



UNPHU
Universidad Nacional
Pedro Henríquez Ureña



BID



PROGRAMA INNOVACIÓN Y REMANUFACTURA EN LOS SECTORES DEL PLÁSTICO Y CONSTRUCCIÓN

ATN/ME-16600-DR

CONSULTORÍA “CATEGORIZACIÓN DE RESIDUOS Y DEFINICIÓN
DE ESTRATEGIA PARA POSIBLES USOS”



PROGRAMA INNOVACIÓN Y REMANUFACTURA EN LOS SECTORES DEL PLÁSTICO Y CONSTRUCCIÓN

ATN/ME-16600-DR

**CONSULTORÍA “CATEGORIZACIÓN DE RESIDUOS Y DEFINICIÓN
DE ESTRATEGIA PARA POSIBLES USOS”**

12 DE ENERO DE 2021



ÍNDICE

Resumen.....	03
Introducción.....	06
Objetivos.....	13
Marco Teórico.....	14
Revisión del Estado del Arte.....	19
Residuos Peligrosos.....	27
Disposición Final.....	29
Metodología.....	32
Resultados de Muestreo en el Estudio de Caracterización.....	37
Valorización de los RCDs y posibles usos de los RCDs.....	42
Gestión de los RCDs.....	44
Anexo 1: Glosario.....	48
Anexo 2: Encuestas realizadas.....	53
Anexo 3: Programa del Proyecto.....	58
Anexo 4: Informe Ensayos Geomecánicos.....	60
Anexo 5: Investigaciones UNPHU relacionadas.....	84

Índice de Tablas y Figuras

Figura 1: Caracterización de los RCDs.....	04
Figura 2: Caracterización de los RCDs en R.D.....	18
Figura 3: Técnica Recogida informaciones y soportes.....	35
Figura 4: Caracterización de los RCDs.....	40
Figura 5: Gráfico de la Caracterización de los RCDs.....	40
Figura 6: Diagrama Flujo de la Cadena de Valor.....	42
Tabla 1: Indicadores de los RCDs.....	04
Tabla 2: Cantidad de RCDs en República Dominicana 2019.....	04
Tabla 3: Caracterización de los RCDs en el país.....	05
Tabla 4: Estrategias, reusos y reciclaje.....	09
Tabla 5: Propuesta de Manejo Integral de los RCD.....	10
Tabla 6: Residuos Potencialmente Peligrosos.....	28
Tabla 7: Indicadores promedios de los RCDs.....	37
Tabla 8: Area de Construcción en el Sector Privado.....	38
Tabla 9: Construcciones en el Sector Público.....	39
Tabla 10: Residuos.....	39
Tabla 11: Caracterizaciones de Residuos Construcción.....	11



RESUMEN

El presente trabajo de investigación para la caracterización de los Residuos de Construcción y Demoliciones RCDs en la República Dominicana se concibió de forma tal que todos los actores involucrados en la construcción de edificaciones en el país, promotores, diseñadores, constructores, gobierno, ayuntamientos, quienes tienen la responsabilidad de concebir edificaciones de todos los órdenes que sean sostenibles y dentro de la Economía Circular y que puedan aprovechar los recursos naturales y reciclados, tratando de minimizar de esta forma, los impactos ambientales negativos en el medio ambiente y sus habitantes, tomando en consideración todos los elementos que conllevan realizar edificaciones amistosas con la naturaleza y su entorno, dando como resultado además una reducción de sus costos y creando nuevos nichos de negocios.

Para el análisis de la producción de residuos de construcción y demolición se utilizó las estadísticas provenientes del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), De la Oficina Nacional de Estadísticas (ONE), así como del Colegio Dominicano de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores (CODIA), de la Cámara Dominicana de la Construcción (CADOCON), y de diversas Alcaldías del país (Distrito Nacional, Santo Domingo Este, Santo Domingo Oeste, Santo Domingo Norte, Santiago de los Caballeros, La Vega, San Cristóbal, San Francisco de Macorís, San Pedro de Macorís, La Romana, Higüey, Punta Cana-Bávaro, entre otras).

En primer lugar, a partir de la información suministrada tomando como base el año 2019, se realizó el levantamiento de la información estadística relativa a la cantidad de obra realizada en metros cuadrados de construcción en toda la República Dominicana.

Nuestra investigación se centró en la caracterización de los Residuos de Construcción y Demoliciones en los siguientes cuatro (4) casos de estudio:

1. **Caso 1: Demolición de obra existente para dar paso a la nueva construcción**
2. **Caso 2: Excavación de las fundaciones de la nueva construcción**
3. **Caso 3: Construcción en Etapa de construcción “gris”**
4. **Caso 4: Obra en etapa de terminación..**

Indicador de generación de residuos de construcción

Tabla 1: Indicadores Promedio de Generación de RCDs en República Dominicana

Indicador Promedio de Volumen (m3) por Area de Construcción (m2) de RCDs	0.20
Indicador Promedio a Demoliciones de Volumen (m3) por Area de Construcción (m2)	0.51

Tomando como base el indicador promedio de generación de RCD's, pudimos obtener la cantidad de residuos generados en República Dominicana para el año 2019.

Se utilizó las informaciones ofrecidas por la Oficina Nacional de Estadísticas (ONE) y el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) y confirmadas a través de las alcaldías de los Municipios consultados.

