas que los regulen, de modo a evitar la generación de ese tipo de residuos. La generación de residuos puede disminuir por medio del desarrollo de especificaciones técnicas que permitan el uso de materiales secundarios, siempre y cuando no se comprometa la seguridad ni la vida útil de la obra.

C. Descarte final

Generalmente, estos desechos se pueden descartar en rellenos sanitarios, ya que, debido a su composición, muchas veces son inadecuados para otras opciones de tratamiento o descarte final, como el compostaje o la incineración.

Debido a las características de los residuos de C&D, su transporte es costoso, consume bastante combustible, y obviamente genera emisiones que contaminan la atmósfera. Generalmente, los costes de manipulación, transportes y tratamiento o descarte final de los residuos durante un proyecto de construcción o de demolición representan un monto bastante elevado en el presupuesto del proyecto y es muy posible que estos costes continúen incrementándose.

En ciertos casos, los rellenos tienen permiso para descartar residuos de C&D debido a que estos materiales son inertes y hay bajo riesgo de contaminar las fuentes de agua

subterráneas. Esta actitud podría cambiar, debido a que los estudios realizados sobre la cantidad y la calidad de los lixiviados generados en los rellenos sanitarios que sólo aceptan residuos de C&D indican que los lixiviados podrían, potencialmente, contaminar los cuerpos de agua.

El tratamiento y el reciclaje de los residuos de C&D, especialmente los agregados, la grava y el arena, reducen la necesidad de explotar canteras y extraer minerales. Ambos procesos de explotación producen sus propios impactos ambientales.

Por un lado, un gran porcentaje de los operadores de rellenos sanitarios usan materiales inertes para la construcción de caminos dentro del relleno, la construcción de muros de contención de las celdas y para la cobertura final del relleno. En ciertos casos, las empresas que generan los residuos se benefician de los acuerdos de vertido gratuito o de vertido a bajo costo, debido al valor que los residuos representan para el operador del relleno. Por supuesto, no todos los residuos de C&D se usan de forma provechosa en la operación de los rellenos sanitarios.

Dentro del manejo de residuos de C&D se encuentran varios factores que impactan la factibilidad del procesamiento y reciclaje. Algunos de los más importantes que incluye Díaz, L. F. Savage, G. M. y Ortellado, J. M. son:

... La legislación. El nivel y tipo de manejo de los residuos sólidos en general depende de las reglas vigentes en el país y del nivel de cumplimiento de los mismos. Esta situación es especialmente importante en los países en vía de desarrollo.

... Los mercados para los materiales reciclados. La exigencia de mercados accesibles a los procesadores de residuos de C&D es importante para el desarrollo y el crecimiento de este sector. También es importante que los mercados reconozcan la calidad de los materiales recuperados de tal manera que los precios sean competitivos con los materiales vírgenes.

... El coste de las alternativas para el manejo de los residuos. El coste de las alternativa y los costes de descarte final adquieren importancia en la factibilidad de aplicar procesos de reciclaje de residuos de C&D. La tendencia, como en regiones de los Estados Unidos, ha sido que cuando el coste de las alternativas disponibles para el descarte en rellenos sanitarios aumenta, se incrementan los sistemas para procesar los residuos. En varios lugares, especialmente en las grandes áreas metropolitanas de los países en vía de desarrollo, la generación de residuos es, aparentemente, bastante elevada.

... El coste de las instalaciones. Generalmente sólo se implementan los procesos que son competitivos en términos de inversión de capital y coste de explotación y mantenimiento. Los costes son estimaciones basadas en desafíos adecuados a las condiciones.

4.4 Porcentajes relacionados con la gestión de residuos

Como se ha mencionado anteriormente la cantidad de residuos de construcción generados en la obra varía de forma importante dependiendo del tipo de actividad que los origina y del ámbito de la misma; sumado a ello el tipo de estrategia de manejo de residuos, se presentarán diferentes porcentajes de reciclaje. Por tanto en dicho apartado se presentan 2 casos, situados en la misma localidad, pero con diferentes características y estrategias en cuanto a la gestión y manejo de residuos; no obstante, el valor obtenido de tasa de reciclaje es semejante.

Caso 1- *Four Times Square, New York, NY*, es por ejemplo una torre de oficinas de 48 pisos y 150,000m². El edificio fue diseñado para hacer frente a los problemas ambientales de construcción, tales como la eficiencia energética y la calidad del aire interior. Antes de

empezar la construcción era necesaria la demolición de 42,968m² por lo que los contratistas del proyecto decidieron utilizar de manera eficiente los recursos a través de la recuperación de C&D.

Antes de la demolición se recuperaron 110 toneladas de vigas de madera y elementos arquitectónicos. Luego durante la fase de demolición, coordinadores del proyecto trabajaron en estrecha colaboración con el contratista para realizar informes sobre datos de tonelaje y las tasas de reciclaje.

Debido a las limitaciones del sitio, la separación en el lugar no se practicó; en cambio, los materiales se retiraron por medio de un procesador mixto de residuos de C&D. Según el consultor ambiental al respecto del proyecto, se logró una tasa de reciclaje de 58% (peso). La siguiente tabla muestra los datos para el proyecto.

Fase del Proyecto	Residuos generados	Residuos depositados	Materiales desviados
Construcción	27,027 ton	11,097 ton	15,930 ton
Demolición	3,287 ton	1,383 ton	1,904 ton
Totales	30,314 ton	12,480 ton	17,834 ton

Tabla 2. Datos de los residuos generados, depositados y desviados en el caso de 4 Times Square.
Fuente: (Samton LLP & City Green Inc., 2003).

Los materiales desviados durante la demolición fueron chatarra, ladrillo, hormigón y los desechos, y durante la construcción, chatarra, cartón, madera, tierra y rocas. Dentro de los materiales recuperados antes de la demolición se incluyen madera, piedra ornamental puertas de trabajo, oficina, cobre y esquinas faciales. El consultor ambiental en el proyecto también ayudó al contratista a anticipar y reducir los residuos de envases durante la construcción. Los ahorros de los esfuerzos de reciclaje y reutilización se calcularon en \$895,000 (Samton LLP & City Green Inc., 2003).

El caso 2, es el Departamento de Medio Ambiente del Estado de Nueva York Naturaleza (NYS DEC) edificio de la Sede, que cuenta con 15 pisos y 43,757 m²; diseñado para albergar a 1,900 personas utilizando principios de diseño sostenible. El proyecto consistió en la excavación y la construcción, no había demolición o renovación. Según Michael Phinney, diseñador jefe del proyecto y arquitecto del mismo, el proyecto logró una tasa de reciclaje de 50% (en peso) durante la construcción, que no incluye rellenos limpios generados durante la excavación, si se hubieran incluido datos de relleno limpio, se estima que la tasa de reciclaje hubiera sido superior a 75%.

Los datos de tonelaje fueron rastreados, pero ciertos registros se perdieron por el encargado de la construcción; por lo tanto, los números reales no estaban disponibles. No obstante se puede afirmar que tres categorías de tonelaje fueron rastreados: 1) materiales enviados a los vertederos, 2) materiales enviados a un centro de reciclaje; y 3) materiales reutilizados. Las materias primas recuperadas fueron: paletas de madera, placa de yeso, metal, película de plástico y espuma de poliestireno.

Además, se descubrieron 200 toneladas de bloques de pavimento de granito durante la excavación, los cuales se almacenaron para su posterior reutilización. El arquitecto del proyecto desarrolló un plan de gestión de residuos que implicó el uso de designados contenedores enrollables (*roll-off*) para la separación "*in situ*" y la recolección de materiales reciclables.

Otros buenos ejemplos de prácticas de gestión de Residuos C&D se ven en Alemania, donde las operaciones de ingeniería estructural han sido casi totalmente reutilizada para la construcción civil de proyectos. En Alemania, la eliminación de residuos de C&D en vertederos (32% en 1990, 15% en 1996) fue prácticamente prohibida en el 2002 con el

fomento de instrumentos legislativos de reutilización y tratamiento adecuado; de forma legislativa similar se observa en Japón la Ley de Reciclaje de Materiales de Construcción del 2000. Además, Austria reporta 76% de reciclaje de residuos de C&D, mientras que Dinamarca informa de un promedio del 90% de reciclaje de todos los residuos desde 1994, con tasas menores de generación de residuos comparados con otros países de la UE .

4.5 Herramientas informáticas para la gestión de residuos

Las herramientas informáticas que en la actualidad elaboran un estudio de gestión de residuos en el campo de la construcción, lo obtienen basándose en la superficie total de la obra y del presupuesto elaborado de la misma. El objetivo de las herramientas es cuantificar y determinar los tipos de residuos de la obra para establecer estrategias de reducción y tratamiento.

Dentro de las herramientas que se pueden utilizar para dicho fin se encuentran las siguientes:

... *Labwaste.12*, creado por Joan Esteban Altabella, alumno del Máster en Eficiencia Energética y Sostenibilidad en Instalaciones Industriales y Edificación de la *Universitat Jaume I de Castelló*. Es una herramienta de cálculo para el diseño de vertederos de residuos sólidos con valorización de residuos inertes, con la finalidad de determinar la viabilidad técnica y económica del uso de los residuos de la construcción y demolición en el diseño, explotación y clausura de los vertederos y conseguir una gestión responsable de los ya existentes. Recoge más de 200 parámetros y variables que hay que tener en cuenta a la hora de planificar un vertedero y puede ser aplicada tanto en el ámbito didáctico (en asignaturas relacionadas con esta materia) como en el ámbito profesional para el diseño, explotación o clausura de estas instalaciones.

... *EEH-AURREZTEN*, creado por la sociedad pública Ihobe, perteneciente al Departamento de Medio Ambiente del Gobierno Vasco. Es una herramienta Excel que asiste tanto a los productores como a los poseedores de residuos de C&D, como a los ayuntamientos en la cumplimentación y verificación en su caso de los Estudios de Gestión de Residuos (EGR), el Plan de Gestión de Residuos (PGR), así como el Informe Final de Gestión (IFG), permitiendo una perfecta trazabilidad entre esos documentos para cada obra considerada.

... Módulo de estudio de gestión de residuos de *CYPE*, con el que los Predimensionadores de mediciones y presupuestos, los Generadores de presupuestos y Arquímedes pueden realizar automáticamente el estudio de gestión de residuos de una obra teniendo en cuenta todas las peculiaridades que posee cada una de sus unidades de obra. Dicho estudio se elabora teniendo en cuenta el Real Decreto Español 105/2008 de 1 de febrero y con el contenido dispuesto en su Artículo 4 "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición", desarrollando los siguientes puntos:

- Agentes intervinientes en la gestión de los residuos de C&D.
- Normativa y legislación aplicable. Identificación de los residuos C&D generados en la obra, codificados según la orden MAM/304/2002.
- Estimación de la cantidad generada en volumen y peso. Medidas para la prevención de los residuos en la obra.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos. Medidas para la separación de los residuos en obra.
- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos.
- Valoración del coste previsto de la gestión de los RCD.

- Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos.

... *TCQ2000*, un *software* para la construcción, formado por un conjunto de aplicaciones informáticas para dar soporte a las actividades de redacción, contratación, planificación y control de proyectos y obras. Es una metodología para la definición y seguimiento de los valores de los parámetros de tiempo, coste, calidad, y la formulación de la seguridad, la generación de residuos y el coste energético de los materiales.

Uno de los beneficios del mismo es que gestiona conjuntamente y de forma integrada los datos técnicos, económicos y temporales que intervienen en el ciclo de la obra por medio de diferentes módulos de aplicación, que también pueden usarse de forma independiente. Además, permite la creación y el mantenimiento de bancos de referencia (precios y pliegos de la obra) y de los bancos de presupuesto. Dentro de los módulos del programa encontramos los siguientes; módulo 1: Presupuestos y condiciones técnicas, módulo 2: Planificación temporal, módulo 3: Seguimiento económico, módulo 4: Licitación y comparación de ofertas, módulo 5: Gestión de control de calidad, módulo 6: Estudios y planes de seguridad y salud, módulo 7: Gestión medioambiental, módulo 8: Gestión de control de costes.

... *Net Waste Tool*, creado por una empresa sin fines de lucro llamada *Waste & Resources Action Programme*. Esta herramienta, gratuita, calcula la posible producción de residuos en los proyectos de construcción, muestra cómo se puede mejorar el contenido reciclado y evalúa una serie de diferentes tipos de proyectos, incluyendo nuevas construcciones (viviendas, comercios, oficinas, educación, salud y proyectos a medida), reformas y proyectos de infraestructura. Para ello se necesita introducir la información básica del proyecto y que se establezcan requisitos para los residuos y materiales reciclados. El diseño de la herramienta combina las dos funciones claves de análisis de contenido reciclado (en materiales) y el análisis de los residuos (materiales fuera).

Este trabajo de investigación utilizará esta metodología de cuantificación, mejor detallada en el apartado 6.2, por sus capacidades de hacer una gestión eficiente de los materiales y por la exactitud en la previsión de los residuos.

CAPÍTULO 5. Situación » Sector Hotelero Rep. Dominicana

5.1 Antecedentes

En términos generales, el turismo se puede entender como el conjunto de actividades de las personas que viajan y permanecen en lugares distintos de su entorno habitual de vida y trabajo, con una duración no superior a un año y por motivos de descanso, negocios u otras actividades no remuneradas en el lugar que se visita (Organización Mundial del Turismo, OMT, 2001a). Los agentes de toda actividad turística son básicamente tres: los actores o unidades básicas, es decir, los visitantes; los elementos geográficos que generan los flujos turísticos y el mercado turístico (Carcuro, 2008).

Es una industria que, después del tráfico de armas, es el mayor negocio a escala internacional, por encima de la industria automovilística o petrolera, siendo responsable del 11% del Producto Interno Bruto (PIB) mundial. En la actualidad, en 11 de los 12 países en los que se localiza el 80% de la población más pobre del mundo la actividad turística se ha convertido en su principal fuente de riqueza (Gómez, 2007), por tanto, presenta mayores índices de crecimiento en países pobres que en los países ricos.

La República Dominicana, como país en vía de desarrollo ha apostado por el turismo, aprovechando el activo nacional (sol y playa) como actividad económica, convirtiéndose en un sector clave que genera empleos, con lo cual permite que amplios sectores de la fuerza laboral del país logren los ingresos requeridos para el sostén de sus dependientes; es el principal generador de divisas al Estado y con ello da aportes significativos para cubrir el presupuesto nacional y destinar parte de los ingresos a proyectos de desarrollo (Troncoso Morales,). Según el Diario turístico del Caribe y Latinoamérica Arecoa¹ el conjunto de producción turística dominicana representa un 16.7% del PIB, con una cuantificación en términos absolutos superior a US\$7,400 millones.

En las Tabla 3 y Tabla 4 se observa los ingresos generados por el sector turístico y el porcentaje que representa en el PIB del país.

Año	Visitantes	Divisas generales ⁴⁸ (millones de dólares)
1997	2.211.394	2.099,4
1998	2.309.139	2.153,1
1999	2.649.418	2.524,0
2000	2977.552	2.860,2
2001	2.881.999	2.798,2
2002	2.811.017	2.730,4
2003	3.282.138	3.127,9
2004	3.450.392	3.151,6

Tabla 3. Ingresos en divisas de Rep. Dominicana.
Fuente: Banco Central de la RD.

Año	Participación PIB (Pesos Corrientes)
2002	8.18%
2003	12.42%
2004	13.36%
2005	11.59%
2006	11.64%
2007	10.68%
2008	10.14%
2009	9.47%

Tabla 4. Participación del turismo en el PIB por años.
Fuente: (Portoreal & Morales, 2011) a partir de datos del BCRD, 2010.

¹ Artículo sobre *Los aportes del turismo al PIB de los países latinoamericanos* por Doris Mármol, publicado el 17 de Mayo del 2013.

Además, este sector ha contribuido a la descentralización geográfica del crecimiento económico, diversificando las actividades y las ocupaciones. También ha impulsado la actividad agrícola, artesanal y de otros servicios colaterales y por último ha logrado internacionalizar el país, exportando la cultura y los valores dominicanos, al tiempo que ha puesto en contacto a la población con el mundo (Ceara-Hatton, 2005).

No obstante, cabe indicar que el aporte del turismo a la actividad económica no se limita a la generación directa de valor agregado, sino que, en la medida en que haya encadenamientos productivos dentro del sector, éste contribuye a la producción en los sectores vinculados. Tales son los casos de la actividad agropecuaria y de transporte de pasajeros. En el caso de la agricultura, se reconoce un importante vínculo en la medida en que esta actividad suministra la mayor parte de los insumos de alimentos frescos a los hoteles del país. De hecho, se ha argumentado que la demanda del turismo ha promovido la modernización y tecnificación de algunos cultivos en el país (Contreras, 2011).

5.1.1 Legislación y modelo de desarrollo del turístico

Aunque los antecedentes del desarrollo turístico se remontan a los años cincuenta y sesenta, no fue hasta la promulgación de la Ley 153-7187 sobre Promoción e Incentivo al Desarrollo Turístico que se observó una intención marcada del Estado en promover el desarrollo de la actividad, es por ello que se deben de destacar todas las políticas que condicionaron el modelo de desarrollo turístico.

En este contexto cabe destacar que cuando se analiza el interés de las leyes y políticas turísticas se pueden encontrar los siguientes propósitos:

- ... Aspectos impositivos, que permitan la recaudación.
- ... Emitir licencias, que tienen además de estar dentro del marco de regulación de la actividad económica bajo un prisma impositivo.
- ... Crear las instituciones estatales que rigen las actividades turísticas.
- ... Regulación de las actividades de inversión en el área del turismo, y el otorgamiento de incentivos.
- ... Limitación de los mercados de tierras.

Por otro lado el modelo de desarrollo turístico puede verse desde una perspectiva legal que se relaciona con dos períodos: uno en el que las inversiones estatales y el desarrollo se deja en manos del gobierno para la gestión de recursos, expropiación de la tierra y repartición de beneficios a diferentes actores locales, y otro en el que el fundamento es la apertura a los capitales extranjeros, y se corresponde con el neoliberalismo (Portoreal & Morales, 2011).

En la Tabla 5 se muestra que a mediados de los 60's hasta finales de los 80's se utilizaba el modelo de desarrollo de corte Keynesiano concentrado en la inversión estatal para la construcción de las infraestructuras y la gestión de los primeros créditos que se otorgaron para el desarrollo de los proyectos turísticos. Un ejemplo de ello es la ampliación de las infraestructuras existentes y la construcción de carreteras, aeropuertos, saneamiento urbano y alcantarillado y, el desarrollo de redes de abastecimientos de servicios públicos de energía eléctrica y agua potable (Portoreal & Morales, 2011).

Año	Principales leyes, decretos y resoluciones	Contexto político y socioeconómico de la década
1964	Ley 351, otorgamiento de licencias para instalación de salas de juego y casinos	Se pone fin a la tiranía de Trujillo durante la década de los 60's. Reemplazado por Juan Bosch (1963), primer gobierno democrático.
1966	Ley 121, crea las Comisiones de Turismo a nivel nacional y provincial	

Año	Principales leyes, decretos y resoluciones	Contexto político y socioeconómico de la década
1968	Decreto 2538, declara de "interés nacional el desarrollo de la industria turística en RD"	Se destituye a Juan Bosch y el Dr. Joaquín Balaguer accede la presidencia.
1969	Ley Orgánica de Turismo 541, se crean lineamientos para el desarrollo del turismo, se crea la Dirección Nacional de Turismo para regular y supervisar el sector.	Se inicia el éxodo rural-urbano, con un crecimiento en las ciudades. Se inicia el fortalecimiento del modelo de Sustitución de importaciones.
1969	Ley 405, que modifica la Ley 351; establece impuesto de 20% sobre los beneficios anuales de los casinos.	
1971	Ley 153, sobre la Promoción e incentivo al Desarrollo Turístico.	El Partido Revolucionario Dominicano accede al poder. Se acentúa el proceso migratorio rural-urbano. La ciudad de Santo Domingo se consolida como la metrópolis del país. A través de diversos organismos del Estado se canalizan una serie de préstamos para dinamizar la economía, en áreas como: agricultura, industria y turismo.
1978	El Decreto 3326 señala que las apuestas realizadas en los casinos deben hacerse y liquidarse en dólares.	
1979	Ley 84, que crea la Secretaria de Estado de Turismo y modifica en cuanto fuera necesario la Ley 541	
1987	Decreto 226, asigna el control y supervisión a la Secretaria de Estado de Turismo	En la década de los ochenta empieza la implementación de las políticas neoliberales, y entra en crisis la economía azucarera. Se firma el primer acuerdo con el Fondo Monetario Internacional. Continúa el desarrollo de algunos polos regionales vinculados con el turismo.
1995	Ley 16-95 sobre Inversión Extranjera, que eliminó todas las restricciones a la inversión extranjera.	En los noventa se intensifican las políticas neoliberales, produciéndose las principales legislaciones que inician los mercados dominicanos y se privatizan las restantes empresas estatales. La economía se reconvierte en una economía de servicios, y el turismo junto a las remesas se transforma en los principales generadores de divisas del país.
1996	Decreto 212-96 creó un fondo mixto para financiar las campañas de promoción turística, administrado por la Secretaría de Estado de Turismo.	
1997	Ley 141-97, sobre Reforma de la Empresa Pública que dispone la privatización parcial de estos hoteles.	
2001	Ley 158-01, de Fomento Turístico, concede incentivos fiscales en favor de las personas o empresas que realicen actividades turísticas en diversas zonas del país.	Durante la década República Dominicana enfrenta la principal crisis financiera, con la quiebra de varias instituciones financieras. En este contexto, la moneda se devalúa nuevamente y continúa la tendencia al endeudamiento externo como fuente de capitales.
2004	Ley No. 202-04, Ley Sectorial de Áreas Protegidas.	Los diversos polos regionales relacionados al turismo continúan su patrón de crecimiento y se acentúa la presión por los terrenos de vocación turística. Las áreas protegidas aparecen como zonas de interés, lo cual genera diversos movimientos de ámbito socio-ambiental.

Tabla 5. Leyes y resoluciones vinculadas con el turismo y su contexto político y socioeconómico.

Fuente: (Portoreal & Morales, 2011) a partir de datos del Banco Central de Rep. Dominicana.

Un paso importante fue la promulgación de la Ley 153-71 de Promoción e Incentivo al Desarrollo Turístico. En su primer artículo establecía que el proceso de desarrollo turístico debía ser acelerado y racionalizado; además de promover una serie de proyectos con vocación para ser beneficiarios de la Ley como son: la construcción de hoteles, moteles, condominios, aparta-hoteles, entre otros.

También en 1971 fue creado el Departamento para el Desarrollo de la Infraestructura Turística (INFRATUR) con la doble finalidad de promover el desarrollo de proyectos y, a su vez, de financiarlos con recursos del Banco Mundial, pero la mayor parte de sus recursos se destinaron al desarrollo de la Costa Norte o Costa de Ámbar.

Bajo este esquema, el polo turístico de Puerto Plata fue el primer modelo de industria turística del país, donde se inicia el control de la tierra y de los recursos naturales costeros por parte del Estado para luego cederlos a grupos nacionales y al capital extranjero. Simultáneamente, el gobierno empezó a definir las áreas o polos turísticos del país, siendo el primero Puerto Plata (1972), luego Santo Domingo (1973) y Jarabacoa-Constanza (1977), seguidos de Barahona-Pedernales (1985), Punta Cana-Bávaro (1986), Monte Cristi (1993), Samaná (1994), Peravia (1995), Nagua-Cabrera (1995), y Azua (1999). En este momento no existía un marco jurídico efectivo para proteger los recursos costeros y mucho menos frenar las disposiciones del gobierno sobre política de desarrollo.

La inversión extranjera en la actividad turística llegó con la decisión de la compañía *Central Romana/Gulf & Western* de construir Casa de Campo en 1973, iniciándose el desarrollo de la Costa Sur. En 1974 esta compañía abrió el Hotel Santo Domingo para complementar su oferta de playa y golf en La Romana (Ceara-Hatton, 2005).