En este sentido determinamos que:

- 1 La cantidad total de metros cuadrados construidos en el año 2019 fue de 5,510,186.53, de los cuales 68% fue realizado por el sector privado, y el 32% por el sector público.
- 2 Utilizando el indicador de generación de RCD's previamente determinado concluimos que, en el año 2019, la generación de residuos alcanzó la cifra de 1,102,037.31 m³ en todo el territorio nacional.

Tabla 2: Cantidad de Residuos Generados en la República Dominicana en 2019

Fuente Propia

Descripción	Valor Total
Cantidad de Construcción en m2	5,510,186.53
Indicador determinado del Volumen RCDs por Area	0.20
Volumen Total de residuos estimado	1,102,037.31

En la tabla No. 3 mostramos la caracterización de los RCDs en el país acumulados en los cuatro (4) casos estudiados. Los resultados para cada caso se pueden observar dentro del estudio.

Tabla 3: Caracterización de RCDs en la República Dominicana
Fuente Propia

TIPO DE RESIDUO	PORCENTAJE	CANTIDAD ESTIMADA EN M3
Concreto, arena, gravas y mortero	34.20	376,896.76
Madera	2.34	25,787.67
Suelos provenientes excavaciones	41.12	453,157.74
Bloques de hormigón	11.40	125,632.25
Foam de diferentes densidades	2.98	32,840.71
Acero estructural	1.39	15,318.32
Otros metales	0.61	6,722.43
Papel y cartón	0.86	9,722.43
Cerámicas, granito, mármol, etc.	1.92	21,159.12
Polímero: PETS	1.30	14,326.49
Otros plásticos	0.43	4,738.76
Yeso	0.23	2,534.69
Vidrio	0.15	1,653.06
Residuos orgánicos	0.26	2,865.30
Otros materiales no clasificados	0.81	8,926.50
TOTAL	100.00	1,102,037.31

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES
OBJETO DE INVESTIGACIÓN
JUSTIFICACIÓN
PREMISA
OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN

El presente informe final contiene la metodología de trabajo detallada a utilizar, la descripción y el cronograma de actividades a desarrollar para alcanzar los objetivos de la consultoría. También debe contener el diagnóstico con la recopilación de estudios realizados a nivel nacional, el Benchmarking a nivel internacional, la metodología para la realización de los estudios, el cálculo y selección de la muestra a trabajar, y el listado de pruebas y ensayos a realizar a las muestras, así como las metodologías para realizar dichas pruebas.

Contiene igualmente todos los resultados del estudio de caracterización a las diferentes muestras seleccionados, siguiendo la metodología establecida, así como las cantidades y composición de los residuos de construcción y demolición muestreados.

Igualmente, todos los estudios y pruebas realizadas a las muestras. El análisis del uso que se le puede dar a cada tipo de material, según los estándares establecidos por el Ministerio de Obras Públicas. Este informe contendrá también la retroalimentación de los actores claves en los talleres de validación.

Con la finalidad de facilitar la comprensión de la presente entrega, la estructura del presente informe se ha organizado en función de cada uno de los objetivos específicos (OE) señalados en las TDR de la consultoría, dando cuenta del desarrollo y cumplimiento de cada uno de ellos respectivamente, para un total de tres. Complementariamente, en los respectivos anexos se una reseña de cada partida, así como la fundamentación para el desarrollo de la metodología propuesta.

Antecedentes

Desde su existencia, el ser humano ha tenido una relación directa con su entorno: dependiendo, en gran medida de las condiciones y los recursos de este entorno y a su vez, modificándolo por las actividades, sobre él, desarrolladas.

De ahí que toda actividad humana, incluida la desarrollada en las comunidades más pequeñas, demandan materiales, productos, energía y muchos elementos que deben ser extraídos de la naturaleza, devolviéndose, a cambio una serie de desórdenes ambientales, entre los que se destaca la contaminación, que no sólo causa desequilibrio en los sistemas urbanos y naturales, sino que también se introduce en el ámbito de toda una obra edificada.

El crecimiento demográfico, especialmente del área urbana, demanda de infraestructura y edificaciones para cubrir las necesidades y la calidad de vida de sus ciudadanos pero,

desafortunadamente estas actividades son las que más provocan impacto al ambiente, por la generación de una cantidad inmensa de residuos de construcción y demolición, constituidos por: tierra, áridos, restos de hormigón, restos de cerámica, ladrillos, vidrios, varillas de acero, yeso, tuberías, cartones y otros que al ser considerados como desechos (escombros) son eliminados sin importar su disposición final, siendo arrojados en cualquier lugar, obstruyendo vertientes naturales, cuerpos de agua o siendo quemados produciendo emisiones peligrosas, si estos contienen pinturas o aceites (Huete et al, 1998; Fontanel y García, 2006).

Los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) representan aproximadamente del 35 al 40% de todos los residuos que se producen en la actualidad en todo el mundo y constituyen una importante carga ambiental con su correspondiente fuente de emisiones de CO₂. Se generan cada año más de 2.4 billones de toneladas de RCD en todo el mundo.

Por lo anterior, uno de los desafíos principales de la humanidad es conseguir la equidad del desarrollo económico con la conservación del medio ambiente, a fin de alcanzar un desarrollo sostenible justo y equitativo.

La forma actual de reciclaje funcional de acuerdo con el principio de una economía lineal y el nivel de reciclaje actual es menor del 10% de la producción total de RCDs con un valor de reutilización muy pequeño en la actualidad, conociendo que los agregados reciclados se utilicen sólo ocasionalmente para rellenos de terrenos y otras áreas con uso limitado.

La gran cantidad de estas materias primas secundarias se depositan en vertederos y simplemente no se utilizan de forma eficaz y eficiente, pero si empezamos a ver el problema dentro del ámbito de una economía circular, podríamos ver la situación de una forma diferente.

Para llevar a cabo este objetivo es necesario, entre otros planteamientos, una gestión adecuada de los residuos, generando los mínimos posibles y los que se generen, tengan el máximo aprovechamiento a través de la reutilización, el reciclado y la valorización energética, debiendo ser mínima la cantidad que se destine a los vertederos.

Por ello, es imprescindible la reutilización y el reciclaje de los residuos de la construcción y demolición – RCD, como lo realizan algunos países europeos y asiáticos desde principios de este siglo asumiendo la economía circular.

La cantidad actual de RCD no utilizados representa una carga ambiental enorme que producen unos 400 millones de toneladas de emisiones de CO₂, con un costo financiero extraordinario al no poder utilizar estas materias prima secundaria que se estima sobrepasan los 30 mil millones de dólares.



Foto 1: Proceso de demolición de edificación existente en Santo Domingo, D.N



Foto 2: Excavación de una obra actual en Santo Domingo, D.N:

Tabla 4. Estrategias de reutilización y Reciclaje

Fuente: Glinka et al, 2006

REUTILIZAR	RECICLAR
Utilización de un material en un mismo estado, sin ningún tipo de procesamiento de éste	Proceso donde los materiales residuales son transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas secundarias
Ofreciendo las siguientes Opciones:	Teniendo en cuenta:
Reutilización directa en la misma obra en que son generados los residuos	La composición de los residuos de construcción y las demoliciones
Reutilización en otras obras (Usualmente de la misma empresa constructora)	La disponibilidad de los diferentes mercados existentes para materiales reciclados
Reutilización previa transformación	El clima político de la comunidad y la participación de los actores.

Las consecuencias de reutilización y el reciclaje de los RCDs, se podría resumir la siguiente tabla:

Tabla 5: Propuesta para el manejo integral de los RCDs

Fuente: Cuchi – Sagrera, 2007

CAUSAS	EFFECTOS
Existencia de lugares de disposición final irregulares e ilegales	Contaminación ambiental
Baja sensibilidad en cuando al manejo de los RCDs	Aumento de Vectores y plagas que afectan la salud de los ciudadanos
Inexistencia de lugares apropiados para poder aprovechar los RCDs	Disminución de la calidad de vida de ciudadanos
Pocos lugares adecuados para que se realice la disposición final de los escombros o RCDs	Reducción de la vida útil de los lugares legales y adecuados para que se realice una disposición final adecuada de los RCDs

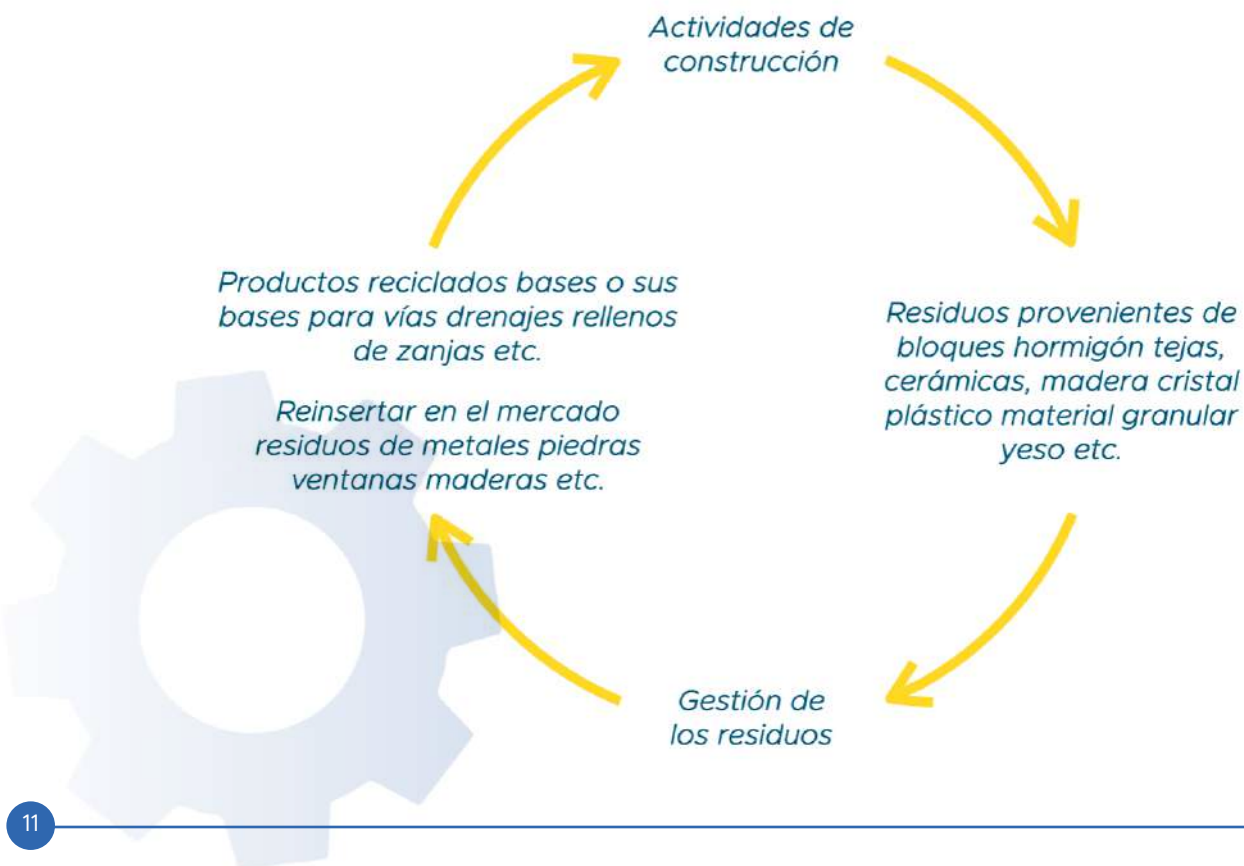
- La escasez creciente de espacios adecuados para el vertido de estos y otros residuos;
- Su vertido, no clasificado adecuadamente e incontrolado; y,
- El no aprovechamiento de materiales (residuos), que aún no han cerrado su ciclo de vida.