En esos años llegó al país la empresa *Jack Tar Village*, de Dallas (Texas) para la operación del primer hotel de Playa Dorada, coincidiendo con la inauguración del Aeropuerto Internacional de Puerto Plata, parte de la millonaria infraestructura con que había sido dotada la Costa Norte. Una filial de *Jack Tar, Adventure Tours*, trajo los primeros vuelos charter² al país, dando inicio al nuevo esquema de venta de paquetes turísticos con “todo incluido”³ (Ceara-Hatton, 2005).

La Costa Este inició su lanzamiento con la apertura del Club Méditerranée en noviembre de 1981 en la playa de Punta Cana. El Club Med, como también se le conoce, se ubicó en un destino donde no había infraestructura de aeropuerto ni carreteras con la condición de acceder.

Desde finales de los años ochenta empiezan a producirse cambios sustanciales en el modelo turístico que tras una década se amparó en la ley de fomento industrial, convirtiéndose en un modelo de corte Neoliberal. En el año 1984 inicia sus operaciones el aeropuerto de Punta Cana, y en el 1986 se crea la zona turística Punta Cana/Macao.

Pero el empuje más importante, lo proporcionó la apertura de la economía dominicana con la Ley No. 16-95 sobre Inversión Extranjera, donde se eliminó gran parte de las restricciones a la inversión foránea y marcó el inicio de importantes reformas que culminaron con el proceso de expansión del sector. Una lectura de los datos de inversión extranjera, en el Gráfico 3, puede dar una idea sobre la manera en que con esta ley el subsector de turismo incrementa su participación en la inversión total de forma sostenida.

² Aquél que no se comercializa por los canales habituales de venta.

³ Modalidad de viaje de “servicios integrados” en la que se incluye el pasaje aéreo, transfer in/out, alojamiento, la alimentación las bebidas dentro del alojamiento turístico, además de otros servicios

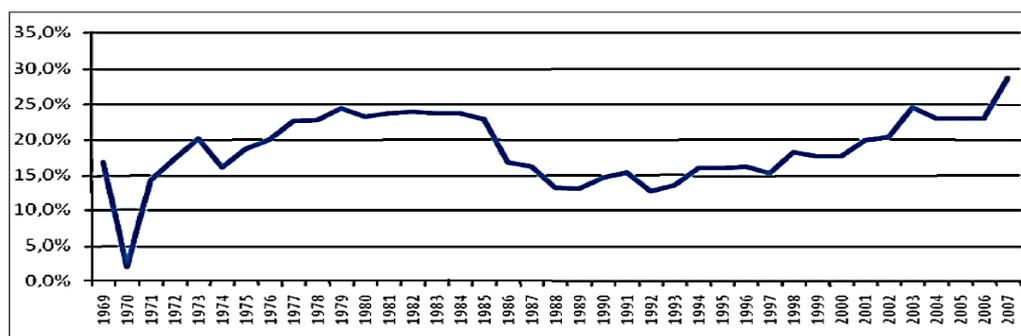


Gráfico 3. Evolución histórica porcentual de la inversión extranjera en el sector turismo dentro de la inversión extranjera total.

Fuente: Banco Central de la Rep. Dominicana (BCRD)

Otro aspecto a señalar, es la Ley 141-97 de Reforma de la Empresa Pública, que da los pasos que permitirán el inicio de los procesos de privatización. Con la privatización de los hoteles de capital mixto, se produce una escisión que marca una nueva orientación del sistema económico, el neoliberalismo, el cual procura la eliminación de la influencia del Estado en la empresa privada.

El gobierno dominicano promulgó la Ley 158-01 del 2001 sobre el Fomento al Desarrollo Turístico, dando seguimiento a la política de focalizar una serie de exenciones fiscales y facilidades con el propósito de favorecer la instalación de proyectos de naturaleza turística en el país. Esta ley, a diferencia de su predecesora, la Ley 153-71 sobre Promoción e Incentivo al Desarrollo Turístico, observó la importancia del medio ambiente y los recursos naturales en la administración y desarrollo de estos proyectos, tomando en consideración la Ley 64-00 Medio Ambiente y Recursos Naturales creada en el 2000; ordenando restricciones en ese sentido y sanciones para quienes violentasen las ordenanzas de la ley y encargando a su prosecución legal a la Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARENA). Sin embargo, a pesar de las conferidas atribuciones perseveraron la transgresión al medio natural, la destrucción de la tierra costera como ecosistemas debido a su pobre aplicación o a negligencias atribuibles muchas veces al soborno y/o al conflicto de intereses.

Después de observar cómo ha evolucionado el crecimiento del sector turismo en la República Dominicana, podemos concluir que ha sido desordenado debido a la ausencia de un plan nacional de ordenamiento territorial, de estrategias para el sector, y también debido a la inexistencia y falta de implementación de planes de ordenamiento turístico en las distintas zonas turísticas. En términos generales, las inversiones en infraestructuras de servicios básicos en zonas turísticas (acueductos, plantas de tratamiento de aguas servidas, y tratamiento de basuras y otros desechos sólidos) han sido insuficientes; asimismo, ha habido una escasa capacidad para supervisar el cumplimiento de las leyes, especialmente, en lo relativo a la protección del medio ambiente. El sector privado también ha demostrado, en general, una visión de corto plazo pues no ha integrado suficientemente la sostenibilidad ambiental y social en sus operaciones (Agosin, 2009). El resultado final ha sido un gran costo medioambiental y social que se ha multiplicado en los últimos años. Como ya advirtió en 2005 el Informe de Desarrollo Humano del PNUD, el turismo en la República Dominicana se encuentra en una encrucijada, pues “si no se modifica, se agota” (Ceara-Hatton, 2005).

5.2 Viabilidad y Escenario actual del turismo hotelero

La República dominicana cuenta con una población de 9, 445, 281 (ONE, 2010) de los cuales más de un 60% reside en zonas urbanas y más del 35% de la población vive en la Provincia de Santo Domingo, donde se encuentra su ciudad capital (Cattafesta, 2003).

Como antes se ha mencionado el turismo es uno de los pilares de la economía dominicana e internacionalmente es conocida por su encanto natural. Si se analiza la oferta turística de la República Dominicana desde un punto de vista geográfico, se pueden distinguir seis áreas, todas ellas con aeropuerto nacional e internacional (Fig. 6).

En la región central, Constanza y Jarabacoa son los dos centros turísticos de montaña en el país, con pequeños hoteles independientes. En la costa norte y noroeste, se observa un escaso o inexistente desarrollo turístico en Montecristi, mientras que Puerto Plata y sus centros turísticos de Playa Dorada, Sosúa, y Cabarete siguen siendo el segundo destino de sol y playa del país.

En la costa noreste, el principal destino turístico es la península de Samaná. En el norte, la playa de las Terrenas es una zona donde abundan pequeños hoteles independientes, villas y apartamentos. Mientras que en el sur de la península coexisten pequeños hoteles. En la costa este y sudeste, en Punta Cana-Bávaro se concentra la mayor oferta hotelera de todo el país, con más de 30.000 habitaciones, la mayoría con el paquete turístico de "todo incluido".

Otro polo turístico es La Romana-Bayahibe, donde se concentra también la principal oferta de turismo inmobiliario de lujo en las urbanizaciones de La Romana, Cap Cana, Punta Cana y, próximamente, Rocoki.

En la costa sur central, Santo Domingo es fundamentalmente destino de viajeros de negocio y constituye el centro desde el cual estos se desplazan a las distintas regiones del país. Por último, en la costa suroeste, las provincias de Barahona y Pedernales tienen un enorme potencial ecoturístico con su Reserva de la Biosfera Jaragua- Batoruco-Enriquillo compuesta por tres parques nacionales.

En cuanto a la oferta hotelera, en 2007 la oferta habitacional en establecimientos de alojamiento turístico fue de 64,868 habitaciones⁴, con una tasa promedio de ocupación hotelera del 72.2%. Esta oferta se caracteriza por su fuerte concentración geográfica en la costa este y norte (62% del total) y porque el 84% opera bajo el modelo de "todo incluido". No menos significativo, si bien en su conjunto hay más establecimientos hoteleros pequeños que grandes en la República Dominicana, es que el 72% de la capacidad hotelera se encuentra en hoteles de más de 300 habitaciones. Asimismo, las cadenas hoteleras españolas⁵ sumaban, en 2006, la cifra de 76 hoteles con 33,172 habitaciones (Agosin, 2009).

Sin embargo actualmente, se han impulsado políticas tendientes a la renovación del destino, puesto que, el turismo del país podría estar en un punto de inflexión y las cifras al respecto son reveladoras, según constata el diario digital "Perspectiva Ciudadana" en su edición del 14 de diciembre de 2007: "Hay motivos suficientes de preocupación por la falta de acciones exitosas en turismo".

⁴ Esta cifra, facilitada por Asonahores, no incluye las villas y otros alojamientos residenciales distribuidos en las diferentes zonas turísticas.

⁵ Riu, Barcelo, Bahía Príncipe, Sol Meliá, Iberostar, Fiesta Hotel Group, Occidental, Cotursa, Hoteltur, Globalia, Catalonia, Princess Hotels, H10, Best Hotels, Mar, Sirenis, Blau Hotels y Excellence, entre otros.

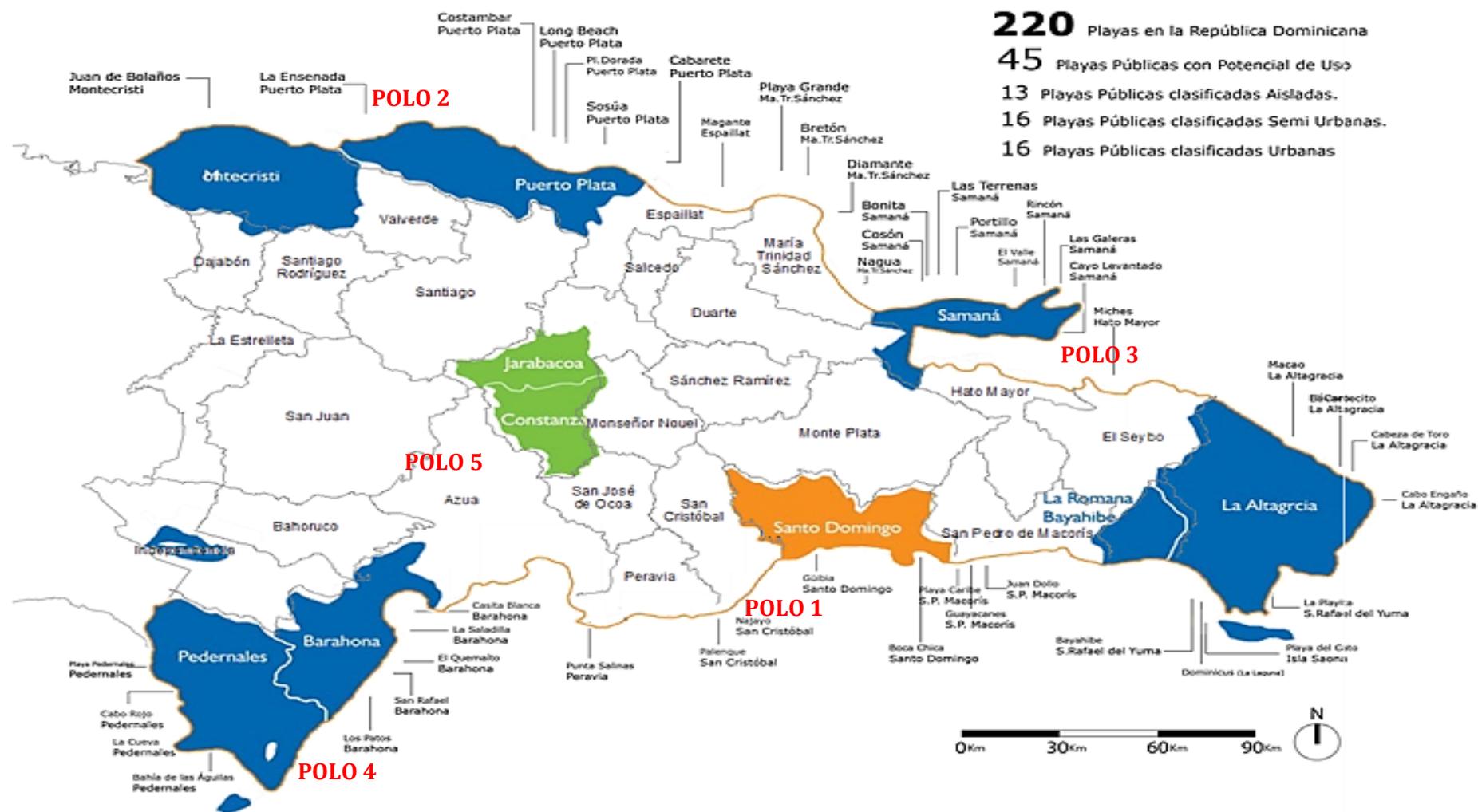


Fig. 6. Mapa playas y polos turísticos de Rep. Dominicana
 Fuente: Elaboración propia a partir de mapas de ASONAHORES.

Al respecto, cabe citar lo que ha señalado el INDH 2005, uno de los organismos que más ha contribuido al debate sobre la materia, en relación a los factores que han incidido en la pérdida de dinamismo y competitividad turística del país:

- ... Dominio monopólico de los turoperadores.
- ... Imagen turística estereotipada por las tres “S” (del inglés “*sun, sand, sea*” que significa sol, arena y mar).
- ... Producto turístico homogéneo y poca tendencia a la diversificación de su oferta.
- ... Desarrollo turístico concentrado en las costas.
- ... Hoteles de gran tamaño que dominan la oferta habitacional.
- ... Facilidades turísticas que son concebidas a espaldas de las comunidades y de la cultura nativa.
- ... Escasa regulación estatal.
- ... Fuerte carga y deterioro ambiental de los destinos.
- ... Creciente inseguridad ciudadana.
- ... Pocas actividades culturales y de entretenimiento para complementar la oferta hotelera y predominio de enclaves.
- ... Ausencia o escasez de capital social.
- ... Tendencia a competir cada vez más por precios.
- ... Deterioro del entorno alrededor de los destinos.

Claramente diseñar y gestar un nuevo modelo para la industria turística requiere una redefinición partiendo por el Estado y por las empresas hoteleras. Esto quiere decir que una nueva visión y un nuevo modelo de turismo sostenible, basado en la experiencia internacional y en una interpretación crítica de lo que sucede en las áreas costeras de la Rep. Dominicana, implica hacer transformaciones en el funcionamiento mismo de la actividad, así como también en las políticas públicas que le dan soporte y en las relaciones socioeconómicas que se expresan en el territorio.

5.2.1 Cadenas hoteleras y modelo del Todo Incluido (TI)

A) Cadenas hoteleras españolas

El sector turístico es el principal receptor de la inversión española en la isla. La fuerte relación cultural y el arraigo de la comunidad española en dicho país favoreció una inversión importante, cuyo estímulo principal, no obstante, vino de la mano de las condiciones especialmente ventajosas para la inversión facilitadas por el gobierno dominicano, los bajos precios de los terrenos costeros y del bajo coste de la mano de obra (Gómez, 2007).

Los hoteleros españoles en dominicana, debido a aspectos como el bajo coste de la mano de obra para la construcción, pero fundamentalmente, por el precio más barato del terreno, se han decantado por el desarrollo de *resorts* donde el espacio para jardines y actividades de recreación se convierte en su principal diferenciación. Sus proyectos, prácticamente autosuficientes en lo que respecta a infraestructura básica, energía y agua potable, se realizan al igual que la casi totalidad de hoteles en ese país, bajo fórmulas de gestión Todo Incluido, extensible al Caribe en general.

En la Tabla 6, se observa el número y la concentración de compañías hoteleras ubicadas en la República Dominicana.

Cadenas hoteleras	Número de hoteles	Habitaciones	% del total de habitaciones
Barceló Hoteles	11	3,448	5.60
Hoteles Riu	8	3,384	5.50
Occidental Hoteles	7	2,803	4.55
Piñeiro Caribe	6	2,798	4.54
Sol Meliá	4	2,381	3.87
Iberostar Hotels	4	2,119	3.44
Fiesta Hoteles	4	1,774	2.88
Hotetur Dominicana	3	831	1.35
Catalonia Hoteles	1	711	1.15
Otros	40	7,500	12.50
TOTAL	88	27,749	45.38

Tabla 6. Concentración de hoteleras españolas en la Rep. Dominicana (2006).
 Fuente: (Gómez, 2007).

B) Modelo Todo Incluido (TI)

El “Todo Incluido”, es un modelo de explotación nacido en la zona del Caribe a finales de los 60’s, ampliamente criticado por tener poca o ninguna influencia económica en las comunidades en las que se establecía y por favorecer la fuga de los beneficios producidos fuera del país que los ha generado. La alta rentabilidad del TI se desprende de las economías de escala, a través de fórmulas⁶ que brindan modelos vacacionales accesibles a turistas de poder medio o reducido, ofertándoles todo lo que pueden necesitar durante sus vacaciones y sin dejar margen a la población local para beneficiarse del intercambio comercial con el turista.

En la República Dominicana el modelo TI es una forma de gestión hotelera mayoritaria dadas las carencias de infraestructuras y servicios turísticos complementarios, ofreciendo ventajas para elementos de la cadena turística; para el sector hotelero, por hacer más fácil la administración del negocio dado que no existe una cuenta de cliente permanentemente abierta; para las agencias de viaje, porque es un producto más fácil de vender que le aporta también mayores comisiones; para las administraciones de los países en destino, porque es una forma de suplir sus carencias de infraestructuras; e incluso para el turista, porque conoce con anticipación lo que va a gastarse en sus vacaciones.

Por otra parte, las desventajas se generan particularmente en la economía del país y directamente en las comunidades en donde se sitúan los hoteles con dicho modelo. En este sentido un estudio llevado a cabo por la Organización de Estados Americanos en Jamaica puso de manifiesto que los TI generaban los más importantes ingresos, pero su impacto en la economía era, por dólar generado, inferior al de otro tipo de acomodación hotelera, señalando, además, que los TI importan más y emplean a menos trabajadores que otro tipo de hoteles.

En sentido contrario, otra referencia encontrada con respecto al tema, es un estudio realizado por la GTZ (Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit)⁷ llevado a cabo en

⁶ El modelo TI presenta dos variantes, la más extendida que se sirve del paquete básico TI en el que se incluyen los transportes de ida y vuelta, además de comidas y bebidas, y diversiones, y la más exclusiva, en el que se proporcionan otros servicios adicionales como Spa, tratamientos de salud, actividades deportivas, tours, excursiones, etc.

⁷ Sociedad sin fines de lucro, de propiedad del Gobierno de la República Federal de Alemania.

Jamaica, Nicaragua y República Dominicana en 2003, en el que participaron 5 hoteles de ese país ubicados en Bayahíbe, Rep. Dominicana, con un total de 1,800 habitaciones (60% de la capacidad hotelera de la zona), donde se cuestionó si sostenibilidad y turismo de masas son incompatibles y si los TI realizan una contribución significativa al desarrollo sostenible en los países de acogida. Para ello solo se analizaron aspectos de carácter económico tales como la creación de puestos de trabajos directos e indirectos en los TI, el nivel salarial de dichos trabajadores y, los suministros de bienes y servicios realizados para el aprovisionamiento de alimentos y bebidas en dichas instalaciones. Los resultados parecen apuntar a conclusiones favorables a esta forma de explotación hotelera debido a que la compra de todo el suministro de alimentos necesarios se realiza en el mercado local dominicano. Sin embargo, en dicho estudio no se contemplan los aspectos medioambientales y sociales por lo que habría que integrar dichas variables para dar una respuesta ambiental y socialmente sostenible.

En cualquier caso, el modelo TI en la República Dominicana, en vista de las inexistentes o deficientes condiciones generales de las infraestructuras cercanas a la ubicación de los hoteles y dada la escasez de servicios en las zonas costeras, no parece ser una opción sino una necesidad; por lo que, esta oferta seguirá expansionándose, tensando así aún más la cuerda entre crecimiento y sostenibilidad (Gómez, 2007).

5.2.2 Concentración hotelera

El modelo de explotación turística implantado en la Rep. Dominicana induce a que la mayoría de los hoteles que se construyen sean cada vez más grandes y estén concentrados geográficamente en la costa. El 56% de los hoteles tiene más de 300 habitaciones y apenas un 22% tiene menos de 100 habitaciones (Tabla 7). Así mismo, el 62% de las habitaciones están concentradas en 2 destinos: La Altagracia (Bávaro- Punta Cana) y Puerto Plata.

Provincia	Establecimiento promedio (2002-2006)	Habitaciones				% de empleos en hoteles y restaurantes de los que declararon empleos (Censo 2002)
		Estructura 2002	Estructura 2006	Estructura promedio (2002-06)	Distribución del incremento (2002-2006)	
La Altagracia	18.8%	39.2%	44.3%	40.9%	76.5%	17.0%
Puerto Plata	52.9%	27.3%	25.3%	27.2%	12.4%	12.4%
S. Pedro de Macorís	2.4%	7.9%	5.7%	6.9%	-8.3%	5.6%
Samaná	4.7%	4.2%	4.7%	4.0%	7.9%	10.9%
M.T. Sánchez	1.2%	3.3%	3.1%	3.2%	1.6%	4.6%
La Romana	0.0%	1.2%	0.9%	1.1%	-0.5%	7.9%
Total	80.0%	83.1%	84.0%	83.2%	89.6%	9.6%

Tabla 7. Provincias turísticas: algunos indicadores, 2002-2006.

Fuente: (Ceara-Hatton, 2008) con base en Banco Central de Rep. Dominicana.

Las tasas de ocupación de acuerdo al tamaño del establecimiento hotelero han presentado cifras muy diversas (Gráfico 4). Entre 1994 y 2003 los hoteles de más de 400 habitaciones tuvieron las tasas de ocupación más altas, así como también las menos volátiles. La diferencia en las tasas de ocupación con los hoteles de menos de 100 habitaciones fue en promedio de 15 puntos porcentuales, con una tendencia a crecer a lo largo del período (Tabla 8) (Ceara-Hatton, 2005).

Este indicador demuestra la influencia del mercado de los operadores turísticos y evidencia la necesidad de una política de promoción turística institucional con la finalidad de captar turistas independientes que se dirijan a otras localidades atractivas del país para minimizar la carga turística de algunas zonas. Si continúan las construcciones de hoteles de

más de 400 habitaciones, a largo plazo desincentivará a potenciales inversionistas a construir medianos y pequeños hoteles, los cuales por su tamaño, tienen menos impacto negativo en las comunidades y en el ambiente (Ceara-Hatton, 2005).

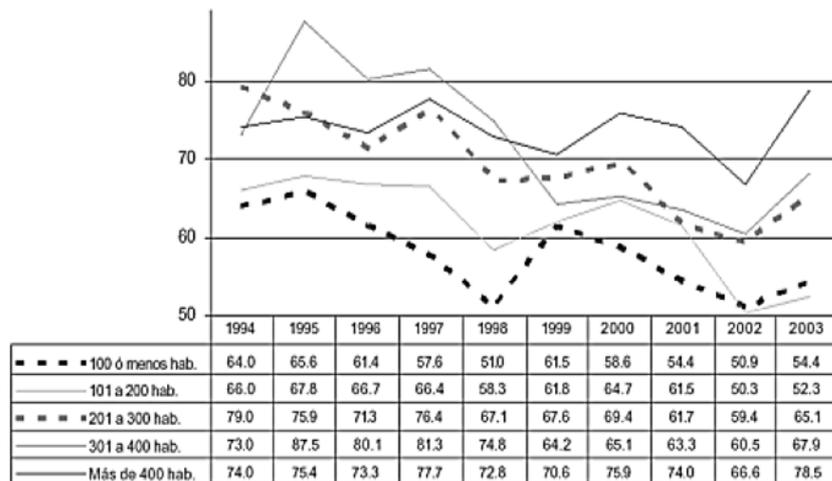


Gráfico 4. Tasa promedio de ocupación hotelera por tamaño de hoteles 1994-2003.
 Fuente: (Ceara-Hatton, 2005).