Foto 3: Proceso de construcción Parques Edificación en Sector Naco, Santo Domingo, D.N:

La figura 1, nos muestra la reutilización de los residuos de construcción y demoliciones de las edificaciones.

Figura 1: Proceso de reutilización de los RCDs



En gran parte del mundo las arenas y agregados en general escasea, siendo trasladadas desde grandes distancias y afecto el medio ambiente, mientras la producción de RCD aumenta sin darle un uso sostenible a los mismos, conociendo también que estos rellenos sanitarios inadecuados causan la contaminación de aguas subterráneas produciendo igualmente una gran cantidad de emisiones de CO2.

La solución es entonces trabajar sobre el principio de la Economía Circular y en la industria de la construcción podemos aprovechar los RCD desde muchas formas. De acuerdo con la Economía Circular, se hace necesario que las edificaciones que se construyan deban definir los niveles de confort, pero con la racionalidad y optimización máximas del consumo y control de los recursos propios y externos.

Deben diseñarse, construirse, utilizarse, mantenerse y deconstruirse con criterios de sostenibilidad. En los exteriores de las edificaciones, se tiene que dar respuesta a todas las necesidades intrínsecas a la función del edificio como son: el intercambio energético, la iluminación, la protección, la ventilación, entre otros.

Los retos en la carrera hacia una Economía Circular en un mundo en crisis deben sustentarse en los siguientes cuatro pilares:



En diferentes países, la gestión de estos residuos ha resultado ser una buena práctica, ya que su manejo ha contribuido a disminuir el impacto negativo a su medio ambiente.

Objeto de la Investigación

El objeto de esta investigación, se centra en la obtención del indicador de los residuos de la construcción y demolición y la Caracterización de éstos en la gestión de los residuos de construcción y demolición de edificaciones (RCDs) y la reinsertión-reciclaje de éstos, para minimizar los impactos ambientales ocasionados por la construcción y demolición de edificaciones, incluyendo sus fases de: diseño, construcción, mantenimiento y demolición, priorizando el reciclaje, la reutilización y la recuperación de materiales para la: identificación, caracterización, cuantificación y evaluación de los residuos sólidos, generados por la construcción y demolición de edificaciones.

Justificación

En la actualidad la República Dominicana no posee un indicador de los RCDs ni tenemos a mano una caracterización de éstos, lo que implica la carencia de una metodología establecida para obtenerlos. Por esta razón es ampliamente justificada este trabajo de investigación para la caracterización de los desechos de construcción y de las demoliciones y sus posibles usos posteriores.

Premisa

Contar para la construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras, una metodología para la identificación, caracterización, cuantificación, valorización y evaluación de sus residuos sólidos, con un indicador y la caracterización de residuos, contribuiría a minimizar los impactos ambientales negativos y a una adecuada construcción sostenible, dentro de su proceso edificatorio y con ello su valor de uso, contribuyendo de una forma eficiente al establecimiento de una economía circular en la industria de la construcción.

OBJETIVOS

Objetivo General:

El objetivo de la presente consultoría es realizar un estudio de caracterización de los residuos de construcción y demolición generados en la República Dominicana y determinar posibles usos de estos, a partir de sus características.

Objetivos Específicos (OE):

OE-1 Realizar un estudio de caracterización a una muestra de construcciones realizadas en el país, utilizando una metodología aceptada a nivel internacional, para determinar la composición de estos.

OE-2 Determinar las principales propiedades de estos (granulometría, densidad, humedad, abrasión, etc.).

OE-3 Definir los posibles usos que puedan tener los residuos y hacer pruebas que avalen los mismos como diseños de mezcla, ensayo Proctor, etc.), indicando los porcentajes recomendados a utilizar en la proporción (residuos de construcción y demolición/materia prima virgen).

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

- SITUACIÓN ACTUAL DEL TEMA

- GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE URBANO

- REQUERIMIENTO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN, DEMOLICIÓN Y MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS E INFRAESTRUCTURAS

- +Identificación y caracterización de los residuos de construcción y demolición
- +Cuantificación y minimización de los residuos de construcción y demolición
- +Valoración de los residuos de construcción y demolición
- +Modelo de evaluación de los residuos de construcción y demolición

- PROCEDIMIENTO DE CUANTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

- RESIDUOS PELIGROSOS EN LA CONSTRUCCIÓN: TIPOS Y FORMAS DE MANEJO

- MARCO LEGAL

Situación Actual

El apogeo de la construcción de las infraestructuras y edificaciones ha generado importantes cantidades RCD, muchos de los cuales, se han depositado en vertederos, en forma incontrolada e inadecuada, desperdiciando energía y material que se puede reciclar, y/o reutilizar, evitando la afectación del entorno: el paisaje, el suelo, el agua superficial y subterránea, el aire y la salud de las personas (Giménez, et al, 2010).



Foto 4: Residuos de Construcción sin separar en la fuente

Entre otros métodos para la evaluación ambiental de los edificios en lo referente al manejo de los RCD, llamados residuos sólidos o escombros en nuestra Legislación, (definidos por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial – ONUDI, 2007, como residuos de construcción, constituidos por residuos de concreto, asfalto, bloques, arenas, gravas, ladrillo, tierra, hierro, madera, provenientes de los desechos de construcción, remodelación y/o demolición de estructuras, como edificios, residencias, puentes), contamos con el método Green Building Challenge (GBC), de construcción de edificaciones con desarrollo sostenible.

Entendiéndose por construcción sostenible: aquella que asegura la calidad ambiental y la eficiencia energética; y que, a su vez minimiza los impactos originados durante todo el ciclo de vida de las edificaciones: desde el diseño, la selección de los materiales y la fabricación, las técnicas de construcción, la ubicación de la edificación, su mantenimiento y la gestión de los residuos durante su vida útil o función y se derribe. El GBC coopera, a nivel mundial, con la evaluación sobre el comportamiento medioambiental de los edificios.

Este método fue propuesto por Canadá. Actualmente lo tiene a cargo el IISBE (www.iisbe.org). En sus inicios, fueron 26 los países que participaron en el proceso. Al año 2015 ya suman 160. Este método ha dado los siguientes pasos:

- A sus inicios de dos años, se realizó en Vancouver la Conferencia Internacional Green Building Challenge, octubre de 1998.
- Difusión de los resultados de la conferencia Sustainable Building 2000, celebrada en Maastricht (Holanda), octubre de 2000;
- Conferencia Sustainable Building 2002 celebrada en Oslo, septiembre de 2002.

JERARQUÍA DE RESIDUOS



El GBC, se fundamenta en el análisis de datos del ciclo de vida de las edificaciones y las siguientes categorías medioambientales. Para una mejor comprensión definiremos el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) o análisis de la cuna a la tumba, como una herramienta que estudia y evalúa el impacto ambiental de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia, estableciendo un balance ambiental con objeto de conseguir un desarrollo sostenible:

- Utilización de los recursos naturales y secundarios, estos últimos llamados así en razón que son reutilizados y reciclados; y, porque aún no han terminado su ciclo de vida.
- Calidad del medio ambiente (Interior y Exterior)
- Calidad del Servicio
- Ahorro energético
- Gestión del Mantenimiento
- Gestión del Transporte
- Gestión del manejo de los RCDs

En cada una de las categorías, se establece los criterios de comparación, en una escala de créditos, el grado de cumplimiento de estas exigencias medioambientales. La importancia relativa de unos criterios respecto de otros es determinada mediante una serie de coeficientes de ponderación asignados a todos y cada uno de los criterios de evaluación, como puede observarse en la Figura 2.