# de Habitaciones	%
Menos de 100	22
100-200	8
201-300	14
301-400	16
401-500	10
Más de 500	30

Tabla 8. Distribución de hoteles por tamaño, 2003.
 Fuente: (Ceara-Hatton, 2005).

5.2.2.1 Carga turística

Una de las definiciones más aceptadas de carga turística es la sugerida por O'reilly, 1986, donde se define como “el número máximo de visitantes que puede usar un espacio sin una alteración inaceptable del medio físico y sin una disminución en la calidad de la experiencia conseguida por los visitantes”.

Éste indicador viene dado por el ratio entre el número de visitantes no residentes y la población total del país de referencia. Dicho indicador es importante para el análisis del desarrollo sustentable de lo turístico y su evolución en el tiempo, ya que ofrece una referencia de la capacidad del país para acoger a los visitantes no residentes, bajo el supuesto que la infraestructura disponible y los demás servicios no varíen considerablemente de un año a otro (CEPAL, 2005). El indicador se expresa en porcentajes de la población total y se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Número de visitantes no residentes} \times 100}{\text{Población total}}$$

En el caso de la Rep. Dominicana el incremento de las llegadas turísticas ha conllevado de manera sistemática el aumento de la carga sobre el destino en su conjunto. El crecimiento poblacional no ha atenuado la proporción de turistas en la población efectiva del país, ya que ésta ha crecido de manera similar y, en ese sentido, es un interesante verificador de la continuidad del destino en el mercado internacional (Carcurro, 2008). Este indicador, en términos concretos, arroja un incremento importante de la carga turística sobre el país de 5.54 en 1980, en los inicios de la industria, para llegar a 35.93 en el 2006, aproximadamente siete veces más carga en 26 años (Gráfico 5).

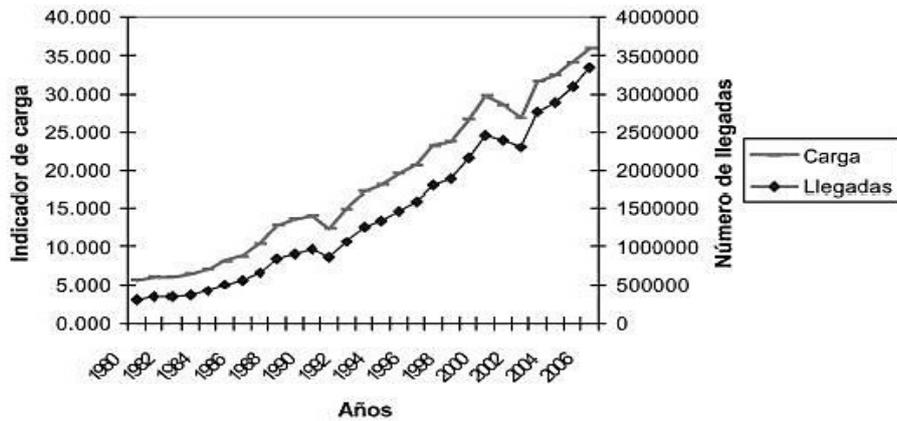


Gráfico 5. Evolución de la carga turística y las llegadas (1980-2006).
Fuente: (Carcuru, 2008) en base a BCRD (2007).

Es interesante hacer una comparación entre destinos del Mediterráneo y especialmente de las Islas del Mediterráneo Occidental (IMEDOC), a través del Indicador de Impacto Humano (HII) creado por Manera & Taberner, 2006 y publicado en el artículo *The recent evolution and impact of tourism in the mediterranean: the case of Island regions, 1990-2002*, el cual mide el incremento real en la población de un territorio, incluyendo la población flotante en el mismo con la finalidad de sintetizar el nivel de congestión poblacional y el sobre desarrollo en los destinos, cuya magnitud implica procesos de pérdida de sostenibilidad (Carcuru, 2008).

Tal como se observa en el Gráfico 6, el indicador para las áreas destacadas de Rep. Dominicana superan a muchos de los destinos típicamente masivos (nacionales o locales) del Mediterráneo. Si las mediciones para esos destinos son suficientes para sostener la tesis de existencia de un sobre-crecimiento y presión extrema sobre los territorios, ello es plenamente válido para la Rep. Dominicana y, en particular, sus áreas estandartes (Carcuru, 2008).

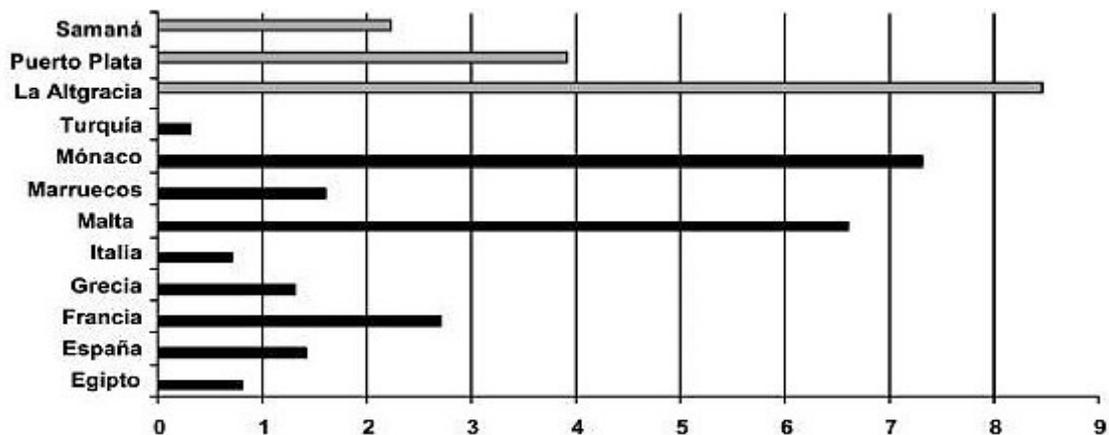


Gráfico 6. Comparación entre el indicador HII para destinos locales y nacionales del Mediterráneo y áreas dominadas de la Rep. Dominicana.
Fuente: (Carcuru, 2008) en base a BCRD (2007).

5.2.3 Características del turismo hotelero en Rep. Dominicana

Aunque los INDH 2005 y 2008 reconocen los aportes de la actividad turística en el país, se caracterizan por ser muy críticos del modelo de desarrollo turístico que ha sido impulsado. Los informes llaman la atención sobre las características y problemas relevantes, los cuales, como se verá, contribuyen a exacerbar los impactos negativos y la insostenibilidad de este tipo de desarrollo (Contreras, 2011). Estas son las siguientes:

5.2.3.1 Impacto medioambiental

El turismo de "sol y playa" es uno de los principales factores en la captación de divisas e inversiones y constituye una potencial fuente de oportunidades para miles de empresas y comunidades. Simultáneamente, su desempeño productivo, social y ambiental muestra claros signos de deterioro; una tendencia que refleja la necesidad de hacer cambios sustantivos al modelo (Carcuo, 2008).

El impacto negativo de las instalaciones turísticas se inicia con la construcción misma de las infraestructuras (hoteles, plantas de tratamiento de residuos, etc.) o de las áreas de recreo (campos de golf, marinas, parques temáticos, etc.) realizadas generalmente sin respetar las condiciones y requisitos establecidos en las normas ambientales (TOI, 2003b); circunstancia que no ha dado lugar a ningún procedimiento administrativo o judicial que comportara el cierre temporal o definitivo de las instalaciones hoteleras. Sin embargo, la Rep. Dominicana es el único país del Caribe que cuenta con una ley que obliga a los hoteles a disponer de un permiso medioambiental para desarrollar su actividad; exigencia que no es respetada en la práctica por las cadenas hoteleras (Gráfico 7), como lo demuestra el hecho de que sólo 2 de los más de 300 hoteles ubicados en Punta Cana-Bávaro disponen de dicho permiso.

Las construcciones hoteleras se han realizado sin un plan nacional de ordenamiento territorial integral, "sistemáticamente, en violación de los límites establecidos por la ley (límites de distancia mínima de 60 metros de la costa) o en zonas ecológicamente frágiles como humedales desecados" (BM, 2004) (A la derecha Gráfico 8), con extracciones de coral para aprovecharlo en la construcción de las instalaciones. Además, la explotación de áridos y la extracción de materiales en zonas de playa o en el curso fluvial, han llegado a alterar el régimen hídrico de las regiones costeras. Del mismo modo, la remodelación o construcción de puertos y embarcaderos ha destruido arrecifes y manglares, alterando el patrón de corrientes (Ceara-Hatton, 2005).

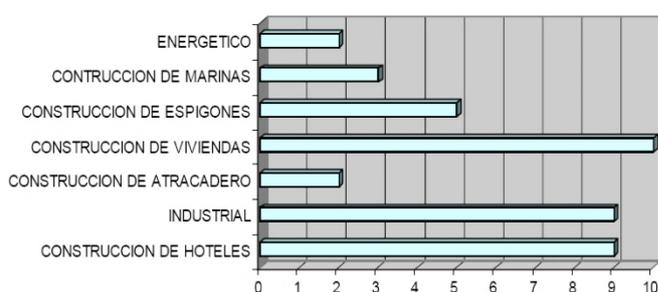


Gráfico 7. Total de violaciones ambientales en la zona costera y marina según las categorías de actividades económicas, 2005-2007
 Fuente: (Cordero & Lisenko, 2007).

A la derecha Gráfico 8. Total de violaciones ambientales en la zona costera y marina según las categoría en la zona, 2005-2007
 Fuente: (Cordero & Lisenko, 2007).



Otras facilidades como los campos de golf, han desencadenado también impactos negativos a causa del consumo de agua⁸ y del empleo intensivo de fertilizantes y plaguicidas, sustancias particularmente lesivas, ya que, tras colarse en las corrientes de agua subterránea, se depositan en los corales aumentando el crecimiento de algas y disminuyendo el oxígeno del agua, lo que destruye finalmente los arrecifes coralinos. Según el libro “Desarrollo y políticas comerciales en la República Dominicana”, en el 2004 existían 24 campos de golf, de hoteles costeros, que consumían un promedio de 220,800 kilogramos de fertilizantes por mes, que representan unos 2,649,600 kilogramos anualmente, los cuales representan un desequilibrio en el proceso de desarrollo normal del crecimiento de algas (Gómez, 2007).

Diversos estudios han señalado la preocupación por la condición ambiental entre los que destaca el documento “República Dominicana. Prioridades Ambientales y Opciones Estratégicas. Análisis ambiental del país”. Por un lado, éste da cuenta que la calidad de las aguas costeras es un ejemplo de los problemas de saneamiento y los volúmenes de desechos sólidos que afectan el atractivo de un polo tan importante como Puerto Plata, donde se producen 1,342,978 m³/año de aguas negras y 5,372 Ton/año de desechos sólidos. La degradación de servicios ambientales, entre ellos la salinización y el sobre-consumo de las aguas subterráneas, por otro lado, afecta polos como Punta Cana, sumándole además, el total de 1,138,676 m³/año de aguas negras y 4,556 Ton/año de desechos sólidos al Mar Caribe.

La escasez de agua constituye una de las mayores preocupaciones ambientales debido tanto a la irregularidad en su disponibilidad espacial y temporal, como por el alto consumo con fines de riego y suministro a las áreas urbanas. En la actualidad, los acuíferos calizos costeros están sobre-explotados y la intrusión de agua marina ya alcanza los 20 a 50 kilómetros hacia el interior. Los acuíferos calizos costeros apenas contienen el 4% de las reservas de aguas subterráneas y las actividades humanas en el sureste del país, desde Santo Domingo hasta La Romana y Punta Cana, dependen en gran medida de éstos (Ceara-Hatton, 2005).

Cabe destacar que un estudio elaborado de manera conjunta por CEPAL, BID, PNUD y ONAPLAN⁹ sobre el impacto del Huracán Jeanne en la República Dominicana en 2004 estableció que la localización inadecuada y la falta de planificación para soportar un gran número de visitantes en las infraestructuras hoteleras, sumado a la falta de regulación en las construcciones, sobreexplotación de acuíferos y sistemas inadecuados de tratamiento de aguas servidas pueden causar serios daños a hábitat frágiles. La desecación de humedales y la destrucción de áreas de manglares reducen la protección frente a tormentas y huracanes. Si, además, las construcciones se llevan a cabo sin considerar el funcionamiento de los ecosistemas, los daños pueden ser mayores. Además, señala el estudio, que la fuerza de los eventos (excesiva precipitación, vientos huracanados) son afectados por las cuencas de alta pendiente con laderas intervenidas que reducen su capacidad de retención de agua; las zonas intermedias de las cuencas con asolvamiento¹⁰ que al reducir la profundidad de los caudales llevan a su desbordamiento; y las salidas al mar intervenidas con obras de diverso tipo que frenan el desagüe, contribuyen a agravar el daño y las pérdidas. De manera similar los desarrollos urbanos y turísticos en ecosistemas frágiles que alteran la dinámica hídrica

⁸ Un campo de 18 hoyos necesita para mantener el verdor entre 150.000 a 550.000 m³ de agua anualmente (Ceara-Hatton, 2005).

⁹ Efectos Socioeconómicos del Huracán Jeanne en la República Dominicana, 2004

¹⁰ El fenómeno donde se acumulan los sedimentos acarreados por el agua en lagos, depósitos subterráneos, en los lechos de los ríos, presas, depósitos subterráneos, zonas inundables, etc. y que tiene como un gran impacto para el ecosistema de la región (Vélez, 1992).

entre playas y humedales y lagunas generan condiciones proclives a experimentar mayores daños, es decir, incrementan la vulnerabilidad. Y en la medida en que las actividades afectadas son de alto valor o representan estratégicamente un aporte importante a la economía del país, como el turismo, el potencial de daño es mayor aún.

Por otra parte la gestión cotidiana del *resort* hotelero en la Rep. Dominicana suma, además, otras consecuencias perjudiciales para el medio ambiente. Así, se inauguran las instalaciones y comienza la gestión hotelera careciendo, en muchos casos, del permiso correspondiente, (desde 2000, Permiso de Evaluación de Impacto Ambiental), y de las plantas de tratamiento de residuos correspondientes (Vial, Brown, & Seward, 2002), por lo que los residuos sólidos y las aguas fecales se vierten¹¹ de manera inadecuada en las cercanías de la franja de playas y acuíferos, o en zonas de arrecife, vía emisarios submarinos, ocasionando daños en la calidad de las aguas costeras, en las playas, en las barreras de corales, humedales, etc. Según señala la Subsecretaria Costero Marina de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, el turismo es culpable de un 30% de la contaminación de las costas del país, ya que el restante 70% está vinculado a las ciudades, la agricultura e industria y a otras actividades humanas como la pesca (Ceara-Hatton, 2005).

Tal como se observa en la Tabla 9, el desempeño ambiental de los hoteles dominicano es de baja calidad, no sólo en términos absolutos sino que también relativos frente a mejores

Cadena Hotelera	Mejores Prácticas	Promedio hotel eficiente en Caribe**	Promedio hotel en R.Dominicana ***
Energía KW./Huésped/noche	6,11	21,4	33,53
Agua galones/Huésped/noche	147,5	216,6	411,6
Residuos sólidos m ³ /Huésped/noche	0,001	..	0,00976

* Green Globe 21. Travel and Tourism Industry baseline and Best Practice

** East Average Efficient Hotel (Versión Jamiquina del CAST)

*** Secretaría de Estado de Medio ambiente y Recursos Naturales de RD, 2004. Diagnóstico Ambiental del Sector Hotelero. Serie Estudios e Investigación.

Tabla 9. Prácticas ambientales de los hoteles dominicanos.
 Fuente: (Ceara-Hatton, 2005).

prácticas de la región, perjudicando su competitividad.

A la vista de estos pésimos resultados, que nos permiten hablar de una práctica hotelera no comprometida con el medio ambiente, se hace imperativo que los hoteles que se instalen en el país posean los últimos avances en tecnología de tratamiento de residuos y minimización de impactos, incluyendo formas de monitoreo por parte de las autoridades y sanciones para quienes incumplan. A su vez, a los hoteles ya instalados se les debería exigir la realización de inversiones para mejorar su gestión ambiental, estableciendo plazos precisos y sanciones en caso de incumplimiento (Gómez, 2007). Para todo ello, nuevos recursos humanos y técnicos deberán de ser puestos en marcha por la administración dominicana, que tendrían que ir acompañados imprescindiblemente de una voluntad política, ahora prácticamente inexistentes, que potencie el respeto medioambiental.

5.2.3.2 Impacto económico

El mercado turístico está dominado de forma significativa por empresas tour operadoras, las cuales tienden a controlar los mercados en base al control de los volúmenes de turistas y de la contratación de habitaciones y servicios de hotelería. Un resultado de esto es la tendencia a la concentración de beneficios en las empresas tour-operadoras vis-a-vis las

¹¹ Rep. Dominicana no contó con estándares para las descargas domésticas de las aguas de alcantarillado al mar hasta la Ley 64 del año 2000.

empresas hoteleras. Desde una perspectiva económica, quedan excluidos de hacer negocios turísticos las de micro o pequeñas empresas locales (Contreras, 2011).

Por otro lado, el modelo de oferta TI, más frecuentemente demandados por los turistas, también aumenta la exclusión del negocio turístico del pequeño empresario local. Conscientes de ello y de cara a fomentar los vínculos entre hoteleros y pequeños empresarios locales, en abril de 2006 fue publicada una Guía de Buenas Prácticas elaborada por la *Pro Poor Tourism y la Caribbean Tourism Organization*, en donde, tras enumerar los beneficios que pueden derivarse para los hoteleros por el simple hecho de ampliar el abanico de sus relaciones económicas a las comunidades locales, recoge distintas posibilidades prácticas para fortalecer los vínculos entre economía local y la gestión hotelera.

5.2.3.3 Impacto social

Desde una perspectiva social, la exclusión comienza desde el momento mismo en que se planifica y diseña la industria turística a espaldas de la comunidad (privatizando las playas), circunstancia que, va a suponer un verdadero obstáculo para la creación de capital social. El tipo de gestión hotelera reduce las posibilidades de cohesión social, favoreciendo la arrabalización y el hacinamiento (Gómez, 2007).

Estas formas básicas de agrupamiento en las que viven muchas comunidades surgidas en la periferia de los resorts turísticos, (en donde apenas existen servicios comunitarios de luz y agua, careciendo evidentemente de otros como sanidad, escuelas, etc.), deben su nacimiento, en algunos casos, a las pequeñas agrupaciones de infraviviendas que los trabajadores de la construcción, fundamentalmente haitianos, llevan a cabo durante la construcción de los complejos hoteleros y que aparecen como resultado de su desplazamiento a lugares generalmente poco habitados en donde muchos hoteleros deciden construir sus instalaciones. Pero, sobre todo, son el resultado de los bajos salarios pagados a estos trabajadores inmigrantes y de la manifiesta indiferencia de los constructores respecto de las condiciones en las que éstos viven (Gómez, 2007).

Las externalidades negativas que la gestión hotelera arrastra en la República Dominicana, tanto desde una perspectiva medioambiental como económica y social, parecen indicar que no existe ninguna política real en materia de Responsabilidad Social Corporativa (RSC) por parte de la mayoría de cadenas hoteleras dentro del país. Se busca ante todo la expansión de sus negocios turísticos, con independencia del desarrollo integral del destino, lo que despierta, por parte de los dominicanos en general, además, una apreciación muy negativa del turismo y del país de donde es original la empresa hotelera extranjera. Por ello, y a la luz de lo descrito hasta ahora, puede concluirse que la RSC es una asignatura pendiente para los hoteleros en Rep. Dominicana. Sin embargo, dos excepciones apuntarían una manera de trabajar distinta, al menos desde el ámbito de la acción social y de la inversión destinada al establecimiento de proyectos vinculados a la mejora de las condiciones de vida de la población local con la que conviven: el Grupo Punta Cana Resort & Club, y la Asociación de Hoteles Romana-Bayahíbe.

5.2.3.4 Debilidades institucionales

La apuesta del gobierno dominicano por un turismo de masas que le asegurara unos ingresos garantizados, parece haber dejado de lado la búsqueda de soluciones para los problemas que cuestionan la sostenibilidad de esta actividad (Michelitsch, 2001). El problema principal de institucionalidad es la ausencia de un Estado con capacidad de regulación, capaz de establecer reglas y normas (Ceara-Hatton, 2005).

Adicionalmente, no existe continuidad en los planes y programas nacionales, los cuales son interrumpidos cada cuatro años y modificados. Existe desconocimiento, falta de coordinación e improvisación del gobierno sobre el sector turismo, así como se adolece de una estrategia global nacional sobre el turismo en el país (Ceara-Hatton, 2005). La Tabla 10 resume los principales problemas institucionales que afectan al sector.

Institución Pública	Fallos y problemas
Municipios	<ul style="list-style-type: none"> - No se incorpora en la planificación nacional ni sectorial. - Poca responsabilidad en la ejecución de planes de desarrollo. - No tiene capacidades para mejorar el entorno urbano. - No tiene capacidad para revisar daños o para dar la no objeción en el uso de suelo y en la altura de las edificaciones. - No tiene poder político y económico para regular. - Clientelismo
Secretaría de Estado de turismo	<ul style="list-style-type: none"> - No hay continuidad de planes y programas. - No dispone de un plan de uso de suelos ni hay planificación de la carga ni de la demanda de servicios. - No aplica regulaciones existentes y en muchos casos permite violaciones firmadas por el Poder Ejecutivo. - Permite que la imagen del país la controlen turoperadores y no dispone de una estrategia de mercado que impida la homogenización de la imagen. - Coordinar planes de emergencia de salud y fenómenos naturales. - Ausencia de una política de distribución y transporte turístico independiente.
Secretaría de Estado de Obras Públicas	<ul style="list-style-type: none"> - Prioridades dudosas en materia de infraestructura para el desarrollo. - No revisa diseños arquitectónicos, estructurales e instalaciones sanitarias en edificaciones. - Falta de mantenimientos en infraestructura. - Ausencia de consensos con las municipalidades.
Secretaría de Estado de Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de aplicación de regulaciones. - Poca difusión de la información sobre el sector ambiental y el turismo sustentable. - Debilidades en la planificación y protección del medio ambiente. - Carencia de mecanismos de monitoreo del sector.
Policía Nacional	<ul style="list-style-type: none"> - Debilidades en materia de garantía de seguridad ciudadana. - No evita la privatización de playas y el cumplimiento de la ley.

Tabla 10. El problema de la institucionalidad y su impacto en el sector turismo.

Fuente: (CEPAL, Comisión Económica para América Latina, BID, Banco Interamericano de Desarrollo, PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, & ONAPLAN, 2004).

En particular, es especialmente relevante lo poco estricto y la falta de capacidad para hacer cumplir adecuadamente la mayoría de las regulaciones ambientales de la SEMARENA, lo cual nos remite al problema de la pobre institucionalidad del Estado.

Desde que se creó en el 2000 la Ley General de Medio Ambiente (Ley N° 64-00) y también en la medida en que la Ley N° 158-01 de incentivos fiscales la SEMARENA ha desempeñado dos funciones primordiales para garantizar la sostenibilidad medioambiental de la actividad turística: 1) desarrollar, monitorear y hacer cumplir estándares y normas medioambientales así como evaluar estudios de impacto ambiental; y 2) conservar la biodiversidad de las áreas

protegidas a través de la promoción del ecoturismo, concebido tanto como un mecanismo de ingresos como una forma de involucrar a las comunidades locales en su protección.

Sin embargo, en el cumplimiento de garantizar la sostenibilidad medioambiental del sector turismo, SEMARENA se ve obstaculizada tanto por la falta de voluntad política y de colaboración de otros órganos del gobierno como por su debilidad institucional y por la escasez de recursos financieros y humanos para aplicar las normas medioambientales existentes. Así por ejemplo, se aprobó el proyecto Cap Cana el proyecto turístico residencial más grande del país, sin que presentara el estudio de impacto ambiental exigido por la ley y pese a que destruyó cinco kilómetros cuadrados de humedales (Vial et al., 2002).