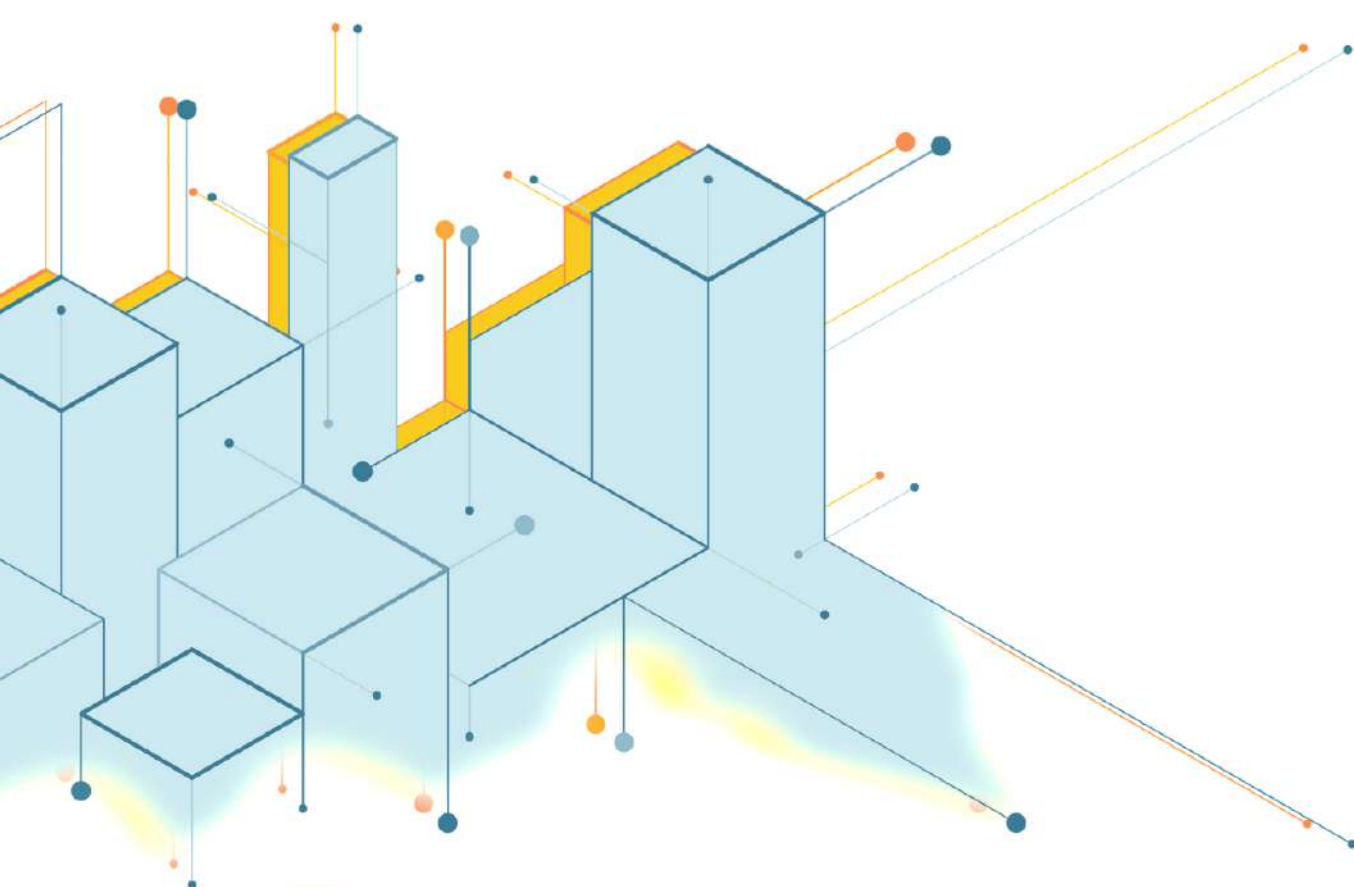


Figura 2: Esquema de Metodología GBC
 Fuente: Edificación y desarrollo sostenible. GBC: Un método para la evaluación ambiental de edificios. Informes de la construcción



La aplicación del método provee las medidas sobre

- El comportamiento global del edificio, con respecto a un grupo de indicadores de sostenibilidad, para su contraste con otros edificios de la región,
- El comportamiento medioambiental del edificio, con relación a los edificios en referencia,
- La metodología para el manejo de los residuos sólidos - RCD, tanto del interior, como del exterior de los edificios.

Revisión del Estado del Arte

Para el cumplimiento de los objetivos realizamos una revisión bibliográfica nacional e internacional, que permitiera identificar estudios y metodologías existentes para la caracterización de residuos, que puedan ser utilizadas como referente"; se procedió a realizar una búsqueda exhaustiva de las metabases de connotación científica utilizando, SCHOLAR GOOGLE, WERKEN EPU, UBB, la cual considera dentro de sus recursos:

I) Bases de Datos libres, entre las que destacan: ScienceDirect (Elsevier freedom colletion), Scientific Electronic Library Online (SciELO-Chile), Scopus, SpringerLink, Alliance of Crop, Soil, and Environmental Science Societies (ACSESS), Taylor & Francis, Annual Reviews, American Standard of Testing and Materials (ASTM), Bioscientifica, American Association for the Advancement of Science (AAAS), y Wiley entre otros.

II) Libros Electrónicos: Access Engineering de Editorial Mc Graw-Hill, ENG Net Base, IGI GLOBAL.

III) Gestores de Referencias Bibliográficas.

IV) Repositorios DSPACE.

Se utilizó como motor de búsqueda (Keywords): "Residuos Construcción", "Construction waste", "Waste management", "Gestión de residuos", "Construction & Demolition Recycling", "Reciclaje construcción & demolición"; se realizó una lectura de títulos, omitiendo aquellos que no estaban relacionados al objetivo; se estableció un límite temporal de 12 años (2007-2019), más de 300 resultados, de los cuales se procedió a lectura de los resúmenes, logrando obtener un filtro exhaustivo. Se consideró la revisión de las referencias cruzadas en los artículos obtenidos, realizando una evaluación más completa. Con la finalidad de precisar cada uno de los términos referidos, en **Anexo 1** se ha preparado un Glosario específico para esta consultoría, facilitando de esta forma la comprensión del presente documento.

V) Igualmente la realización de este Proyecto de investigación ha motivado otras investigaciones dentro y fuera de la universidad relacionada a los RCDs que se listan al final de esta sección.

En conclusión, contamos para consultar los siguientes documentos e investigaciones:

- (1)** Manzano T., J., L., (2010), Informe de la caracterización de escombros en Bogotá, Alcaldía Mayor de Bogotá, Bogotá, Colombia.
- (2)** Tonda M., , Begliardo H. F., Panigt,M.C., (2010), Recilado de hormigon sin preselección en origen, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.
- (3)** Malešev,M., Radonjanin, V., Marinković, S., (2010), Recycled Concrete as Aggregate for Structural Concrete Production, Sustainability, V.2, ISSN 2071-1050.