El INDH 2008 argumenta que los impactos de un inadecuado manejo de los recursos naturales por décadas se sienten en la actualidad en forma de sequías recurrentes, deforestación, impacto devastador de inundaciones, daño a las playas y efectos de la contaminación en la salud. Todo esto, indica el informe, compromete las posibilidades de mejorar las condiciones de vida de la gente. Para analizar esto, el INDH estimó el monto de recursos naturales que el país consume medidos en términos superficie terrestre y lo compara con los recursos disponibles, es decir, la estimación de la "huella ecológica". Considerando que el país tiene unos 48 mil kilómetros cuadrados de extensión, que tiene 9.4 millones de habitantes, que la densidad poblacional es de 197 habitantes por kilómetro cuadrado, y que 1.6% del territorio está habitado, el informe estima que los recursos consumidos requieren 1.6 hectáreas para producirlos. Sin embargo, advierte que hay una disponibilidad de recursos equivalente a 0.8 hectáreas por habitante. Esto implica que para satisfacer el consumo actual, se requiere dos veces el territorio que el país dispone, lo que sugiere que este nivel de consumo es insostenible (Contreras, 2011).

Desde el punto de vista de las políticas públicas como también desde el punto de vista puramente empresarial, los desafíos actuales y futuros del turismo en la Rep. Dominicana están relacionados con la sostenibilidad medioambiental, social, y económica, es decir, la "triple rentabilidad" de la actividad turística. Asimismo, la debilidad institucional es una realidad y un desafío que tiene un impacto directo en la sostenibilidad del sector (Agosin, 2009).

Podemos mencionar, dentro de la política ambiental que se refieren a medio ambiente y a los residuos sólidos las siguientes:

- A. La Ley 64-00 sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales, la cual es el primer marco legal que sistematiza las preocupaciones de todos los dominicanos en términos de medio ambiente y sostenibilidad de la vida, con la finalidad de exhortar el establecimiento de sistemas de gestión ambiental en el caso de aquellas que carezcan de él, y garantizar el cumplimiento de dicho sistema en los casos en los que las empresas dispongan del mismo. Esta labor, sin embargo, se encuentra apenas en sus inicios, y el establecimiento de un eficaz sistema de monitoreo y control no ha sido tarea sencilla.
- B. Con respecto al tratamiento de residuos sólidos encontramos la Norma para la gestión ambiental de residuos sólidos no peligrosos, enmarcada en los artículos 106, 107 y 108 de la Ley 64-00, con el objetivo de proteger la salud humana y la calidad de vida de la población, así como promover la preservación y protección del ambiente, estableciendo los lineamientos para la gestión de los residuos sólidos municipales no peligrosos. Especifica los requisitos sanitarios que se cumplirán en el almacenamiento, recolección, transporte y disposición final, así como las disposiciones generales para la reducción, reaprovechamiento y reciclaje.

Hay que destacar que dentro de la norma existen condiciones generales y requisitos sanitarios para la limpieza vial, playas y otras áreas públicas y privadas, donde encontramos algunas puntualizaciones sobre los residuos materiales de construcción, los cuales son:

- ... Los materiales provenientes de los trabajos de construcción o reconstrucción de calles, aceras, obras de acueducto y alcantarillado deberán ser retirados de las vías públicas según se vayan generando diariamente, a fin de no entorpecer el libre tránsito de vehículos y peatones.
- ... Está prohibido el depósito de residuos sólidos o de materiales provenientes de la construcción en los límites costeros, manglares, ríos, lagos, áreas protegidas y humedales.
- ... No se depositarán, en la vía pública, residuos de construcción, demolición o reparación de construcciones. Estos deberán ser acumulados en depósitos de capacidad adecuada, según disposiciones de los ayuntamientos, y serán vaciados o retirados diariamente, en coordinación con las autoridades municipales.
- ... No se impedirán o estorbarán las acciones de limpieza de la ciudad con actividades de construcción, demolición o reparación de construcciones.

5.3 Gestión de los residuos sólidos en el sector turístico

En términos de manejo de residuos sólidos, y probablemente de la administración en general, es esta precisamente, la mayor debilidad de los ayuntamientos: la incapacidad de ser administrativamente eficientes; y la privatización del servicio de recogida en algunos de los municipios ha implicado una mejoría de carácter inestable, puesto que la misma está sujeta a la disponibilidad de pago del servicio por parte de los municipios. El gobierno carece de una política promotora de acciones interventivas y de inversiones en el sub sector, se diagnostica que: “en casi ninguno de los municipios se cuenta con un plan de gestión de inversiones ni del gerenciamiento necesario para un servicio eficiente. En la mayoría de los ayuntamientos, sólo se cuenta con la asignación del gobierno central y los muy pocas recaudaciones para financiar todas las actividades del gobierno local” (OPS, Organización Panamericana de la Salud & SEMARN, Ministerio de Medio Ambiente, 2001).

La información disponible sobre Residuos Sólidos es limitada; existen algunos diagnósticos puntuales (estudios de caso o diagnósticos preliminares) que ayudan a crear una imagen bastante confiable de la situación existente. Se estima que, basados en estudios realizados en Latinoamérica, y tomando en cuenta algunos estudios de casos nacionales, la producción nacional promedio de desechos sólidos per cápita está entre los 0.6 a 0.9 kilos diarios, dependiendo de si se trata de deposición rural o urbana respectivamente. Se ha determinado que el país actualmente produce unas 7,000 toneladas de desperdicios sólidos diariamente, de los cuales la Provincia de Santo Domingo es responsable de la mitad (Cattafesta, 2003).

La recolección básicamente se realiza de puerta a puerta o por contenedores situados en calles, intersecciones y solares con camiones compactadores de carga trasera, delantera y lateral. En el país no existe ningún proceso de clasificación previa, por tanto, los camiones recogen todo tipo de desperdicios, además, el manejo de los desechos finales no es el adecuado, ya que existen numerosos vertederos improvisados sin los debidos controles sanitarios.

La técnica más utilizada, para la disposición final de los residuos sólidos urbanos es el vertido de todo tipo de desechos, es decir: un depósito a cielo abierto de los mismos; donde el manejo empleado es el amontonamiento y la quema para disminuir el volumen de residuos y aumentar la capacidad del lugar (Chalas,). Por tanto no existen instalaciones para la recuperación o reciclaje de materiales; no obstante, a pesar de que en el país no se

cuenta con una infraestructura de tratamiento o separación de desechos, existe una amplia actividad informal, relacionada con el reuso y el reciclaje de materiales desechados llevada a cabo en los vertederos, en los cuales existen grupos de personas denominadas “buzos”¹² (Fig. 7). Por otro lado, en muchos de los casos se trata de empresas que recuperan materiales que les son útiles (Tabla 11). Según *Abt Associates Inc.*¹³ a pesar de que el 25% de todos los residuos producidos son aprovechables para reciclaje, apenas es recolectado y comercializado para ello entre un 1 y un 2% del total.



Fig. 7. Buzos en el vertedero de Duquesa.

Fuente: <http://www.informando24horas.com/>

MATERIALES RECICLADOS Y/O REUSADOS EN LA REPÚBLICA DOMINICANA		
Material	Empresas	Cantidad Estimada
Vidrio	Cervecería Nacional Dominicana, Embotelladora Dominicana	90% a 95% de recuperación en botellas previamente utilizadas
Plástico	Keng Sun Industrial	Aproximadamente 464 toneladas de fundas plásticas al año
Papel	Desperdeco, Induspapel, K y Q, Sido, Industrias Nigua	5 toneladas
Cartón	Desperdeco, Induspapel, K y Q, Sido, Industrias Nigua	8 toneladas
Metal	Metales Dominicanos (METALDOM), Pepín Acero, Astilleros Navales, Central Romana	12,000 toneladas al mes, aproximadamente
Madera	Información no disponible	Información no disponible
Baterías	Información no disponible	Información no disponible

Tabla 11. Materiales reciclados o reusados en la República Dominicana.

Fuente: SEMARN-OPS: Diagnóstico Preliminar del Análisis Sectorial de Residuos Sólidos. 2001.

¹² Grupo de personas que buscan en la basura material aprovechable.

¹³ Asociación comprometida a mejorar la calidad de vida y el bienestar económico de las personas en todo el mundo

En vista de que los gobiernos locales no ofrecen una prestación de servicio que pueda atender adecuadamente la demanda de tratamiento de residuos que genera la actividad turística (Agosin, 2009), la mayoría de los hoteles paga un servicio privado para su recolección y disposición final.

El principal problema es la disposición final de dicha recogida de basura, puesto que los hoteles producen entre 10 y 12,000 m³ de basura diariamente y en muchos de ellos no clasifican los residuos de forma adecuada¹⁴. Sin embargo, existen algunas iniciativas por parte de los hoteles por gestionar de mejor manera los residuos que generan. Por ejemplo, el Clúster Turístico La Altagracia ha decidido implementar un programa piloto de clasificación de desechos en un hotel todo incluido de la zona, mientras que, empresas como Tecnología Ambiental S. A.¹⁵ están dando soluciones en manejo de Biomasa y residuos sólidos al Med e Iberostar.

Por otro lado la Fundación Ecológica de Punta Cana inició el programa a gran escala Descarga Cero (*Zero Waste*) cuyo objetivo es minimizar y eliminar la cantidad de residuos producidos en todo el perímetro que abarca el complejo, al mismo tiempo, crearon el Centro de Reciclaje e Incineración Punta Cana (CRI), debido a que el servicio público de recolección de residuos no cuenta con instalaciones de disposición final sostenible. Dicho centro cuenta con dos incineradores, una empacadora, un conveyor¹⁶ y consta de un equipo humano de trabajo de 16 a 32 personas, según las temporadas. Actualmente ha logrado disminuir en un 50% los costes de recolección de sus 10 toneladas diarias de basura al procesar de 4 mil a 6 mil kilos de desechos diarios, provenientes de la recolección en hoteles, restaurantes, viviendas y del terminal del aeropuerto, donde se han colocado zafacones identificados para orgánicos, basura y reciclables. Además, vende el material reciclado y produce abono orgánico para sus plantas y canchas de golf.

No obstante cabe destacar, que ningún programa hace mención sobre los residuos de material de construcción generado durante las nuevas obras de hoteles ni los generados por la remodelación de las mismas.

5.4 Impacto ambiental de los residuos generados por el turismo

El inadecuado tratamiento de los desechos sólidos es el segundo gran problema medioambiental que enfrenta la industria turística dominicana por su alto consumo de materia. La falta de infraestructura de saneamiento en los centros y poblaciones turísticas, así como el inadecuado tratamiento de los residuos generados por hoteles y *resorts*, provoca un deterioro de la franja costera y de sus recursos naturales, principal atractivo turístico (Agosin, 2009).

Por otro parte, uno de los factores que genera residuos es la demolición y renovación de obras en este sector, ya que, aparte del envejecimiento, son los grandes cambios en el funcionamiento de la economía global que provoca de forma cíclica la obsolescencia de edificaciones industriales, comerciales, obras de infraestructura urbana, viaria etc., dando lugar a una actividad de demolición intensa a lo largo de los años (Sociedad pública de gestión ambiental (IHOBE), 2004) . El interés de las cadenas con las mejoras es aumentar el porcentaje de clientes que acuden a sus establecimientos, que son “exigentes” y se ven más

¹⁴ Noticia del Diario Libre “Turismo y Residuos Sólidos” publicada el 30/03/2010.

¹⁵ Empresa se ha especializado en Manejo Mecánico Biológico de los desechos, teniendo como centros de entrenamientos Italia, Alemania y USA.

¹⁶ Pieza común de equipos de manipulación mecánica que mueve materiales de un lugar a otro.

atraídos por “el lujo y la diferenciación”. Según María Carmen Hidalgo Giralt, directora de la Escuela de Turismo de la Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA), los nuevos perfiles del turista del siglo XXI plantean la necesidad de mejorar las competencias y habilidades profesionales para atraer y satisfacer la demanda de los diversos segmentos de viajeros que se desplazan por el mundo. Pero, todo ello genera multitud de impactos en cuanto a sobreexplotación de recursos naturales (arenas y gravas de río, etc.), afección visual, consumo de energía, utilización de materiales con trazas de toxicidad-peligrosidad, contribución a las emisiones de gases invernadero en los procesos de elaboración de productos empleados en la construcción, generación de grandes cantidades de residuos procedentes de trabajos preparatorios, demoliciones, etc. En suma, se trata de una actividad de gran relevancia social y económica, que pone de manifiesto el grado de desarrollo de nuestra sociedad, pero que al mismo tiempo constituye un multifoco de contaminación del medio natural (Mata Cabrera, 2010).

Según un diagnóstico realizado por MITUR el 20% de las playas del país se encuentran en mal estado. Entre las deficiencias y malas prácticas ambientales detectadas en muchas playas por los especialistas, que recorrieron el país entre 2010 y marzo del 2012, figuran altos niveles de contaminación, privatización e impedimento de entrada a los ciudadanos, depósitos de rockash¹⁷ en zonas de bahías y puertos, destrucción de dunas, dragado y erosión de las costas, así como la extracción de arrecifes.

A pesar de los esfuerzos del gobierno por enmendar la situación, la imagen de la Rep. Dominicana como destino turístico de calidad se ha visto seriamente dañada por el progresivo deterioro de los polos turísticos. Es por ello que, actualmente es imprescindible la realización de estudios exhaustivos sobre la composición de los desechos generados por el sector turístico, con la finalidad de disminuir su potencialidad contaminante. Esta información es vital para cualquier plan integral de manejo de los desechos, y para establecer mecanismos de gestión viables. Es necesario además evaluar las posibilidades reales de los ayuntamientos de aumentar la eficiencia de su personal y sus procedimientos (técnicos y administrativos), para hacerse cargo del impacto ambiental de los residuos.

5.5 Gestión de los residuos de Construcción y Demolición

El sector construcción en la República Dominicana ha crecido significativamente a lo largo de las últimas tres décadas, enfocada en satisfacer la demanda habitacional en sector urbano y turístico. Según los datos del artículo *Residuos de construcción convertidos en mezcla resistente* del periódico dominicano Diario Libre publicado en Mayo del 2012, en el 2010 el sector construcción representó un 5.1% del PIB, equivalente a RD\$97,324.1 millones (1,946.50eur).

La cifra supuso una tasa de crecimiento de un 13.7%, lo cual también multiplicó los problemas que la gestión de los desechos que se generan tanto en demoliciones como en el proceso de construcción, teniendo en cuenta que el material más utilizado en las obras es el concreto (Gráfico 9).

¹⁷ “Rock” es roca y “ash” es ceniza, trata de una ceniza fina resultante de la combustión de carbón de piedra molido para calderas empleadas en termoeléctricas.

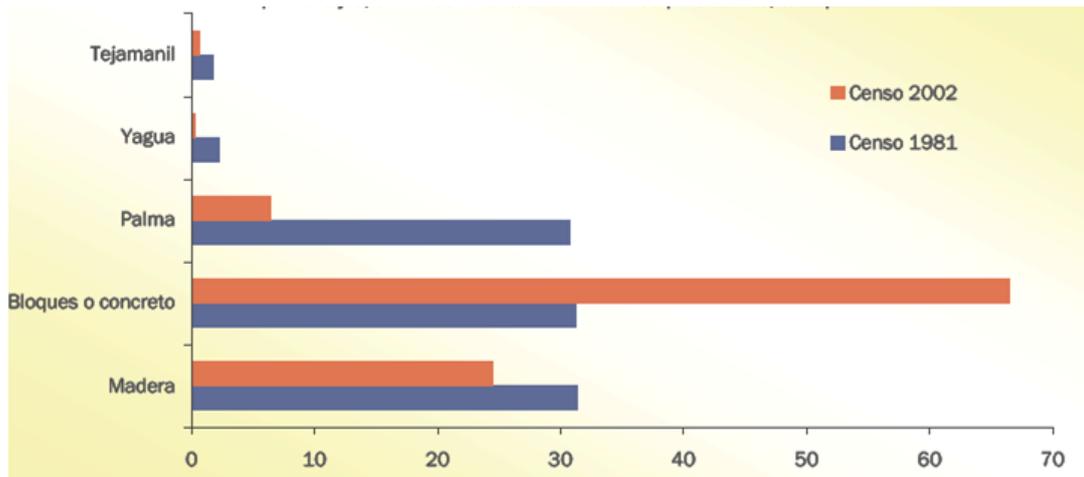


Gráfico 9. Evolución de los materiales de construcción más usados en paredes en porcentajes, con relación al total de viviendas particulares, total país.

Fuente: (ONE, Oficina Nacional de Estadística R.D., 1981; ONE, Oficina Nacional de Estadística R.D., 2002).

Sin embargo, a pesar del problema, actualmente no existe una norma o reglamento que indique la regularización de los residuos de la obra, por lo que la disposición de estos se hace de manera desproporcional, en lugares no validados por autoridades y se recogen ocasionalmente junto con la recogida de residuos urbanos (Fig. 8 y Fig. 9), con el consecuente daño ambiental que implica.



Fig. 8. Escombreras en aceras de la calle Henríquez Ureña, Sto. Dgo.

Fuente: Periódico Diario Libre.



Fig. 9. Escombreras en aceras de la calle Mella, Santiago.

Fuente: Periódico Diario Libre.

Para recuperar estos espacios las autoridades correspondientes organizan brigadas de limpieza para retirar decenas de toneladas de escombros y restablecer el tránsito peatonal habitual.

Se conoce, por medio de estudiantes del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC), que Santo Domingo genera 485,850 m³ de escombros anuales; pero se desconoce la exactitud de dicha cifra; ya que, se ha omitido el tipo de estudio que ha llevado a esta conclusión, no se han referido a un sector en concreto (vivienda, industrias, etc.) y además dicha cantidad se facilitó con la intención de participar en un concurso de desarrollo sostenible 2012 sobre “propuesta de aprovechamiento de los residuos de construcción” organizado por la empresa ODEBRECHT; por tanto, Rep. Dominicana necesita un estudio más exhaustivo que englobe el resto de ciudades del país.

Hay que destacar que son muy pocos los países de América Latina y el Caribe que incluyen dentro de su gestión medioambiental una estrategia para los residuos de construcción. El primer país que contó con una planta de reciclaje de los RCD en América Latina por medio de la resolución expuesta por el CONAMA en el año 2002 fue Brasil, la cual se encarga específicamente de los residuos de construcción civil y a partir de esto sus municipios han venido retomando sus acciones como por ejemplo Sao Pablo, Salvador y otros (Mercante, Bovea, Arena, & Martinengo, 2009).

Brasil genera alrededor de 750,000 ton de residuos de C&D al año que, con la aprobación de la Política Nacional de Residuos Sólidos todos los municipios brasileños aplican un plan de gestión de residuos para la buena disposición de los escombros, ya que, aproximadamente el 60% del total de los residuos producidos son provenientes de procesos de construcción y demolición (Lorena et al.,). Se estima que los residuos de las medianas y grandes ciudades brasileras generan en las construcciones entre el 41 y el 70% de los residuos sólidos urbanos, ósea más o menos de 0.23 a 0.76 toneladas (Mayorga et al., 2009). Por ejemplo en Sao Pablo se generan alrededor de 17,000 toneladas diarias de desechos de construcción y demolición casi el doble de lo que significa la basura doméstica, del cual 95% proviene de obras privadas, de los cuales 85% son transportadas con un debido tratamiento y el 15% se vuelven problema para la población (Júnior & Fortes, 2008).

Por otra parte, en Bogotá, Colombia, la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP) reporta que se producen cerca de 12 millones de toneladas de escombros por año; de los cuales la UAESP solo se encarga de 333,000 toneladas; el resto son utilizadas en operaciones ilegales¹⁸, ya que no existen puntos destinados para tales escombros¹⁹. Por ello a partir del 2010 se puso en marcha la campaña “Bogotá Florece”, con una duración de tres meses y medio, la cual se encargaba de realizar brigadas de aseo para recolectar los escombros de la ciudad con el objetivo de eliminar 20 botaderos de escombros por día, asegurando que por cada botadero que se erradique no se cree otro nuevo²⁰.

En comparación con Rep. Dominicana, Colombia hasta hace poco tenía pocas exigencias de regulaciones ambientales dentro del sector de la construcción, por lo que al crear nuevos mecanismos de manejo de residuos se encuentran muchos profesionales en el sector que no tienen el suficiente conocimiento para el manejo de los mismos y mucho menos los contratados para la mano de obra de estas (Cárcamo Meola & Camargo, 2009). Sin embargo a pesar de que su nivel de gestión de residuos aún es bajo, han avanzado un paso conociendo la magnitud de la problemática con las cifras de residuos de construcción generados en el país anualmente.

Es así como se ve que la realidad de Colombia y Rep. Dominicana no es muy diferente a la de otros países, específicamente con Brasil, puesto que es necesario acoger o implementar medidas para la gestión de los residuos de C&D con el único fin de acceder a la minimización por medio de reciclaje y reutilización (Tabares Jaramillo & García Henao, 2009).

Con respecto al sector turístico en la Rep. Dominicana, se conocen algunos estudios de impacto ambiental de los complejos turísticos, pero sus conclusiones son expresadas de

¹⁸ Artículo del periódico El Tiempo: *¿Quién responde por estas montañas de escombros? / Con nombre propio* publicado el 13 de Abril del 2012.

¹⁹ Artículo del periódico El Tiempo: *Nota de la semana / El manejo de escombros* por Carlos Burgos Moyano, publicado el 27 de Noviembre del 2006.

²⁰ Artículo del periódico El Tiempo: *Mañana empieza programa Bogotá Florece, Campaña para acabar con 1.200 basureros* publicado el 17 de Enero del 2010.

manera generalizada y sin proporcionar la cifra de residuos de C&D. Un ejemplo de las evaluaciones de impacto ambiental entregadas al Ministerio de Medio Ambiente es el proyecto turístico complejo Cap Cana (Tabla 12 y Tabla 13), compuesto por Área Marina (2,988,433m²), Punta espada (2,498,739 m²) Area las Canas (2,278,541 m²), Raquet Village (3,067,865 m²), Green Village (947,614 m²), Cap Cana Village (4,379,639 m²), Marina Golf Course (1,432,150 m²), Boulevard Tower (1,711,555 m²), Mounstain Golf Course (2,012,230 m²) y Farallon Course (6,902,636 m²).

	Impactos negativos					
	Calidad de aire	Emisiones sonoras	Destrucción de suelo	Alteración de paisaje	Deforestación de bosques	Destrucción de hábitat
Excavación, Mov. de Tierra	Importancia Moderada. Mitigable	Importancia irrelevante. Recuperable de manera inmediata	Importancia Moderada. Irrecuperable	Importancia Moderada. Irrecuperable	Importancia Severa. Irrecuperable	Importancia Moderada. Mitigable
Explotación de canteras						
Adecuación de accesos						
Depósito de materiales excedentes						
Construcción de base y edificaciones						
Construcción de campo de golf y lagos artificiales						
Retiro del sitio de la obra						

Grado de incidencia o intensidad Baja-1 (no significativa), Media-2 (compatible), Alta-4 (moderada), Muy alta-8 (severa), Total-12 (crítica).

Tabla 12. Evaluación de impacto ambiental para los proyectos turísticos ubicados dentro del complejo Cap Cana. Fuente: (Berger Group, 2010).

Año	M ² Construcción	M ³ Hormigón	M ³ Grava	M ³ arena
2004	255,107	204,086	148,983	106,125
2005	255,107	204,086	148,983	106,125
2006	414,571	331,657	242,110	172,462
2007	1,411,679	1,129,343	824,420	587,258
2008	1,712,036	1,369,629	999,829	712,201
2009	2,234,929	1,787,943	1,305,198	929,730
2010	2,348,821	1,879,057	1,371,712	977,110
2011	2,742,429	2,193,943	1,601,578	1,140,850
2012	2,742,429	2,193,943	1,601,578	1,140,850
2013	2,988,964	2,391,171	1,745,555	1,243,409
2014	3,235,500	2,588,400	1,889,532	1,345,968
2015	3,531,536	2,825,229	2,062,417	1,469,119
Total	23,873,107	19,098,486	13,941,895	9,931,213

Tabla 13. Estimación de demanda de agregados de Cap Cana. Fuente: (ICMA, International Capital Market Association, 2008) .

En la Tabla 12 solo se tomaron en cuenta las fases de construcción relacionadas con los materiales y no se plantea ningún plan de gestión para los residuos de materiales de construcción y demolición como forma de minimizar los impactos ambientales de dichas construcciones, no obstante, el reporte incluye los impactos de energía y agua, aunque evaluados con los mismos criterios

CAPÍTULO 6. Análisis de las muestras

6.1 Descripción de las obras

Las obras o muestras utilizadas son villas turísticas ubicadas en el complejo Casa de Campo, provincia La Romana; las cuales tienen características constructivas similares con menos de 5 años de antigüedad y una superficie comprendida entre 1,000m² y 2,600m².

En la Tabla 14, se presentan las muestras de análisis, aportando los datos de los valores más representativos. Es importante mencionar, que los parámetros de superficie construida y de superficie útil han sido seleccionados como los parámetros que permitirán la normalización de los resultados que se obtengan en el programa, de esta forma las variables estudiadas resultantes pueden ser comparadas de forma objetiva entre ellas.

Muestras	Provincia	Localidad	Fecha de diseño	Superficie Construida m ²	Superficie Útil m ²
Villa La Catalina	La Romana	Casa de Campo	Mayo 2012	1,913	1,913
Punta Minita	La Romana	Casa de Campo	Abril 2010	2,523	812

Tabla 14. Resumen de datos significativos de las muestras de la investigación.

Fuente: Elaboración propia basados en los presupuestos de obra.

Dentro del estudio se han seleccionado como datos las partidas de excavación, cimentación, estructura horizontal y vertical, cubierta, escaleras fijas, cerramiento exterior e interior, acabados de mortero y pavimentos, considerando que son los elementos que perduran durante su vida útil y son los que mayor cantidad de residuos generan al realizar una reforma; además de que en las dos muestras son elementos similares y uniformes.

No se considera las partidas relacionadas con instalaciones, acabados de pintura, muebles de baño y cocina y otras partidas que no implican insumos de materiales en ellas (de mano de obra, seguridad y protección, servicios temporales, entre otro, porque todas estas incrementarían la variabilidad de los resultados y no son de validez para el trabajo propuesto.

6.2 Herramienta informática de evaluación de residuos de construcción Net Waste Tool (NWT)

Como se ha mencionado en el apartado 4.5, la herramienta informática de gestión de residuos *Net Waste Tool (NWT)*, pertenece a la empresa *Waste & Resource Action Programme (WRAP)* con sede en Reino Unido, la cual ayuda a empresas y particulares a obtener beneficios de la reducción de residuos, a desarrollar productos sostenibles y al uso de recursos de forma eficiente.

Según la guía del programa las aportaciones del mismo son las siguientes:

1. Genera pronósticos de residuos y prioriza la reducción de éstos a través de un plan de gestión.
2. Aplica valores de ingeniería en fase de diseño para reducir los costes de desperdicios.
3. Optimiza la estrategia de los residuos para la separación en la propia obra con un coste mínimo.
4. Elige el coste más competitivo para adoptar medidas de reutilización de los materiales y de un mayor contenido de reciclado en los productos de construcción.
5. Evalúa el rendimiento contra objetivos empresariales, tales como la reducción de residuos en vertederos y el avance hacia una neutralidad o residuos cero.

El diseño de la herramienta consta de una serie de páginas web que permiten al usuario introducir información de forma intuitiva sobre las partidas específicas de cada obra y de sus volúmenes, para luego obtener como resultados la estimación de los residuos que se van a generar o a producir. Todo el análisis se construye a partir de información de las especificaciones del proyecto, lo que significa que el análisis de cada proyecto es específico, por tanto, los datos utilizados en las muestras se estructuran de acuerdo con la siguiente jerarquía: 1. Componentes de los productos más básicos o materiales entregados al sitio (por ejemplo, ladrillos, hormigón, revestimiento, etc.), 2. Elementos del proyecto (por ejemplo, paredes exteriores, pisos, escaleras, vallas, etc.), y 3. Proyectos, una colección de elementos que componen un proyecto definido o de otro proyecto de construcción (por ejemplo, una vivienda, oficinas, carreteras, puentes, etc.).

Con respecto a los componentes, el programa cuenta con una base de datos de referencia de más de 6000, abarcando todos los aspectos de la construcción de un edificio, e incluso también, de proyectos de infraestructura. Sin embargo, para las muestras se añadieron los componentes de construcción como nuevos incluyendo información específica con respecto a: unidad (m^2 , t, kg, etc.), dimensiones y densidad, porcentaje de tasas de desperdicio, el contenido reciclado en masa (práctica estándar y práctica deseada), tipo de material (cada componente se puede conformar con hasta cuatro tipo diferentes de materiales), tasa, el coste de instalación que incluye la mano de obra y los materiales y el porcentaje de materiales, el porcentaje de la tasa global que puede atribuirse al coste exclusivo del material.

Una vez introducida la información sobre los proyectos, la herramienta utiliza esta información para realizar algoritmos de cálculo que le permiten evaluar los niveles de residuos generados sobre la base de la cantidad o del peso de los residuos de los materiales. De esta forma, la formulación de estos nos permite identificar acciones específicas para reducir los niveles de residuos generados, así como también la clasificación de esta información por masa de residuos o por el valor de los materiales desperdiciados.

Luego de terminar esta primera fase de análisis, NWT facilita las pautas que permiten la selección de los residuos, la identificación de los materiales que provocarán una mayor reducción y su secuencia dentro de la organización de las obras. Además, determina el coste de clasificación de los residuos y la cantidad de contenedores de acopio necesarios a lo largo de la duración de la obra (Fig. 10).

Finalmente, NWT aporta los posibles destinos de cada material clasificado durante la construcción, valorando la cantidad de dicho material que terminará siendo asimilado como posible material reutilizado, como residuo, en vertedero (Fig. 10).

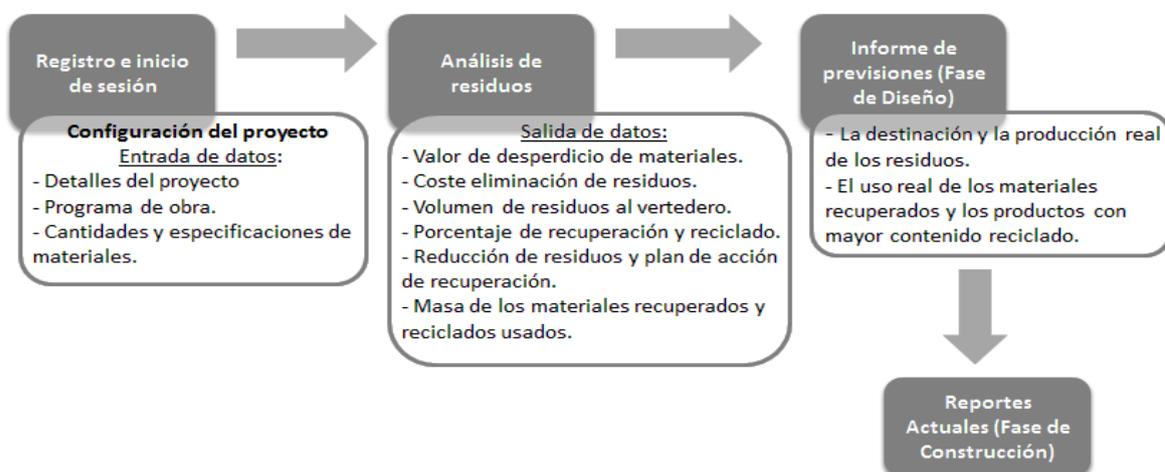


Fig. 10. Esquema sobre la descripción general de las entradas y salidas de la herramienta NWT.
Fuente: Elaboración propia a partir de la guía de la herramienta.

6.2.1 Procesado de la información en NWT

El primer paso fue acceder a la página web <http://nwtool.wrap.org.uk/Home.aspx> para realizar el registro y crear una cuenta, donde seguido de ello apareció el apartado *My projects* y la opción para agregar un nuevo proyecto (*Add new project*) (Fig. 11). A partir de aquí se inició la introducción de los datos básicos de las obras y de su cronología o *planning* de proyecto (Fig. 12).

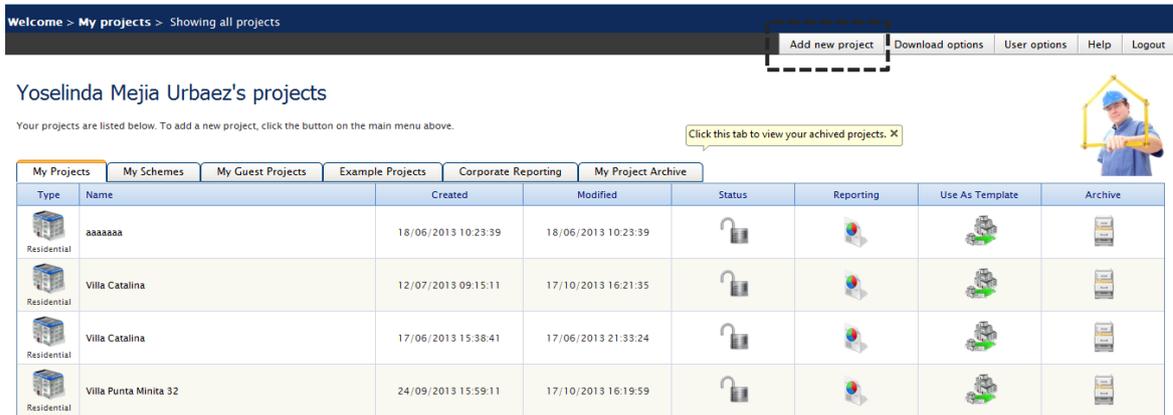


Fig. 11. Ventana de *My Projects* donde se pueden agregar nuevos proyectos.
 Fuente: NWT.

Fig. 12. Ventana donde se introducen los datos básicos del proyecto a analizar.
 Fuente: NWT.

Luego de introducir los datos básicos de las muestras, se procedió a introducir y modificar de forma individual todas las partidas que se deseaban evaluar, editando las características de cada una, ya que, la base de datos de la herramienta no se adaptaba a las muestras (Fig. 13).



Fig. 13. Ventana para acceder a agregar y editar las características de los componentes.
 Fuente: NWT.

El proceso para agregar componentes se basaba en navegar a través de las pestañas superiores para identificar el capítulo deseado del proyecto, y luego trabajar por categorías con las partidas de obras específicas necesarias para cada proyecto (Fig. 14). En esta área la pantalla muestra los siguientes datos de cada una de las partidas de obra que se han introducido: a) Descripción de las partidas de obra, b) Unidad (por ejemplo, m, m2, m3, nr), c) Precio por unidad, d) Porcentaje de materiales respecto del precio total de la partida de obra, e) Cantidad que se utiliza de cada partida de obra (Fig. 15), f) Contenido de reciclado (aplicando medidas estándares, buenas u óptimas) (Fig. 16 y Tabla 16) y g) Tasa de Desperdicios (aplicando medidas estándares o buenas) (Fig. 17 y Tabla 17).

Add and edit components

[Save & back to project homepage](#)

Substructure		Frame	Floors	Roof	Stairs	External Walls	Windows and External Doors	Internal Walls	Internal Doors	Walls, Floors and Ceilings - finishes					Select component	Site won materials
Services		Balconies	Bathrooms / Toilets	Kitchens & Laundry		Distribution										
	Component	Unit	Rate £	Material %	Default Qty	User Qty	RC Std %	RC Good %	RC Best %	Wastage Baseline %	Wastage Good %	Part of an MMC assembly				
View/Edit	Concrete Strip, Strength C30 or higher, 600 deep (up to and inc. DPC) with reinforcing	m	160.00	66.00	0	0	12.00	15.00	17.00	4.00	2.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
View/Edit	Trenchfill foundation	m	174.00	74.00	0	0	0.00	24.00	90.00	5.00	2.50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
View/Edit	Zapata de columnas Z-1	m3	12321.0	26.00	0	9	12.00	15.00	17.00	4.00	2.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Add		
View/Edit	Zapata de columnas Z-2	m3	12545.0	38.00	0	7	12.00	15.00	17.00	4.00	2.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Add		
View/Edit	Zapata de columnas Z-3	m3	12317.0	40.00	0	5	12.00	15.00	17.00	4.00	2.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Add		

Fig. 14. Ventana para agregar y editar los componentes.

Fuentes. NWT.

Basic details		Recycled content	Wastage	Add new component
Core details				
Component Name		Rate (£ / unit)		% Materials
Zapata de columnas Z-2		£12,545		38 %
Category 2	Category 3	Unit	Qty	
Substructure	a) Foundation	m3	7	
Component dimensions				
Length (m)	Width (m)	Height (m)	Density factor (t/m ³)	
1.2000	1.2000	0.3000	2.1000	
Volume (m ³ /unit)	Mass (t/unit)	Auto calculate volume and mass		
0.4320	0.9072	<input checked="" type="checkbox"/>		

Fig. 15. Esquema general de la ventana especificaciones de una partida.

Fuente: NWT

Basic details		Recycled content	Wastage	Add new component
% Standard recycled content	% Good recycled content	% Best recycled content		
12 %	15 %	17 %		

Fig. 16. Esquema de la ventana sobre el contenido de reciclado.

Fuente: NWT.

En la Fig. 16 se muestra el apartado de *Recycled content*, que hace referencia al contenido de reciclado del componente expresado en porcentajes; y se valoran como estándar (nivel mínimo previsible), bueno (un nivel mayor que el establecido por la norma) u óptimo (el mayor contenido reciclado actualmente disponibles en los productos en el mercado del Reino Unido).

Material	Densidad (T/m ³)
Hormigón armado	2.4
Hormigón en masa	2.1
Madera	0.6
Cerámica	0.7

Tabla 15. Parámetros de las densidades de los materiales utilizados en las muestras.

Fuente: NWT

Elemento	Standard	Good	Best
Zapata, Rampa de escalera y muros	12%	15%	17%
Losa aligerada y losa de techo	15%	20%	21%
Columnas, vigas y dinteles	20%	23%	25%
Empañete en losa, vigas y columnas	20%	25%	30%
Piso de cerámica	27%	30%	35%

Tabla 16. Parámetros utilizados en las muestras para el contenido de reciclado.

Fuente: NWT.

La Fig. 17 muestra el apartado de *Wastage rates* que hace referencia a las tasas de desperdicios, los detalles del empaquetado (*Packaging details*), y la composición del material (*Material Composition*); donde los valores de tasas de desperdicio y la composición de los materiales fueron obtenidos por medio de guía de productos del WRAP, mientras que los valores de empaquetado fueron obtenidos de la base de datos *Metabase* del ITEC.

The screenshot shows a web-based form with three main sections:

- Wastage rates:** Includes input fields for 'Baseline wastage rate (%)' (4%), 'Good practice wastage rate (%)' (2%), 'Best practice wastage rate (%)' (0%), and 'Cost of take back per unit' (£) £0.
- Packaging details:** Includes input fields for 'Pallets (kg/unit)' (0.00), 'Other timber (kg/unit)' (0.00), 'Cardboard / Paper (kg/unit)' (0.00), 'Plastic (kg/unit)' (0.00), 'Metal (kg/unit)' (0.00), and checkboxes for 'Packaging hazardous?' and 'Treat component as mixed waste?'.
- Material composition:** Includes dropdown menus for 'Primary material type' (17 01 01 - concrete, 99%), 'Secondary material type' (17 04 05 - iron and steel, 1%), 'Third material type' (Please select, 0%), and 'Fourth material type' (Please select, 0%).

Fig. 17. Esquema de la ventana sobre las tasas de desperdicios de las partidas, detalle de empaquetado y composición del material.

Fuente: NWT.

Elemento	Standard	Good
Zapata, Rampa de escalera y muros	4	2
Losa aligerada y losa de techo	4	2
Columnas, vigas y dinteles	4	2
Empañete en losa, vigas y columnas	10	5
Piso de cerámica	8	5

Tabla 17. Parámetros utilizados en las muestras para las tasas de desperdicios.

Fuente: NWT.

6.3 Análisis y discusión de los resultados obtenidos

Para obtener los resultados de la herramienta se accede a *Generate reports* (generar reportes) en la página principal del proyecto a estudiar, donde se podrán descargar las tablas de datos en peso (t), volumen (m³) y coste (€).

6.3.1 Tablas generadas por la herramienta NWT

Se obtuvieron del sistema NWT los reportes de tipologías de residuos generados por las 2 muestras, tomando como base los criterios de gestión estándar y deseada. Las tablas de datos extraídas de la herramienta fueron el contenido de reciclado²¹ y los residuos generados (Tabla 18 y Tabla 19) calculados a través de los coeficientes estadísticos del programa. En ambos casos se prevé lograr una cantidad mayor de reciclaje de residuos, para la muestra 1 con respecto al contenido de reciclado estándar el aumento que se espera es de 0.31%. Por otra parte, para la muestra 2 el aumento del reciclaje de residuos que se espera es de 0.21%.

Con respecto a los residuos generados con la gestión estándar en toneladas y metros cúbicos, en la muestra 1 se espera con la gestión deseada una reducción del 15% de los residuos; mientras que para la muestra 2 se espera una reducción del 18% de los residuos. Cabe destacar que los datos de valor de residuos, coste de contenedores y coste total no han sido subrayados debido a que el precio, aunque es una aproximación, varía mucho con respecto a la región que se está analizando.

Contenido reciclado y los residuos generados (Muestra 1)						
Tipo de gestión	Contenido reciclado (%)	Residuos generados (t)	Residuos generados (m ³)	Valor residuos (€)	Coste contenedores (€)	Coste total residuos (€)
Estándar	2.11%	4,511.97	4,906.49	1,616,895.33 €	189,410.00 €	1,806,305.33 €
Deseada	2.42%	4,326.30	4,699.83	685,207.14 €	162,565.00 €	847,772.14 €

Tabla 18. Contenido reciclado y residuos generados por Villa Catalina.

Fuente: Elaboración propia.

Contenido reciclado y los residuos generados (Muestra 2)						
Tipo de gestión	Contenido reciclado (%)	Residuos generados (t)	Residuos generados (m ³)	Valor residuos (€)	Coste contenedores (€)	Coste total residuos (€)
Estándar	1.81%	2,130.03	2,378.34	773,687.82 €	91,650.00 €	865,337.82 €
Deseada	2.02%	1,987.39	2,221.03	315,695.21 €	85,540.00 €	401,235.21 €

Tabla 19. Contenido reciclado y residuos generados por Villa Punta Minita.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, previa la introducción en NWT de la composición de los materiales de cada partida de obra en base al Catálogo Europeo de Residuos (CER) (Fig. 17), la herramienta informática genera los tipos de residuos existentes en cada proyecto de estudio en base a dicha clasificación. En el caso de las muestras se encuentran el hormigón, la madera, el acero, las tejas y cerámicos y las mezclas bituminosas como los materiales que generan residuos en el proceso de construcción (Tabla 20. y Tabla 21.).

Catalina. RESIDUOS SEGÚN TIPO DE MATERIAL									
Tipos de residuos según CER	Total materiales (t)	Residuos estándar (t)	Residuos deseados (t)	Total materiales (m ³)	Residuos estándar (m ³)	Residuos deseados (m ³)	Total materiales (€)	Residuos estándar (€)	Residuos deseados (€)
17 01 01 Hormigón	1,335.09	207.53	55.53	1,695.58	263.51	70.58	16,484,534.94 €	996,880.45 €	392,971.81 €
17 02 01 Madera	11.57	1.62	0.46	3.94	0.55	0.16	3,692,315.13 €	171,697.98 €	87,469.37 €

²¹ Se entiende al porcentaje de material que se prevé que se conseguirá reciclar en la totalidad de la obra analizada.

17 04 05 Hierro y acero	441.28	47.04	14.28	180.92	19.24	5.85	9,656,526.76 €	448,316.88 €	204,766.00 €
TOTAL	1,787.94	256.19	70.27	1,880.44	283.30	76.59	29,833,376.83 €	1,616,895.31 €	685,207.18 €

Tabla 20. Residuos de Villa Catalina según tipo de material.
Fuente: Elaboración propia.

Punta minita. Residuos según tipo de material									
Tipos de residuos según CER	Total materiales (t)	Residuos estándar (t)	Residuos deseados (t)	Total materiales (m ³)	Residuos estándar (m ³)	Residuos deseados (m ³)	Total materiales (€)	Residuos estándar (€)	Residuos deseados (€)
17 01 01 Hormigón	951.76	158.12	43.45	1,208.74	200.83	55.18	5,833,503.95 €	485,856.06 €	178,209.08 €
17 02 01 Madera	9.97	1.67	0.49	3.39	0.58	0.16	633,779.39 €	64,532.04 €	27,572.32 €
17 01 03 Tejas y materiales cerámicos	14.34	1.15	0.72	8.46	0.68	0.42	551,446.31 €	44,115.71 €	31,655.71 €
17 03 02 Mezclas bituminosas distintas al código 17 03 01	16.10	1.29	0.80	13.20	1.06	0.66	442,750.00 €	35,420.00 €	22,137.50 €
17 04 05 Hierro y acero	222.42	35.26	9.37	91.18	14.44	3.82	2,396,365.20 €	143,764.01 €	56,120.63 €
TOTAL	1,214.59	197.49	54.83	1,324.97	217.59	60.24	9,857,844.85 €	773,687.82 €	315,695.24 €

Tabla 21. Residuos de Villa Punta Minita según tipo de material.
Fuente: Elaboración propia.

En la primera observación de los datos, se puede identificar que el hormigón seguido del acero son los materiales que más residuos producen en ambas muestras, destacándose del resto de residuos determinados. Esto debido a que la industria de la construcción del país se ha concentrado en utilizar materiales básicos dando prioridad al concreto y bloques de hormigón por considerarse un material duradero y resistente; no obstante el uso del acero, a pesar de ser más costoso, ha ido en aumento ya que ofrece mayor resistencia símica.

Como síntesis de la información en la Tabla 22 y el Gráfico 10 se presentan los promedios de la cantidad de residuos generados por las muestras, donde se puede decir que la gestión deseada sobre la gestión estándar reduce en términos generales del orden del 73% para el caso del hormigón, la madera y el acero; mientras que para las tejas, materiales cerámicos y las mezclas bituminosas se reduce un 37%. Sin embargo, la normalización permitirá más exactitud en el cotejo de los diferentes residuos.

PROMEDIO DE LOS RESIDUOS EN BASE AL CATALOGO EUROPEO DE RESIDUOS (CER)									
Tipos de residuos según CER	Total materiales (t)	Residuos estándar (t)	Residuos deseados (t)	Total materiales (m ³)	Residuos estándar (m ³)	Residuos deseados (m ³)	Total materiales (€)	Residuos estándar (€)	Residuos deseados (€)
17 01 01	1,143.43	182.83	49.49	1,452.16	232.17	62.88	11,159,019.45	741,368.26	285,590.45
17 02 01	10.77	1.65	0.48	3.67	0.57	0.16	2,163,047.26	118,115.01	57,520.85
17 01 03	14.34	1.15	0.72	8.46	0.68	0.42	551,446.31	44,115.71	31,655.71
17 03 02	16.10	1.29	0.80	13.20	1.06	0.66	442,750.00	35,420.00	22,137.50
17 04 05	331.85	41.15	11.83	136.05	16.84	4.84	6,026,445.98	296,040.45	130,443.32
TOTAL	1,516.49	228.06	63.31	1,613.54	251.32	68.96	20,342,709.00 €	1,235,059.42 €	527,347.82 €

Tabla 22. Promedio de los residuos en base al Catálogo Europeo de Residuos (CER).
Fuente: Elaboración propia.