- (4)** Parra y Alfaro, J., L. et Al, (2011), Áridos Reciclados Para Hormigón. Prueba Industrial, E. T. S. de Ingenieros de Minas de Madrid, Madrid, España.
- (5)** Martínez Herrera, I. , Díaz Brito, N., Pérez Salgado, A., (2013), Empleo de áridos reciclados finos de composición mixta factibles para su producción a escala local en la fabricación de morteros de albañilería, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba.
- (6)** Pavón, E., Etxeberría, M., Martínez, I., (2011), Propiedades del hormigón de árido reciclado fabricado con adiciones, activa e inerte, Revista de la Construcción, V. 10, N. 3.
- (7)** Lovato, P. S., Possan, E., (2012), Modeling of mechanical properties and durability of recycled aggregate concretes, Construction and Building Materials, V.26, N. 1, ISSN: 0950-0618.
- (8)** Matthey Centeno, P. E., Robayo Salazar, R. A. et Al, (2015), Evaluación de las propiedades mecánicas de paneles de ferrocemento con agregado fino reciclado, Universidad del Valle, Colombia.
- (9)** Jiménez, J. R., Agrela, F., Ayuso, J., López, M., (2010), Estudio comparativo de los áridos reciclados de hormigón y mixtos como material para subbases de carreteras, Materiales de Construcción, V. 61, N. 302 abril-junio 2011, ISSN: 0465-2746.
- (10)** Jiménez, C.; Barra, M.; Valls, S.; Aponte, D.; Vázquez, E. (2014). Durability of recycled aggregate concrete designed with the Equivalent Mortar Volume (EMV) method: Validation under the Spanish context and its adaptation to Bolomey methodology. Materiales de Construcción, V. 64, N. 313, ISSN: 0465-2746.
- (11)** Pavón, E., Etxeberría, M., Martínez, I., (2014), La producción de residuos de construcción y demolición y el uso de agregados reciclados en la Habana, Cuba, Revista Facultad Ingeniería Universidad Antioquia, V. 71.
- (12)** Pérez Salgado, A., Martínez Herrera, I., (2014), Factibilidad económica de la producción de áridos reciclados a escala local, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba.
- (13)** Gómez Mejjide, B., Pérez P., I., Rodriguez Pasadón, A. M., (2015), Reciclaje de los residuos de construcción y demolición como áridos reciclados de mezclas bituminosas en frío, I Congreso Multisectorial de la Carretera, Valladolid, España.
- (14)** Wirtz, M. N., (2016), Valoración sostenible de hormigones elaborados con agregado grueso reciclado - propuesta metodológica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- (15)** Kumar, M., Jain, S., (2017), Use of Demolished Concrete in Pavement Construction, International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD), V. 1, N 5, Jul-Ago 2017 P. 776, ISSN: 2456-6470.

(16) Nyo Nyo, T., (2018), Utilization of Recycled Coarse Aggregate for Concrete Production, International Journal of Trend in Scientific Research and Development (UTSRD), v.2 n5, Jul-Ago 2018 P.125, ISSN: 2456-6470.

(17) Huete, R; Llatas, C.; López, J.A; Ponce, M. Universidad de Sevilla, 1998, Propuestas de minimización de residuos de construcción y demolición (RCD), por la ejecución de edificaciones.

(18) UNPHU, 2020; Uso del PS en la elaboración de fino de techo en estructuras de hormigón como aislante de calor de bajo peso. Tesis de Grado.

(19) UNPHU, 2020; Utilización de PETS en la producción de hormigón no estructural para aceras, contenes, etc. Tesis de Grado.

(20) UNPHU, 2020; Utilización de Llantas para la producción de hormigón no estructural para ser utilizado en aceras y contenes. Tesis de Grado.

(21) UNPHU, 2020; Caracterización de Residuos de Construcción en Santo Domingo Este. Tesis de Grado.

Gestión del Medio Ambiente Urbano

La construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras es una actividad que contamina al medio ambiente; por ende, corresponde tomar medidas sobre sus efectos, las que deben dirigirse a minimizar los residuos del sector constructivo, que no son tóxicos, pero numerosos; por lo que, es necesario su control, siendo ésta la causa principal del aspecto deplorable que presentan los entornos de las ciudades en donde se dispone de los desechos de construcción de forma desordenada.

La falta de control sobre los RCD tiene un impacto en el medio ambiente que merece ser enmarcado en los siguientes aspectos:

- Sobre el medio físico: los vertederos incontrolados de escombros alteran la calidad del aire (presencia de polvo, olores, etc.), la composición del suelo y la proliferación de insectos, roedores y otros agentes que afectan a la salud humana, ejemplo de esto la obstrucción de los drenajes de aguas lluvias y servidas, con consecuencias muchas veces graves.
- Sobre el medio económico: los vertederos incontrolados de escombros alteran las condiciones económicas de su entorno con una pérdida inmediata del valor de mercado de los bienes inmuebles próximos.
- Sobre el medio cultural: los vertederos incontrolados de escombros provocan una degradación de la calidad de vida en su entorno por el incremento de molestias como ruido, polvo, falta de higiene, inseguridad, contaminación estética, etc.

Se trata de un problema caracterizado por:

- Descontrol de la cantidad y las características de los residuos que se generan.
- Falta de información y colaboración de los agentes que intervienen en el proceso.
- Indiferencia a las consecuencias de la producción ilimitada de residuos.
- Infraestructura física insuficiente para su gestión adecuada.

Lo anterior promueve, la promulgación de Ordenanzas Municipales en todos los Ayuntamientos del país, que permitan un proceso constructivo económico-ecológico, basado en el respeto al medio ambiente y que siguiendo directrices recogidas por la Legislación dominicana, se enmarquen dentro de los principios rectores de la estrategia de gestión de residuos dentro del proyecto piloto de la Economía Circular.