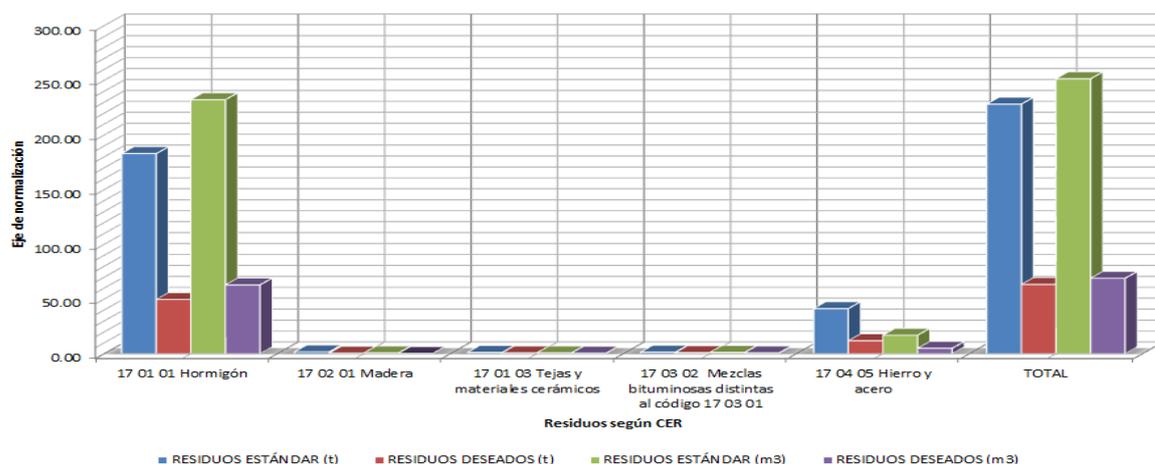


Gráfico 10. Promedio de la cantidad de residuos en base al Catálogo Europeo de Residuos (CER).

Fuente: Elaboración propia.

Por último en la Tabla 23 se presentan el promedio de los porcentajes de los residuos generados por las muestras en base al CER, donde el hormigón produce el 80% de los residuos seguido del acero con un 18 % y el 2% corresponde a la madera, a las tejas y cerámicos y a las mezclas bituminosas; porcentajes discrepantes en comparación con otros países Latinoamericanos como Colombia y Brasil (ver apartado 4.1).

Promedio de los residuos expresados como porcentajes parciales de cada tipo de residuo en base al CER									
Tipos de residuos según CER	Total materiales (t)	Residuos estándar (t)	Residuos deseados (t)	Total materiales (m ³)	Residuos estándar (m ³)	Residuos deseados (m ³)	Total materiales (€)	Residuos estándar (€)	Residuos deseados (€)
17 01 01	75.40%	80.17%	78.17%	90.00%	92.38%	91.19%	54.86%	60.03%	54.16%
17 02 01	0.71%	0.72%	0.75%	0.23%	0.22%	0.23%	10.63%	9.56%	10.91%
17 01 03	0.95%	0.50%	1.14%	0.52%	0.27%	0.61%	2.71%	3.57%	6.00%
17 03 02	1.06%	0.57%	1.26%	0.82%	0.42%	0.96%	2.18%	2.87%	4.20%
17 04 05	21.88%	18.04%	18.68%	8.43%	6.70%	7.01%	29.62%	23.97%	24.74%
Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Tabla 23. Promedio de los residuos expresados como porcentajes en base al CER.

Fuente: Elaboración propia.

6.3.2 Normalización de datos » Análisis de resultados

Para realizar una comparación entre los resultados de los residuos generados por ambas muestras, se normalizaron los datos del contenido de reciclado y los residuos clasificados en base al CER; dividiendo cada residuo entre los parámetros de homogeneización, los cuales son características similares y comparables entre sí de cada muestra: Superficie construida, superficie útil, excavación, bloques de hormigón, pisos y revestimiento y coste total (Tabla 24). Como resultado se obtuvieron los promedios normalizados de la Tabla 25 y Tabla 26.

Muestra u obras	Parámetros de homogeneización					Coste total(€)
	Superficies (m ²)					
	Superficie construida	Superficie útil	Excavaciones (m ³)	Bloques de hormigón	Pisos y revestimiento	
Catalina	1,913.00	1,913.00	733.12	2,746.65	1,916.57	87,474,880.00 €
Pm-32	2,523.00	812.00	477.00	2,145.34	1,176.80	96,723,152.00 €

Tabla 24. Parámetros de homogeneización de las muestras.

Fuente: Elaboración propia.

RESIDUOS GENERADOS NORMALIZADOS										
Muestras u obras	Tipo de gestión	Superficie Construida			Superficie Útil			EXCAVACIONES		
		Residuos generados (t)	Residuos generados (m³)	Valor residuos (€)	Residuos generados (t)	Residuos generados (m³)	Valor residuos (€)	Residuos generados (t)	Residuos generados (m³)	Valor residuos (€)
Catalina	Estándar	2.36	2.56	0.00	2.36	2.56	0.00	6.15	6.69	0.00
Punta Minita		0.84	0.94	0.00	2.62	2.93	0.00	4.47	4.99	0.00
PROMEDIO		1.60	1.75	0.00	2.49	2.75	0.00	5.31	5.84	0.00
Catalina	Deseado	2.26	2.46	0.00	2.26	2.46	0.00	5.90	6.41	0.00
Punta Minita		0.79	0.88	0.00	2.45	2.74	0.00	4.17	4.66	0.00
PROMEDIO		1.52	1.67	0.00	2.35	2.60	0.00	5.03	5.53	0.00

Tabla 25. Residuos generados normalizados.

Fuente: Elaboración propia.

RESIDUOS GENERADOS NORMALIZADOS										
Muestras u obras	Tipo de gestión	BLOQUES DE HORMIGON			PISOS Y REVESTIMIENTO			COSTE TOTAL(€)		
		Residuos generados (t)	Residuos generados (m³)	Valor residuos (€)	Residuos generados (t)	Residuos generados (m³)	Valor residuos (€)	Residuos generados (t)	Residuos generados (m³)	Valor residuos (€)
Catalina	Estándar	1.64	1.79	0.00	2.35	2.56	0.00	0.000052	0.000056	0.000000
Punta Minita		0.99	1.11	0.00	1.81	2.02	0.00	0.000024	0.000025	0.000000
PROMEDIO		1.32	1.45	0.00	2.08	2.29	0.00	0.000038	0.000040	0.000000
Catalina	Deseado	1.58	1.71	0.00	2.26	2.45	0.00	0.000049	0.000054	0.000000
Punta Minita		0.93	1.04	0.00	1.69	1.89	0.00	0.000021	0.000023	0.000000
PROMEDIO		1.25	1.37	0.00	1.97	2.17	0.00	0.000035	0.000038	0.000000

Tabla 26. Residuos generados normalizados.

Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 11, extraído de la Tabla 25 y Tabla 26, se puede observar que la variable de normalización excavación es la más sensible de los parámetros de análisis por contar ésta con un mayor recorrido entre máximo y mínimo alcanzados, y por tanto debería ser seleccionada como parámetro de decisión. El recorrido más alto de las muestras va desde 6.69 residuos generados en m³ hasta 4.99 residuos generados en m³; con respecto al parámetro de homogeneización de excavaciones. Cabe destacar que dicho recorrido tiene en cuenta los mayores datos de los residuos generados en m³ de la gestión estándar expresados en las tablas de residuos normalizados. En ambos casos, el tipo de gestión deseada es la que genera menor cantidad de residuos, por lo que se considera que es la mejor opción en términos de sostenibilidad.

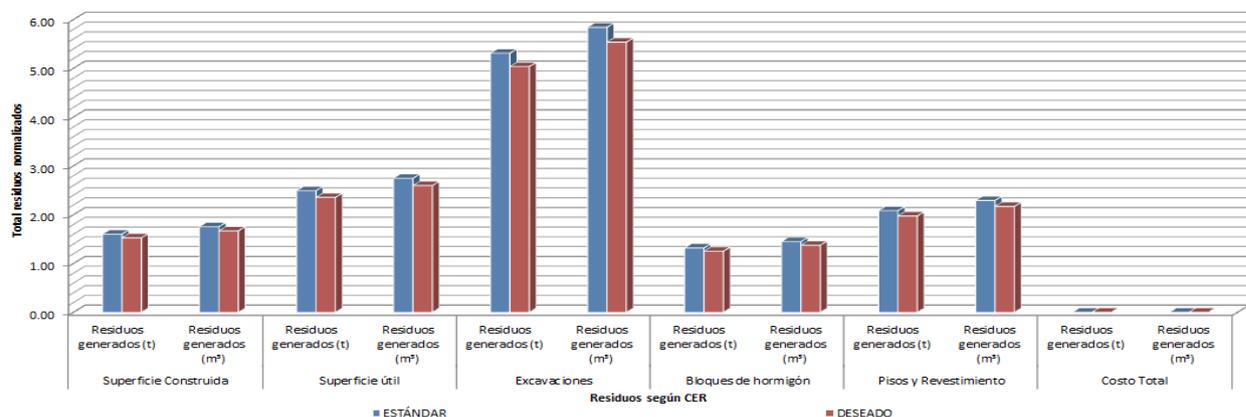


Gráfico 11. Relación de residuos generados normalizados.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, como en el gráfico anterior, el resultado del coste total de los residuos generados es muy bajo, en el Gráfico 12 se puede observar una ampliación de los promedios normalizados de dicho parámetro, donde también que en el parámetro de las excavaciones, la unidad de m³ es más representativa y también se observa que los valores de la gestión deseable es menor frente a la gestión estándar.

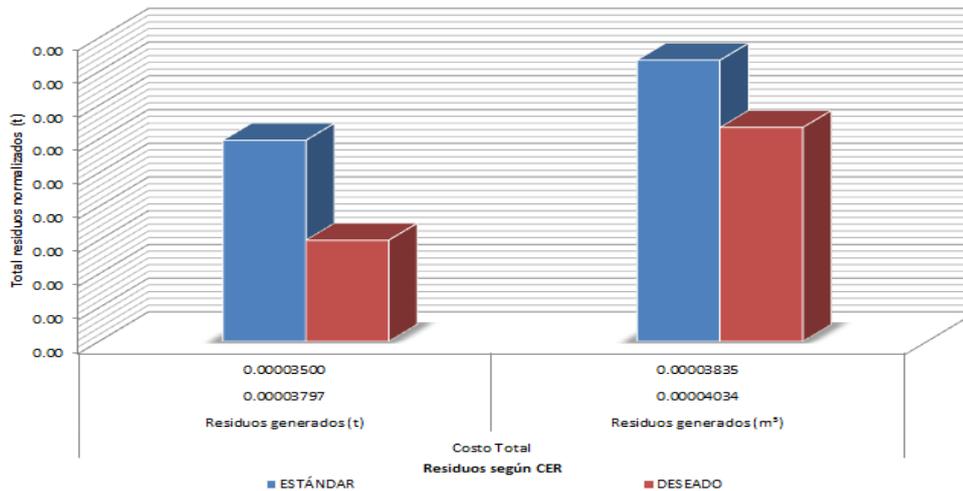


Gráfico 12. Relación de residuos normalizados del coste total en toneladas y metros cúbicos.
Fuente: Elaboración propia.

Como antes se ha mencionado, se normalizaron los residuos de las muestra clasificados en base al CER utilizando los parámetros de homogeneización. El resultado de ello ha sido expresado en la Tabla 27 y en la Tabla 28, siendo el concentrado de promedios de normalización de gestión estándar medidos tanto en toneladas como en metros cúbicos y extraídos del Anexo 1, Anexo 2. Anexo 3., Anexo 4, Anexo 5 y Anexo 6.

Concentrado promedio de la normalización de residuos. Gestión estándar (t)						
	Superficies (m ²)					Costo total
Tipos de residuos según CER	Superficie construida	Superficie útil	Excavaciones	Bloques de hormigón	pisos y revestimiento	
17 01 01	0.09	0.15	0.31	0.07	0.12	0.00
17 02 01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17 01 03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17 03 02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17 04 05	0.02	0.03	0.07	0.02	0.03	0.00

Tabla 27. Concentrado promedio de la normalización de residuos. Gestión estándar (t).
Fuente: Elaboración propia.

Concentrado promedio de la normalización de residuos. Gestión estándar (m ³)						
	Superficies (m ²)					Costo total
Tipos de residuos según CER	Superficie construida	Superficie útil	Excavaciones	Bloques de hormigón	Pisos y revestimiento	
17 01 01	0.11	0.19	0.39	0.09	0.15	0.00
17 02 01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17 01 03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17 03 02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17 04 05	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.00

Tabla 28. Concentrado promedio de la normalización de residuos. Gestión estándar (m³).
Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 13 y el Gráfico 15 se presentan los valores de residuos generados de la Tabla 27 y de la Tabla 28 (tanto en toneladas como en metros cúbicos) bajo los criterios de superficie construida, superficie útil, excavación, bloques de hormigón, pisos y revestimiento y costo total. En el Gráfico 13 se muestran los residuos de gestión estándar en toneladas, donde el residuo que más impacto genera en la construcción de las muestras estudiadas es el hormigón; llegando a reportar valores hasta los 0.31 t/m². El siguiente residuo representativo del estudio es el denominado acero, reportando valores normalizados del orden de 0.00 t/m² hasta 0.07 t/m². En el Gráfico 14 se observa una ampliación de los datos excluyendo los residuos generados por el hormigón, notándose una gran diferencia de cantidad de residuos generados por el acero con respecto al resto de valores.

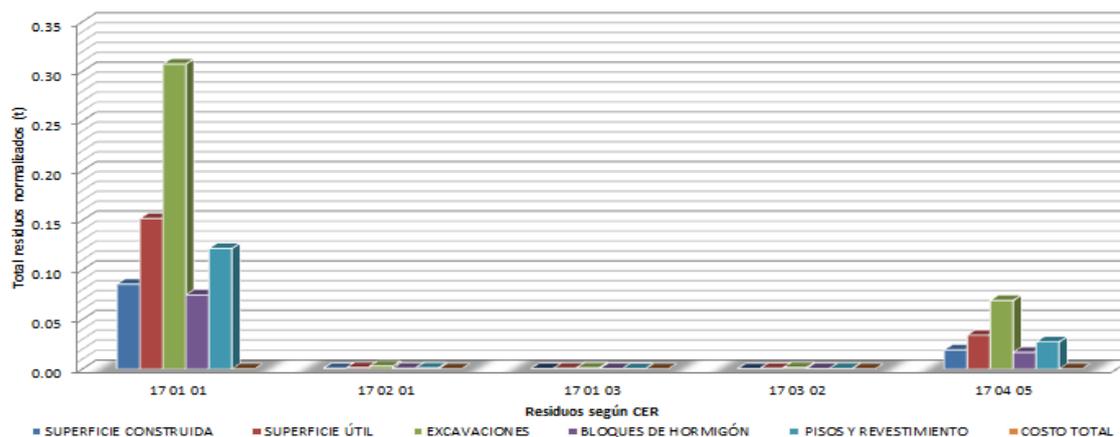


Gráfico 13. Promedio de la normalización de residuos. Gestión estándar (t).

Fuente: Elaboración propia.

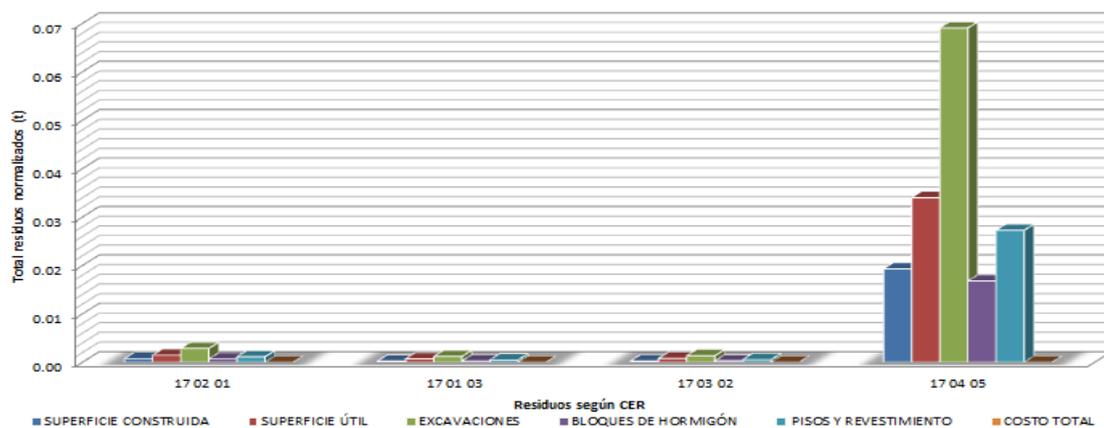


Gráfico 14. Promedio de la normalización de residuos excluido el hormigón (ampliación). Gestión estándar (t).

Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 15 se muestran los residuos de gestión estándar en metros cúbicos, donde también el residuo que más impacto genera es el hormigón; llegando a reportar valores hasta los 0.39 m³/m². El siguiente residuo que destaca es el acero, reportando valores de 0.00 m³/m² hasta 0.03 m³/m². En el Gráfico 16 se observa una ampliación de los datos excluyendo los residuos generados por el hormigón, notándose una gran diferencia de cantidad de residuos generados por el acero con respecto al resto de valores.

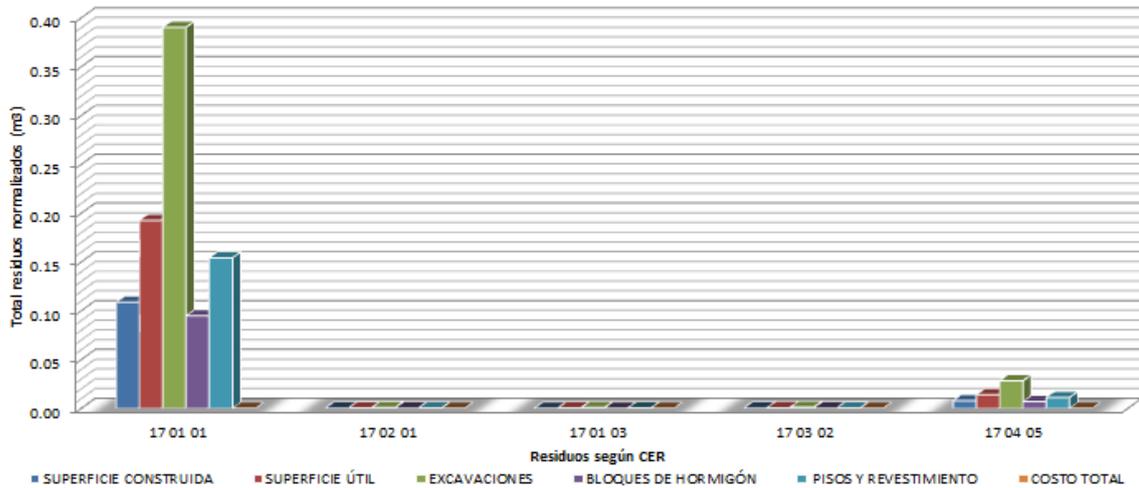


Gráfico 15. Promedio de la normalización de residuos. Gestión estándar (m³).
Fuente: Elaboración propia.

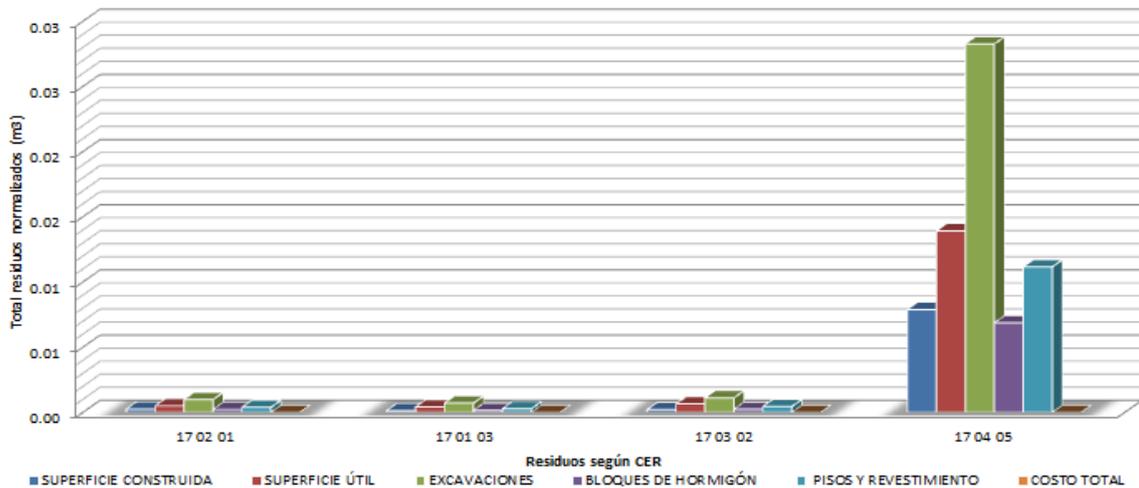


Gráfico 16. Promedio de la normalización de residuos excluido el hormigón (ampliación). Gestión estándar (m³).
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 29 y en la Tabla 30, se presenta el concentrado de promedios de normalización de gestión deseada medidos tanto en toneladas como en metros cúbicos y extraídos del Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3., Anexo 4, Anexo 5 y Anexo 6.

Concentrado promedio de la normalización de residuos. Residuos deseados (t)						
Tipos de materiales (CER)	Superficies (m ²)					
	Superficie construida	Superficie útil	Excavaciones	Bloques de hormigón	Pisos y revestimiento	Costo total
17 01 01	0.02	0.04	0.08	0.02	0.03	0.00
17 02 01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17 01 03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17 03 02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17 04 05	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00

Tabla 29. Concentrado promedio de la normalización de residuos. Residuos deseados (t).
Fuente: Elaboración propia.

Concentrado promedio de la normalización de residuos. Residuos deseados (m ³)						
Tipos de materiales (CER)	Superficies (m ²)					Costo total
	Superficie construida	Superficie útil	Excavaciones	Bloques de hormigón	Pisos y revestimiento	
17 01 01	0.03	0.05	0.11	0.03	0.04	0.00
17 02 01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17 01 03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17 03 02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17 04 05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00

Tabla 30. Concentrado promedio de la normalización de residuos. Residuos deseados (m³).
Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 17 y Gráfico 19 se presentan los valores de residuos generados de la Tabla 29 y de la Tabla 30 (tanto en toneladas como en metros cúbicos) bajo los criterios de superficie construida, superficie útil, excavación, bloques de hormigón, pisos y revestimiento y costo total. En el Gráfico 17 se muestran los residuos de gestión deseada en toneladas, donde el residuo que más impacto genera sigue siendo el hormigón; llegando a reportar valores hasta los 0.08 t/m² con una reducción del 75% con respecto a la gestión estándar. El siguiente residuo representativo del estudio es el denominado acero, reportando valores hasta 0.02 t/m² con una reducción del 72% con respecto a la gestión estándar. En el Gráfico 18 se observa una ampliación de los datos excluyendo los residuos generados por el hormigón, notándose aún gran diferencia de cantidad de residuos generados por el acero con respecto al resto de valores.

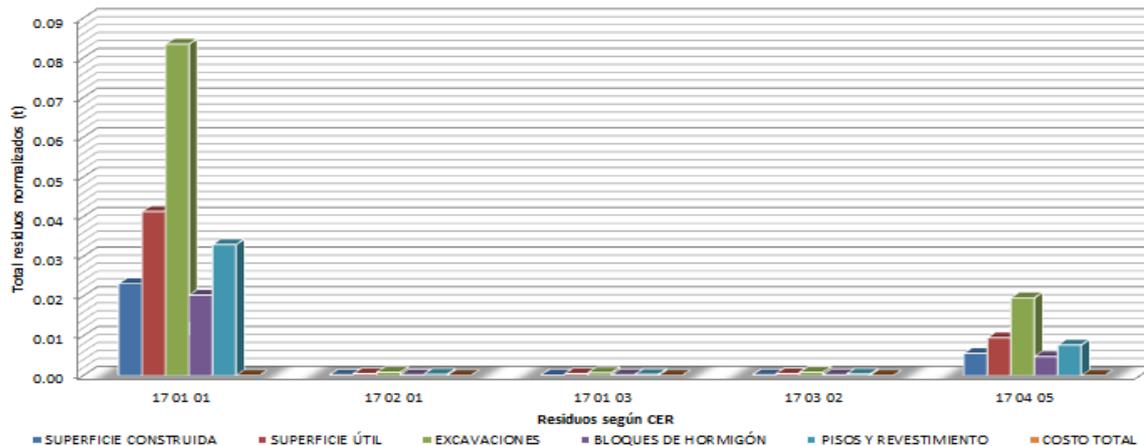


Gráfico 17. Promedio de la normalización de residuos. Residuos deseados (t).
Fuente: Elaboración propia.

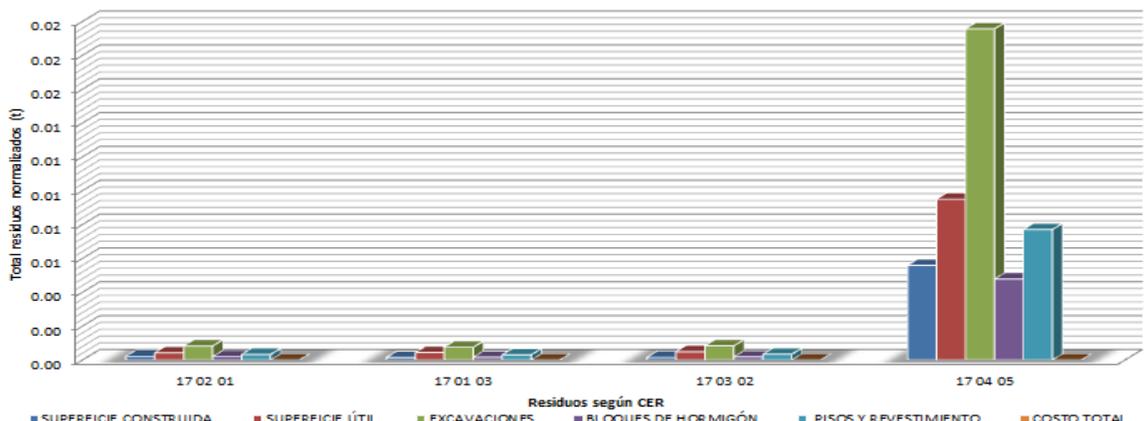


Gráfico 18. Promedio de la normalización de residuos excluido el hormigón (ampliación). Residuos deseados (t).
Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 19 se muestran los residuos de gestión deseada en metros cúbicos, donde también el residuo que más impacto genera es el hormigón; llegando a reportar valores hasta los $0.11 \text{ m}^3/\text{m}^2$ con una reducción del 72% con respecto a la gestión estándar. El siguiente residuo que destaca es el acero, reportando valores hasta $0.01 \text{ m}^3/\text{m}^2$ con una reducción del 67% con respecto a la gestión estándar. En el Gráfico 20 se observa una ampliación de los datos excluyendo los residuos generados por el hormigón, notándose una gran diferencia de cantidad de residuos generados por el acero con respecto al resto de valores.

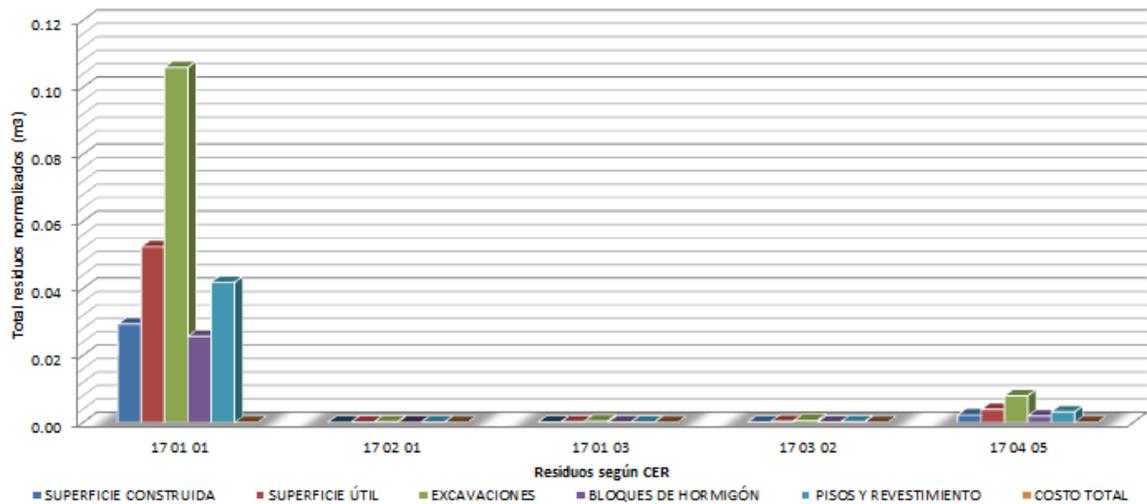


Gráfico 19. Promedio de la normalización de residuos. Residuos deseados (m^3).
Fuente: Elaboración propia.

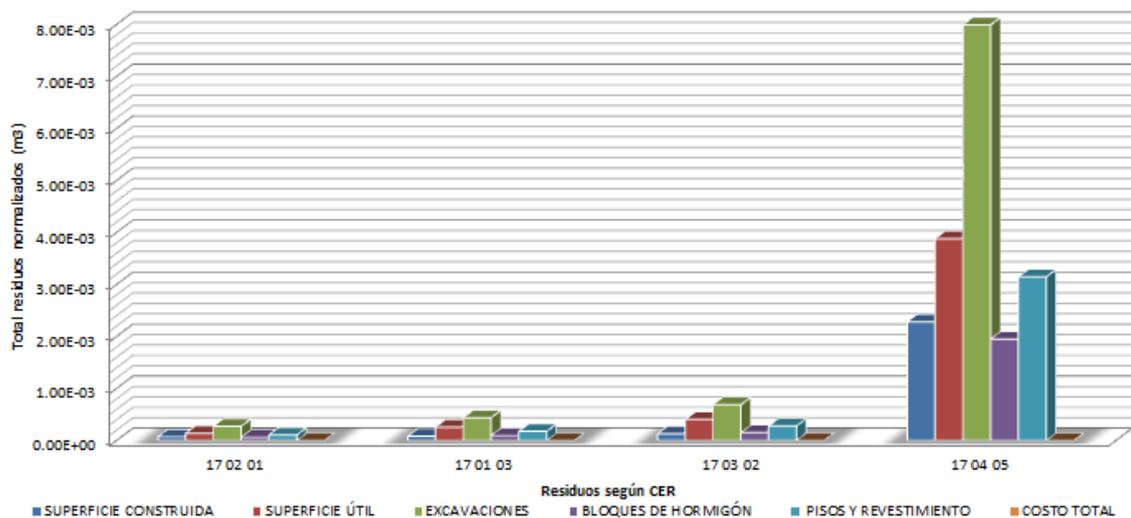


Gráfico 20. Promedio de la normalización de residuos excluido el hormigón (ampliación). Residuos deseados (m^3).
Fuente: Elaboración propia.

6.3.4 Análisis de Sensibilidad » Sistema municipal de reciclaje

Luego de realizar el cálculo de las cantidades y pronosis de la producción de los residuos de construcción, el siguiente paso para iniciar un programa de reutilización de los mismos, es la puesta en marcha y desarrollo eventual de los medios técnicos apropiados para el manipulado y procesado de los residuos de obra.

La instalación necesaria para el reciclaje de escombros consta esencialmente de espacios y equipos para la selección, trituración y clasificación de los materiales. En la Fig. 18 se muestra de forma simple los pasos del procesado de obtención de árido reciclado en una planta de tratamiento de reciclaje, donde se evidencia que es un procedimiento dividido en tres secciones. En la fase primaria se obtienen los residuos de diverso tipo y es seleccionado para su posterior reciclaje, la fase secundaria se encarga de la limpieza del árido y de la reducción de su tamaño reduce la pieza y la fase terciaria que es el resultado final del material.

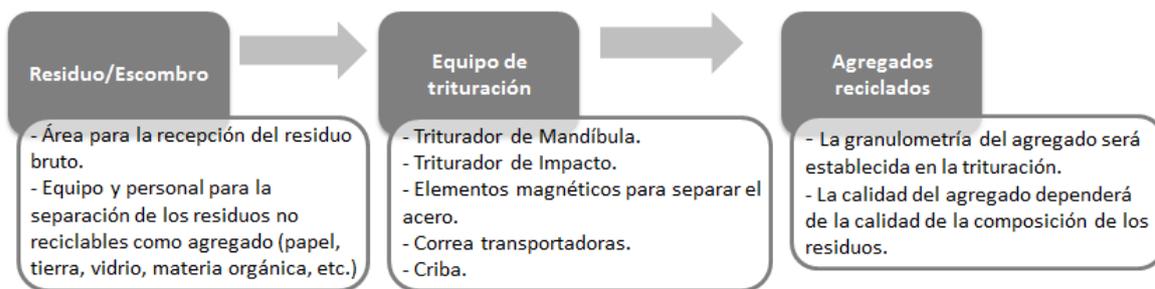


Fig. 18. Fases del proceso de la planta de reciclaje de residuos de materiales de construcción.
Fuente: (CEMPRE, Compromiso Empresarial para el Reciclaje, 1998).

La decisión de crear dicha instalación en la Rep. Dominicana dependerá de una serie de variables, considerando como primordial la implementación de una legislación que dé importancia a la reducción del alto desperdicio en la construcción e incentive la reutilización y el reciclaje dentro del propio local generador.

No obstante, como este trabajo de tesis es una iniciativa mínima para gestionar el destino de los residuos de C&D del sector generador, se ha realizado un análisis de sensibilidad con la finalidad de visualizar de forma inmediata las ventajas y desventajas económicas de realizar la implementación de un sistema (planta) municipal de reciclaje de residuos de C&D e identificar si en el proyecto nos dará los mejores rendimientos. Para ello se ha tomado como ejemplo algunos datos de Belo Horizonte, Brasil y de Connecticut en Estados Unidos sobre las implementación de una planta de reciclaje de residuos de C&D. El precio aproximado del modelo de triturador de material de construcción, móvil y estacionario, es de 60,000.00€. El set (trituración, cribado y transportador de correa) cuenta con un hueco o apertura de capacidad máxima de alimentación de 350mm, un tamaño de descarga de 40-100mm y una capacidad de 15-60t/h.

Para el análisis de sensibilidad, se ha considerado una inversión de 100,000.00€ para una planta con un área de 4,000m² de terreno municipal, donde el coste del reciclaje de materiales sea de 2.50 €/t y vendido a 7.00 €/t; y un estimado de ventas para el primer año de 65,000.00€. Además hay que agregar los gastos fijos que serían de 25,000.00€ y los gastos variables que serían de 20,000.00€. Con estos gastos se tendría una ganancia de 20,000.00€.

Como el proyecto tiene variables que no se pueden controlar y que irían cambiando con el tiempo, serán las ventas y los gastos variables los que pueden variar y por lo tanto modificar la ganancia de la planta de reciclaje.

Para plantear un escenario pesimista serán disminuidas las ventas anuales de 55,000.00 a 25,000.00€ y se incrementarán los gastos variables de 10,000.00 a 40,000.00€ para los próximos 4 años. Como se muestra en la Tabla 31 las alternativas de riesgo al invertir en la posible creación de la planta de reciclaje son muy variantes. Como por ejemplo, si la venta anual del árido reciclado fuera de 45,000.00€ y los gastos variables subieran a 30,000.00€, entonces se iniciaría pérdidas en el negocio. Sin embargo, los puntos de equilibrio financiero se dan cuando las ventas son de 35,000.00€ y los gastos variables son de 10,000.00€ dejándonos sin pérdidas ni ganancias.

Inversión	100,000.00 €				
Ventas	65,000.00 €				
Gastos fijos	25,000.00 €				
Gastos variables	20,000.00 €	Ventas			
Ganancia	20,000.00 €	55,000.00 €	45,000.00 €	35,000.00 €	25,000.00 €
Gastos variables	10,000.00 €	20,000.00 €	10,000.00 €	0€	- 10,000.00 €
	30,000.00 €	0€	- 10,000.00 €	- 20,000.00 €	- 30,000.00 €
	35,000.00 €	- 5,000.00 €	- 15,000.00 €	- 25,000.00 €	- 35,000.00 €
	40,000.00 €	- 10,000.00 €	- 20,000.00 €	- 30,000.00 €	- 40,000.00 €

Tabla 31. Análisis de sensibilidad.

Fuente: Elaboración propia.

Es necesario analizar todas las variaciones para tomar una decisión y conocer si en términos económicos vale la pena invertir en esta clase de proyecto. Lamentablemente para la realización de un escenario probable se debe ser objetivo y contar con más información, la cual no se ha podido obtener.

CAPÍTULO 7. Conclusiones

7.1 Generales

Haciendo referencia al objetivo 1 del apartado 2.2, en la investigación realizada se ha identificado que:

1. El sector hotelero es culpable del 30% de la contaminación de las costas de la Rep. Dominicana; no obstante, es una fuerza económica impulsadora que representa el 16.7% del PIB de la economía del país y contribuye además con los sectores vinculados; por lo que, es necesario propiciar políticas que garanticen un crecimiento sostenido.
2. La industria turística requiere una redefinición partiendo del Estado. El turismo en la Rep. Dominicana se ha desarrollado con políticas turísticas que carecen de un plan de ordenamiento territorial y estrategias a largo plazo con sostenibilidad integrada; el resultado final ha sido el impacto negativo de las instalaciones turísticas construidas con escasa regulación y supervisión.
3. El Ministerio de Medio Ambiente de la Rep. Dominicana considera una prioridad las evaluaciones de impacto ambiental y los permisos ambientales. Existen un conjunto de normas y estándares ambientales, pero a pesar de ello, persisten los problemas en vista de que después de que se conceden ciertos permisos no se llevan a cabo actividades de seguimiento.
4. En la Rep. Dominicana, la falta de información ambiental confiable y actualizada es una seria limitante para el buen diseño de políticas y manejo ambiental. El establecimiento y mantenimiento de sistemas de información ambiental es un reto en términos de capacidad técnica y recursos financieros.
5. Hay espacio para una mayor participación del sector privado en el manejo del medio ambiente. La información acerca del gasto privado en el medio ambiente es muy escasa, pero la evidencia sugiere que el nivel actual de estos gastos es baja. El sector hotelero de Rep. Dominicana puede ejercer grandes intervenciones gubernamentales, siguiendo un rol que, además de exigir la protección de los ecosistemas, colabore con el sector público para mejorar la calidad ambiental aportando estudios de impacto ambiental más específicos.
6. Con respecto a la gestión de residuos, el sistema de tratamiento empleado en la Rep. Dominicana, no es sostenible. Su procedimiento carece de un proceso de clasificación de los mismos y de un programa de recuperación ambiental y reciclaje, tanto de residuos urbanos como de residuos de construcción civil.
7. No existe una política nacional coherente de manejo de los residuos urbanos y de construcción. Los ayuntamientos son, por ley, responsables de los servicios de manejo de residuos, pero no cuentan con la capacidad técnica ni los fondos para ofrecerlos. En tal contexto, las normas emitidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para regular la operación de vertederos no se pueden poner en vigor. Además la responsabilidad legal para construir los vertederos no ha sido aún establecida.
8. Los riesgos de una disposición incontrolada se multiplican por la inadecuada ubicación de los vertederos y por las prácticas de manejo. Aproximadamente el 98% de los residuos urbanos y de construcción recolectados se depositan en vertederos abiertos, ya que no existen instalaciones para la recuperación o reciclaje de materiales.
9. En el país se desconoce la cantidad de residuos generados en la obra y se considera que la tasa de reciclaje es prácticamente nula. El pronóstico de los tipos y cantidades de residuos que puede generar una obra de construcción, puede ser considerado como una iniciativa mínima para planificar una gestión sobre el destino final de dichos residuos.
10. La legislación de cumplimiento obligado es la clave para que se establezcan mejoras sostenibles en las obras de construcción y se tome en cuenta la adecuada supervisión que asegure la evaluación y establecimiento de procedimientos constructivos apegados

a lo deseable, y no a lo que tradicionalmente se ejecuta. La gestión correcta de los residuos de construcción y demolición debe ser considerada como un criterio que permita acreditar un verdadero compromiso ambiental en el establecimiento de una previsión acertada desde la fase de diseño propio de cada proyecto.

En referencia al objetivo del uso de una metodología para la gestión interna de los residuos de construcción (objetivo 2, apartado 2.2), se ha concluido que:

11. La metodología de la herramienta informática *Net Waste Tool* es adaptable a las características constructivas del caso analizado, debido a que se ha tenido como prioridad introducir en el programa los datos más fiables encontrados.
12. Dentro de las obras estudiadas, solo se identifican los residuos definidos como el hormigón, la madera, el acero, las tejas y cerámicos y las mezclas bituminosas como los materiales que generan residuos en el proceso de construcción.
13. En cualquiera de las muestras estudiadas, una gestión de procedimiento clasificada como deseable, en comparación con una gestión de procedimiento estándar, reduce los posibles residuos a generar. Normalmente cuando se quieren reducir los impactos del proceso constructivo se plantea en primer lugar la sustitución de materiales, modificación de equipos y diseño de nuevos productos, pero no siempre se reflexiona sobre la posibilidad de reducir el impacto ambiental negativo a través de cambios en la organización de los procesos y actividades, o de reincorporar los residuos a ciclos productivos en vez de ser sustituidos por otros.

7.2 Específicas

Con respecto al objetivo 3 trazado en el apartado 2.2, se ha concluido que:

1. En las obras analizadas el hormigón y el acero destacan por generar un 80% y un 18% respectivamente y el 2% corresponde a la madera, a las tejas y cerámicos y a las mezclas bituminosas; porcentajes discrepantes en comparación con otros países Latinoamericanos como Colombia y Brasil. Se evidencia que los porcentajes entre los residuos de materiales no son uniformes y que el resultado varía según la procedencia del país o región, tecnología empleada y tipo de proyecto estudiado.
2. El hormigón seguido del acero son los materiales que más residuos producen en ambas muestras, destacándose del resto de residuos determinados. Esto debido a que la industria de la construcción del país se ha concentrado en utilizar materiales básicos, por considerarse materiales duraderos y con mayor resistencia sísmica.
3. Una gestión con procedimiento deseable con respecto a una gestión con un procedimiento estándar, reduce aproximadamente la generación (peso y volumen) y el coste de los residuos en términos generales un 73% para el caso del hormigón, la madera y el acero; mientras que para las tejas, materiales cerámicos y las mezclas bituminosas se reduce un 37%.
4. La excavación es el parámetro de decisión debido a que en comparación con las demás muestras, tiene mayor recorrido entre máximo y mínimo alcanzados, desde 6.69 residuos generados en m³ hasta 4.99 residuos generados en m³.

7.3 Personales

Durante el proceso del trabajo realizado he adquirido conocimiento con respecto al estado actual del sector turístico en mi país y como el desarrollo descontrolado del mismo se ha favorecido por una serie de concesiones otorgadas por el gobierno correspondiente. En este caso el medio ambiente ha servido como moneda de cambio, donde la necesidad de protegerlo sólo ha sido por motivos económicos.

También he podido valorar que sí hay cierta preocupación medioambiental en el país por parte de algunas organizaciones, puesto que, todos los diagnósticos que he encontrado enumeran las prioridades ambientales en temas de recursos hídricos, energía y residuos sólidos, pero a pesar de que proponen opciones estratégicas para mejorar las diferentes problemáticas, a día de hoy no se desarrolla ninguna solución. En vista del caso omiso por parte de las autoridades, será un reto que se implementen y desarrollen estrategias a largo plazo. Tengo que destacar que las cadenas hoteleras, por su parte, realizan aportaciones para proteger la calidad ambiental, aunque solo sea para beneficiarse económicamente, el resultado final es significativo.

Finalmente, con respecto al tema de residuos, haber realizado el presente proyecto con una herramienta informática ha hecho que ampliara mis conocimientos sobre la realización de las obras de construcción, entendiendo que no sólo se debe de conocer los tipos de materiales que se van a emplear, sino que hay que tener en cuenta que cada material tendrá un impacto y una cantidad de residuos que será arrojados directamente al medio ambiente si no se gestiona de una forma apropiada. El aprendizaje adquirido, también fue el dominio de un nuevo programa con un vocabulario técnico en inglés y adaptar su metodología a las características constructivas de países latinoamericanos.

7.4 Investigaciones futuras

Dentro de la continuación del trabajo se espera que se realice una investigación sobre la planificación y desarrollo de una planta de reciclaje de residuos de construcción y demolición a nivel municipal, donde las autoridades municipales propicien espacios para la reutilización y reciclaje de materiales para minimizar los residuos generados por las obras constructivas tanto a nivel turístico como en otros sectores. También que se evalúe las posibilidades de capacitar a su personal y su administración, para crear un subsector que monitorice la entrada de los residuos.

Con respecto a las empresas constructoras y cadenas hoteleras, se prevé una concientización por parte del ayuntamiento sobre la degradación de los ecosistemas y que asuman el compromiso de tomar medidas adecuadas para evitar mayores impactos; además de que se valore la optimización del diseño y los materiales incorporados en la construcción.

Finalmente se debe estimar el potencial de la privatización concerniente al manejo de residuos de construcción y demolición, puesto que, actualmente no existen empresas dedicadas a ello. Con una normativa adecuada, es probable que la creación de la misma surja como opción de negocio económicamente viable.

Para todo lo anterior, es necesario que se establezca una normativa más específica referente al tema de residuos en la construcción y se concedan los fondos que favorezcan la capacidad técnica e investigativa.

CAPÍTULO 8. Agradecimientos

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo del máster, y darme la oportunidad de vivir esta experiencia.

A mis padres Luis Ant. Mejía Ayala y Mercedes Alt. Urbáez Goris y a mi hermana Elaine Mejía por siempre brindarme su apoyo y hacerme sentir que puedo contar con ustedes en cualquier circunstancia de mi vida.

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial a mis tutores Dr. Albert Cuchí Burgos y Dr. José Manuel Gómez Soberón, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido a lo largo de estos meses.

Un reconocimiento especial merece el interés mostrado por mi trabajo y las sugerencias recibidas por David Carbó Ochoa, con el que me encuentro en deuda por el ánimo infundido y la confianza en mí depositada. También quisiera hacer extensiva mi gratitud a mis compañeros de Máster de Sostenibilidad, por haber hecho de esta etapa un trayecto de vivencias que nunca olvidaré. A todos ellos, muchas gracias.

CAPÍTULO 9. Bibliografía

ACURIO, Guido, et al. *Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe*. División de Medio Ambiente, Departamento de Programas Sociales y Desarrollo Sostenible, Banco Interamericano de Desarrollo, 1997, 1997.

AGAMUTHU, P. Challenges in Sustainable Management of Construction and Demolition Waste. *Waste Management & Research*, 2008, vol. 26, no. 6, pp. 491-492.

AGOSIN, Manuel. *La Ruta Hacia el Crecimiento Sostenible en la República Dominicana*. Washington, DC: *Inter-American Development Bank*, 2009.

AVEDOY, Víctor G. *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos*. Instituto Nacional de Ecología, 2006.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). *Informe Regional del Proyecto Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos En ALC 2010; Regional Assessment Project Report Regional Solid Waste Management in LAC 2010*. Organización Panamericana de la Salud, 2010.

Banco Mundial. República Dominicana: Prioridades Ambientales y Opciones Estratégicas, Análisis Ambiental del País. *Unidad Administrativa de Países Caribeños. Desarrollo Ambiental y Socialmente Sostenible. Región de América Latina y el Caribe*. [http://www.Bancomundial.Org.do/list_publicaciones.Html# AAPJ], 2004.

BERGER GROUP, Louis. *Evaluación de Impacto Ambiental para los Proyectos Turísticos Ubicados Dentro del Complejo Cap Cana*, 2010.

BERTRAND, Carlos M. *Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCDS): Importancia de la Recogida para Optimizar su Posterior Valorización*, 2009.

BM, Banco Mundial. República Dominicana: Prioridades Ambientales y Opciones Estratégicas, Análisis Ambiental del País. *Unidad Administrativa de Países Caribeños. Desarrollo Ambiental y Socialmente Sostenible. Región de América Latina y el Caribe*. [http://www.Bancomundial.Org.do/list_publicaciones.Html# AAPJ], 2004.

BOSSINK, BAG; and BROUWERS, HJH. Construction Waste: Quantification and Source Evaluation. *Journal of Construction Engineering and Management*, 1996, vol. 122, no. 1, pp. 55-60.

BUTLER, Richard W. The Concept of a Tourist Area Cycle of Evolution: Implications for Management of Resources. *The Canadian Geographer/Le Géographe Canadien*, 1980, vol. 24, no. 1, pp. 5-12.

CAMPINS ERITJA, Mar. *La Gestión de los Residuos Peligrosos en la Comunidad Europea*. JM Bosch Editor, 1994.

CÁRCAMO MEOLA, Giovanna Vanessa; and CAMARGO, Sisa. *Gestión Interna de los Residuos Sólidos Producidos en las Obras de Construcción de Tipo Urbanístico Utilizando Como Herramienta Tecnología de Ayuda los Sistemas de Información Geográfica*, 2009.

CARCURO, Matías B. *Hacia Un Modelo Sostenible de Turismo Costero en República Dominicana: Análisis y Recomendaciones*. Universidad de Chile, 2008.

Caribbean Country Management Unit. *Environmental Priorities and Strategic Options Country Environmental Analysis*. , 2004.

CATTAFFESTA, Catherin. *Diagnóstico Preliminar República Dominicana*. , 2003.

CEARA-HATTON, Miguel. Informe Nacional de Desarrollo Humano: República Dominicana 2005, Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo, 2005.

CEARA-HATTON, Miguel. Informe Nacional de Desarrollo Humano: República Dominicana 2005, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2008.

CEMPRE, Compromiso Empresarial para el Reciclaje, 1998. *Manual De Gestión Integral*.

CEMPRE, Compromisso Empesarial para Reciclagem. *A Evolução Da Coleta Seletiva e Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil*. , 2008.

CEPAL. *Proyecto de Indicadores Básicos para el Análisis Del Turismo Desde una Perspectiva Económica. República Dominicana: Indicadores Económicos Básicos (1995- 2005)*. , 2005.

CEPAL, Comisión Económica para América Latina, et al. *Efectos Socioeconómicos Del Huracán Jeanne En La República Dominicana*. , 2004.

CHALAS, Maribel. *Diagnóstico Ambiental Municipal Sobre Residuos Sólidos. Caracterización de los Vertederos Municipales (Estudios De Caso)*. , 2002.

CONAMA, La Comisión Nacional del Medio Ambiente. Chile. *Estadísticas de Reciclaje en la Región Metropolitana*, 2007. Available from:<<http://www.conama.cl/rm/568/article-30025.html>>.

CONTRERAS, Pavel Isa. Expansión y Agotamiento del Modelo Turístico Dominicano. El Turismo En los Informes de Desarrollo Humano en la República Dominicana. *Turismo Placebo. Nueva Colonización Turística: Del Mediterráneo a Mesoamérica y El Caribe.Lógicas Espaciales del Capital Turístico*, 2011, pp. 11-28.

CONTRERAS, Pavel I., et al. *Desarrollo y Políticas Comerciales En La República Dominicana*. Fundación Friedrich Ebert Stiftung, 2003.

CORDERO, Otto; and LISENKO, Nina. *Datos Estadísticos Ambientales De La Zona Costera y Marina. Secretaria De Estado De Medio Ambiente y Recursos Naturales*, 2007.

COSTA, Gustavo. *Reciclaje De Residuos De Construcción y Demolición*, 2005.

DE PAIVA, Paulo Antônio; and RIBEIRO, Maisa De Souza. A Reciclagem Na Construção Civil: Como Economia De Custos. *REA-Revista Eletrônica De Administração*, 2011, vol. 4, no. 1.

Díaz, L. F Savage, G. M. y Ortellado, j M. *El Manejo De Residuos De Construcción Demolición*, 1998.

ESPAILLAT VÁSQUEZ, Joanda. *Diagnóstico Sobre Gestión De Residuos De Construcción o Demolición en la Industria de la Construcción en República Dominicana, 2011*. Instituto Tecnológico de Santo Domingo (ITEC), 2011.

FIR, International R. F. *Recommendation Guidelines for Quality Assessment of Recycled Building Materials*, 2011.

FORMOSO, CT; FRANCHI, C Cand SOIBELMAN, L. Developing a Method for Controlling Material Waste on Building Sites. *Economic Evaluation and the Built Environment*, 1993, pp. 67-78.

GLINKA, María E., et al. Reducción del Impacto Ambiental a Partir de Estrategias De Reciclaje y Reutilización De Residuos Sólidos Provenientes de La Demolición de Edificios, 2005.

GÓMEZ DELGADO, Montserrat. *El Estudio De Los Residuos: Definiciones, Tipologías, Gestión y Tratamiento*, 1995.

GÓMEZ SOBERÓN, José Manuel Vicente, et al. Estudio De Los Tipos De Residuos Producidos en Tipologías Constructivas. *Determinación y Cotejo*, 2012.

GÓMEZ, María Dolores López. *Turismo Sin Desarrollo*, 2007.

HAMASSAKI, LT; and NETO, CS. *Technical and Economic Aspects of construction/demolition Waste Utilization*, 1994.

HENDRIKS, Charles F.; and PIETERSEN, Hans S. *Report 22: Sustainable Raw Materials: Construction and Demolition Waste–State-of-the-Art Report of RILEM Technical Committee 165-SRM*. RILEM publications, 2000.

ICMA, International Capital Market Association. *Informe Final Gestión Integral de Residuos Sólidos*, 2008.

JAILLON, L.; POON, CSand CHIANG, YH. Quantifying the Waste Reduction Potential of using Prefabrication in Building Construction in Hong Kong. *Waste Management*, 2009, vol. 29, no. 1, pp. 309-320.

JÚNIOR, Álvaro Sérgio Barbosa; and FORTES, Rita Moura. *Estudo Da Utilização De Agregado Reciclado Em Misturas De Concreto De Cimento Portland Para Pavimentação*, 2008.

LORENA, Nataly, et al. Estudio Comparativo En La Gestión De Residuos De Construcción y Demolición En Brasil y Colombia Comparative Study on the Management of Construction and Demolition Wastes in Brazil and Colombia.

LORENTE, Pablo E. *La Capacidad De Carga Turística. Aspectos Conceptuales y Normas De Aplicación*, 2001.

MANERA, Carles; and TABERNER, Jaume Garau. The Recent Evolution and Impact of Tourism in the Mediterranean: The Case of Island Regions, 1990-2002. *The Fondazione Eni Enrico Mattei Note Di Lavoro*, August, 2006.

MÁRMOL, Doris. *Los Aportes Del Turismo al PIB de los Países Latinoamericanos*, 17 de Mayo del 2013, 2013.

MARTINEZ BERTRAND, Carlos. *Gestión De Residuos De Construcción y Demolición (RCDS): Importancia De La Recogida Para Optimizar Su Posterior Valorización*.

MATA CABRERA, Francisco. *La Selección Sostenible De Los Materiales De Construcción. Tecnología y Desarrollo*, 2010, no. 8, pp. 4-16.

MAYORGA, Ruben D., et al. *Os Resíduos Da Construção Civil e Suas Implicações Socioambientais e Econômicas Na Cidade De Fortaleza CE*. Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural-SOBER, 47, 2009.

MERCANTE, I., et al. *Estudio Comparativo De Los Aspectos Técnicos Entre La Legislación De RCD En España y América Latina*. , 2009.

MICHELITSCH, Verena. *Dominican Republic: Approaches Towards a Sustainable Tourism Development Strategic Concept*, 2001.

Ministerio de medio ambiente y recursos naturales. *Ley General 64-00 Sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales*, 2000.

Ministerio del Medio Ambiente: Unidad de Soporte para el Control de la Contaminación Industrial. *Guía Técnica para el Manejo de Escombros en las Obras de Construcción*, 1995.

Naciones Unidas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe; and CALDERÓN, Álvaro. *La Inversión Extranjera Directa en América Latina y El Caribe: 2008*. CEPAL, 2009.

ONE, Oficina Nacional de Estadística. *IX Censo Nacional De Población y Vivienda. Informe De Resultados Preliminares*, 2010.

ONE, Oficina Nacional de Estadística R.D. *VI Censo De Población y Vivienda*, 1981.

ONE, Oficina Nacional de Estadística R.D. *VIII Censo De Población y Vivienda*, 2002.

OPS, Organización Panamericana de la Salud. *Regional Report on the Evaluation of Municipal Solid Waste Management Services for Latin America and the Caribbean*, 2005.

OPS, Organización Panamericana de la Salud; and SEMARENA, Ministerio de Medio Ambiente. *Diagnóstico Preliminar del Análisis Sectorial de Residuos Sólidos*. , 2001.

OPS, Organización Panamericana de Salud; AIDIS, Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental and BID, Banco Interamericano de Desarrollo. *Informe de la Evaluación Regional del Manejo De Residuos Sólidos Urbanos En América Latina y El Caribe*, 2010.

O'REILLY, AM. *Tourism Carrying Capacity: Concept and Issues*. *Tourism Management*, 1986, vol. 7, no. 4, pp. 254-258.

Organización Mundial del Turismo, OMT; and Programa de Naciones Unidas para Medio Ambiente, PNUMA. *Por Un Turismo Más Sostenible: Guía Para Responsables Políticos*. , 2005.

OSMANI, Mohamed; GLASS, Jacqueline and PRICE, Andrew DF. Architects' Perspectives on Construction Waste Reduction by Design. *Waste Management*, 2008, vol. 28, no. 7, pp. 1147-1158.

PINTO, Tarcísio d. P.; and AGOPAYAN, V. *Construction Wastes as Raw Materials for Low-Cost Construction Products*. , 1994.

PINTO, Tarcísio P. *Perda De Materiais Em Processos Construtivos Tradicionais. São Carlos*, 1989.

PORTOREAL, Fátima; and MORALES, Marco. Análisis Crítico De La Legislación y Las Políticas Turísticas En República Dominicana. *Turismo Placebo*, 2011, pp. 29.

RAMIREZ, José Manuel Cortina. *Guía Para El Manejo De Residuos Sólidos Generados en la Industria de la Construcción*, 2007.

SAMTON LLP, Gruzen; and City Green Inc. *Construction & Demolition Waste Manual. NYC Department of Design & Construction*, 2003.

SATO, Alberto. Demolición y Clausura. *ARQ (Santiago)*, 2005, no. 59, pp. 58-61.

Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARENA). *Norma Para La Gestión Ambiental De Residuos Sólidos no Peligrosos*, 2003.

Sociedad Pública de Gestión ambiental (IHOBE). *Monografía Sobre Residuos De Construcción y Demolición*, 2004.

SOIBELMAN, L.; FORMOSO, CT and FRANCHI, CC. *A Study on the Waste of Materials in the Building Industry in Brazil*, 1994.

SWEETT, Cyril. *Reference Guide. Net Waste Tool*, 2008.

TABARES JARAMILLO, Félix Antonio; and GARCÍA HENAO, Hernán Alexander. *Lineamientos Para El Manejo Integrado De Residuos Peligrosos En El Sector De La Industria Química Para La Construcción De Obras Civiles*, 2009.

TOI, Tour Operation Initiative. *An Agenda for Action for the Bayahibe, Punta Cana y Bávaro Region*. , 2003.

TOI, Tour Operation Initiative. *Dominican Republic: Sustainable Tourism Round Table*. , 2003.

TRONCOSO MORALES, Bolívar. *Programa De Naciones Unidas Para El Desarrollo. Informe Sobre Turismo*.

UNIDO, United Nations Industrial Development Organization. *Guía para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos*, 2007.

United States Agency for International Development (USAID). *Dominican Republic Environmental Assessment*, 2001.

VAL, Alfonso del. Los Residuos Sólidos Industriales y Urbanos en España. Entre la Contaminación y el Aprovechamiento. *Economía y Sociedad: Revista de Estudios Regionales de la Comunidad de Madrid*, 1992, no. 7, pp. 53-62.

VELASCO LÓPEZ, Luis Miguel. Formulación de una Propuesta De Gestión Ambiental para la Recuperación y Reciclaje de Materiales de Construcción y Demolición, 2010.

VÉLEZ, Andrés. *Degradación del Medio Ambiente.* , 1992.

VIAL, Joaquin; BROWN, Melisa and SEWARD, James. Enhancing Competitiveness of Tourism in the Dominican Republic, 2002.

ZEPEDA, Francisco. Programa 21 Manejo, Reducción y Reciclaje De Residuos Sólidos En Países En Desarrollo. *Seminario Internacional Gestión Integral De Residuos Sólidos y Peligrosos, Siglo XXI. Medellín, Colombia*, 1999.

CAPÍTULO 10. Anexos

Residuos según la superficie construida										
Tipos de residuos según CER	Proyecto	Total material es (t/m2)	Residuos estándar (t/m ²)	Residuos deseados (t/m ²)	Total material es (m ³ /m ²)	Residuos estándar (m ³ /m ²)	Residuos deseados (m ³ /m ²)	Total materiales (€/m ²)	Residuos estándar (€/m ²)	Residuos deseados (€/m ²)
17 01 01 hormigón	Catalina	0.70	0.11	0.03	0.89	0.14	0.04	8,617.11 €	521.11 €	205.42 €
	Punta minita	0.38	0.06	0.02	0.48	0.08	0.02	2,312.13 €	192.57 €	70.63 €
	Promedio	0.54	0.09	0.02	0.68	0.11	0.03	5,464.62 €	356.84 €	138.03 €
17 02 01 madera	Catalina	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,930.12 €	89.75 €	45.72 €
	Punta minita	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	251.20 €	25.58 €	10.93 €
	Promedio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,090.66 €	57.67 €	28.33 €
17 01 03 tejas y materiales cerámicos	Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Punta minita	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	218.57 €	17.49 €	12.55 €
	Promedio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	109.28 €	4.37 €	3.14 €
17 03 02 mezclas bituminosas distintas al código 17 03 01	Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Punta minita	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	175.49 €	14.04 €	8.77 €
	Promedio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	87.74 €	3.51 €	2.19 €
17 04 05 hierro y acero	Catalina	0.23	0.02	0.01	0.09	0.01	0.00	5,047.84 €	234.35 €	107.04 €
	Punta minita	0.09	0.01	0.00	0.04	0.01	0.00	949.81 €	56.98 €	22.24 €
	Promedio	0.16	0.02	0.01	0.07	0.01	0.00	2,998.83 €	145.67 €	64.64 €

Anexo 1. Promedio de normalización de residuos según la superficie construida.

Fuente: Elaboración propia.

Residuos según la superficie útil										
Tipos de residuos según CER	Proyecto	Total material es (t/m2)	Residuos estándar (t/m ²)	Residuos deseados (t/m ²)	Total materiales (m ³ /m ²)	Residuos estándar (m ³ /m ²)	Residuos deseados (m ³ /m ²)	Total materiales (€/m ²)	Residuos estándar (€/m ²)	Residuos deseados (€/m ²)
17 01 01 hormigón	Catalina	0.70	0.11	0.03	0.89	0.14	0.04	8,617.11 €	521.11 €	205.42 €
	Punta minita	1.17	0.19	0.05	1.49	0.25	0.07	7,184.12 €	598.34 €	219.47 €
	Promedio	0.94	0.15	0.04	1.19	0.19	0.05	7,900.61 €	559.73 €	212.45 €
17 02 01 madera	Catalina	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,930.12 €	89.75 €	45.72 €
	Punta minita	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	780.52 €	79.47 €	33.96 €
	Promedio	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,355.32 €	84.61 €	39.84 €
17 01 03 tejas y materiales	Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 €	0.00 €	0.00 €

cerámicos										
	Punta minita	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	679.12 €	54.33 €	38.98 €
Promedio		0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	339.56 €	27.16 €	19.49 €
17 03 02 mezclas bituminosas distintas al código 17 03 01	Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Punta minita	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	545.26 €	43.62 €	27.26 €
Promedio		0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	272.63 €	21.81 €	13.63 €
17 04 05 hierro y acero	Catalina	0.23	0.02	0.01	0.09	0.01	0.00	5,047.84 €	234.35 €	107.04 €
	Punta minita	0.27	0.04	0.01	0.11	0.02	0.00	2,951.19 €	177.05 €	69.11 €
Promedio		0.25	0.03	0.01	0.10	0.01	0.00	3,999.52 €	205.70 €	88.08 €

Anexo 2. Promedio de normalización de residuos según la superficie útil.

Fuente: Elaboración propia.

Residuos según las excavaciones										
Tipos de residuos según CER	Proyecto	Total materiales (t/m ²)	Residuos estándar (t/m ²)	Residuos deseados (t/m ²)	Total materiales (m ³ /m ²)	Residuos estándar (m ³ /m ²)	Residuos deseados (m ³ /m ²)	Total materiales (€/m ²)	Residuos estándar (€/m ²)	Residuos deseados (€/m ²)
17 01 01 hormigón	Catalina	1.82	0.28	0.08	2.31	0.36	0.10	22,485.45 €	1,359.78 €	536.03 €
	Punta minita	2.00	0.33	0.09	2.53	0.42	0.12	12,229.57 €	1,018.57 €	373.60 €
Promedio		1.91	0.31	0.08	2.42	0.39	0.11	17,357.51 €	1,189.17 €	454.82 €
17 02 01 madera	Catalina	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	5,036.44 €	234.20 €	119.31 €
	Punta minita	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	1,328.68 €	135.29 €	57.80 €
Promedio		0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	3,182.56 €	184.74 €	88.56 €
17 01 03 tejas y materiales cerámicos	Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Punta minita	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	1,156.07 €	92.49 €	66.36 €
Promedio		0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	578.04 €	46.24 €	33.18 €
17 03 02 mezclas bituminosas distintas al código 17 03 01	Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Punta minita	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	928.20 €	74.26 €	46.41 €
Promedio		0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	464.10 €	37.13 €	23.20 €
17 04 05 hierro y acero	Catalina	0.60	0.06	0.02	0.25	0.03	0.01	13,171.82 €	611.52 €	279.31 €
	Punta minita	0.47	0.07	0.02	0.19	0.03	0.01	5,023.83 €	301.39 €	117.65 €
Promedio		0.53	0.07	0.02	0.22	0.03	0.01	9,097.82 €	456.46 €	198.48 €

Anexo 3. Promedio de normalización de residuos según las excavaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Residuos según los bloques de hormigón										
Tipos de residuos según CER	Proyecto	Total materiales (t/m ²)	Residuos estándar (t/m ²)	Residuos deseados (t/m ²)	Total materiales (m ³ /m ²)	Residuos estándar (m ³ /m ²)	Residuos deseados (m ³ /m ²)	Total materiales (€/m ²)	Residuos estándar (€/m ²)	Residuos deseados (€/m ²)
17 01 01 hormigón	Catalina	0.49	0.08	0.02	0.62	0.10	0.03	6,001.70 €	362.94 €	143.07 €
	Punta minita	0.44	0.07	0.02	0.56	0.09	0.03	2,719.16 €	226.47 €	83.07 €
Promedio		0.46	0.07	0.02	0.59	0.09	0.03	4,360.43 €	294.71 €	113.07 €
17 02 01 madera	Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,344.30 €	62.51 €	31.85 €
	Punta minita	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	295.42 €	30.08 €	12.85 €
Promedio		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	819.86 €	46.30 €	22.35 €
17 01 03 tejas y materiales cerámicos	Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Punta minita	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	257.04 €	20.56 €	14.76 €
Promedio		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	128.52 €	10.28 €	7.38 €
17 03 02 mezclas bituminosas distintas al código 17 03 01	Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Punta minita	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	206.38 €	16.51 €	10.32 €
Promedio		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	103.19 €	8.26 €	5.16 €
17 04 05 hierro y acero	Catalina	0.16	0.02	0.01	0.07	0.01	0.00	3,515.75 €	163.22 €	74.55 €
	Punta minita	0.10	0.02	0.00	0.04	0.01	0.00	1,117.01 €	67.01 €	26.16 €
Promedio		0.13	0.02	0.00	0.05	0.01	0.00	2,316.38 €	115.12 €	50.36 €

Anexo 4. Promedio de normalización de residuos según los bloques de hormigón.

Fuente: Elaboración propia.

Residuos según los pisos y revestimiento										
Tipos de residuos según CER	Proyecto	Total materiales (t/m ²)	Residuos estándar (t/m ²)	Residuos deseados (t/m ²)	Total materiales (m ³ /m ²)	Residuos estándar (m ³ /m ²)	Residuos deseados (m ³ /m ²)	Total materiales (€/m ²)	Residuos estándar (€/m ²)	Residuos deseados (€/m ²)
17 01 01 hormigón	Catalina	0.70	0.11	0.03	0.88	0.14	0.04	8,601.06 €	520.14 €	205.04 €
	Punta minita	0.81	0.13	0.04	1.03	0.17	0.05	4,957.09 €	412.86 €	151.44 €
Promedio		0.75	0.12	0.03	0.96	0.15	0.04	6,779.08 €	466.50 €	178.24 €
17 02 01 madera	Catalina	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,926.52 €	89.59 €	45.64 €
	Punta minita	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	538.56 €	54.84 €	23.43 €
Promedio		0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,232.54 €	72.21 €	34.53 €
17 01 03 tejas y materiales cerámicos	Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Punta minita	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	468.60 €	37.49 €	26.90 €

Promedio		0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	234.30 €	18.74 €	13.45 €
17 03 02 mezclas bituminosas distintas al código 17 03 01	Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Punta minita	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	376.23 €	30.10 €	18.81 €
Promedio		0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	188.12 €	15.05 €	9.41 €
17 04 05 hierro y acero	Catalina	0.23	0.02	0.01	0.09	0.01	0.00	5,038.44 €	233.92 €	106.84 €
	Punta minita	0.19	0.03	0.01	0.08	0.01	0.00	2,036.34 €	122.17 €	47.69 €
Promedio		0.21	0.03	0.01	0.09	0.01	0.00	3,537.39 €	178.04 €	77.26 €

Anexo 5. Promedio de normalización de residuos según los pisos y revestimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Residuos según el coste total										
Tipos de residuos según CER	Proyecto	Total materiales (t/m ²)	Residuos estándar (t/m ²)	Residuos deseados (t/m ²)	Total materiales (m ³ /m ²)	Residuos estándar (m ³ /m ²)	Residuos deseados (m ³ /m ²)	Total materiales (€/m ²)	Residuos estándar (€/m ²)	Residuos deseados (€/m ²)
17 01 01 hormigón	Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19 €	0.01 €	0.00 €
	Punta minita	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06 €	0.01 €	0.00 €
Promedio		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00
17 02 01 madera	Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04 €	0.00 €	0.00 €
	Punta minita	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01 €	0.00 €	0.00 €
Promedio		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
17 01 03 tejas y materiales cerámicos	Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Punta minita	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01 €	0.00 €	0.00 €
Promedio		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17 03 02 mezclas bituminosas distintas al código 17 03 01	Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Punta minita	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 €	0.00 €	0.00 €
Promedio		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17 04 05 hierro y acero	Catalina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11 €	0.01 €	0.00 €
	Punta minita	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02 €	0.00 €	0.00 €
Promedio		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00

Anexo 6. Promedio de normalización de residuos según el coste total.

Fuente: Elaboración propia.