En este orden es necesario que las alcaldías promuevan:

- o La prevención: reduciendo la producción unitaria de los residuos en cada una de las fases del proceso constructivo: el diseño, la planificación, la ejecución y demolición, mediante la aplicación del principio de responsabilidad de su gestión correcta a los generadores de los residuos.
- o La valorización de los RCD: desarrollando medidas que propicien el empleo de los residuos como materia prima secundaria mediante su reutilización o reciclado.
- o La eliminación compatible: estableciendo vertederos para el depósito de los residuos no recuperables, de forma compatible con el medioambiente

Requerimiento de la gestión de residuos de construcción, demolición y mantenimiento de edificios e infraestructuras

Según estudios de la gestión de los RCD de edificios e infraestructuras, también conocidos como residuos inertes o escombros, se requiere que sean sometidos a una gestión de reutilización y reciclaje. Este cambio que debe incluir la fabricación de materiales utilizando materia prima secundaria obtenida de los RCD, siendo esta condición imprescindible para cerrar los ciclos de vida de los residuos.

Por lo anterior, cabe destacar el esfuerzo que deberán realizar todos los actores del proceso constructivo, incluidas las industrias asociadas, para dar respuesta con construcciones sostenibles.

Identificación y caracterización de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras – RCD

La clasificación de los RCD, para su inclusión en las diferentes etapas de la construcción de una obra, se la realiza a través de su caracterización, que permite la identificación mecánica, física, química, mineralógica, ambiental y otras, de los residuos sólidos y/o desechos. Aclarando que la concepción tradicional de los desechos que implicaban su desalojo cambia a residuos aprovechables dentro de la concepción de la sostenibilidad y la Economía Circular.

Resulta muy beneficioso separar los RCD clasificados, triturados y tratados, en listas de nuevos materiales disponibles para la construcción. Esta lista, en algunos países, se codifica y comercializa bajo esa codificación.

Cuantificación y minimización de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras – RCD

La arquitectura e ingeniería, además de los constructores clandestinos, son los generadores principales de los RCD en el país. De ellos, el 90% son reciclables, según esta investigación, pero, sin embargo, no se los recicla por diferentes motivos.

Para la identificación y cuantificación de los RCD, es altamente recomendable agruparlos en tres grupos:

- o La estructura: varillas de refuerzo, madera de encofrado, hormigón, fundas de papel, bloques, ladrillos y plásticos.
- o Los acabados: morteros, residuos peligrosos, madera de acabados, planchas de yeso, alambre galvanizado, porcelanato, cerámicas, granito, entre otros.
- o Los subcontratistas: tuberías de acero y plásticas, cables, plásticos, latas y otros envases de pintura, vidrios, cartones, etc.

En cuanto a la minimización, desde la perspectiva de la industria, los actores son (Huete et al, 1998):

- o Los promotores del proyecto,
- o Los propietarios del proyecto
- o Los profesionales del diseño,
- o Los actores del proceso constructivo; y,
- o La comunidad, con su exigencia de no contaminar.

Valoración de los residuos de construcción y demolición de edificaciones

Una vez conocidos y evaluados la cantidad y el tipo de los RCD, se deben establecer líneas de actuación que contemplen su gestión integral y cuya aplicación dependerá de las especificaciones condicionantes, sean éstas económicas, sociales o culturales de cada territorio y situación, con el fin de incrementar la valorización de los residuos, para su transformación en materia prima secundaria, para todo tipo de obras, sean estas públicas o privadas.

Tipos de residuos para edificaciones e infraestructuras:

- Áridos para la ejecución de pavimentos asfálticos,
- Material granular para la construcción de obras viales,
- Capas de rodadura para la ejecución de obras viales rurales,
- Tierra armada y rellenos,
- Rellenos de zanjas, construcción de muros, formación de pendientes, etc.
- Material granular para elementos de hormigón,
- Material granular para bloques,
- Materia prima para tejas, ladrillos, baldosas, etc.

Modelo de evaluación de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras – RCD

El modelo de evaluación permite considerar, en el proyecto, otras alternativas de procedimientos constructivos que generen menos residuos. Estas alternativas sólo tienen sentido, si cumplen con las mismas exigencias constructivas y estructurales del proyecto, de tal manera, que el proyecto inicial no varíe, con respecto al proyecto final. El cuadro de exigencias del proyecto debe mantenerse.

Del análisis del origen del residuo, su clasificación, estimación de los costos de producción y cantidades producidas, se obtienen aquellas alternativas que sean más limpias.

Aplicación del modelo de evaluación de los RCDs

Para la aplicación del modelo, en este estudio utilizamos los establecidos por la Unión Europea. Para cuantificar los residuos generados por la construcción y demolición de las edificaciones (RCD), se parte del procedimiento de cuantificación desarrollado en un modelo de presupuesto.

En el año 2004, la Empresa de construcción DTI, con sede en el Reino Unido publica la Guía para contratistas, constructores y clientes, documento en el cual establece diez importantes pasos para la formulación de un plan de manejo de residuos en el lugar de la obra, los cuales son descritos a continuación:

- 1. Identifique quién será el responsable de diseñar el plan de manejo de los residuos en el lugar de la obra y asegurarse de que el plan será llevado a la práctica.*
- 2. Identifique los tipos y las cantidades de los residuos de la construcción y demolición - RCDs, que serán producidos en todas las etapas del proceso constructivo.*
- 3. Identifique las opciones de la gestión de los residuos de la construcción y demolición - RCD incluyendo una referencia, las opciones en lugar y fuera del lugar de la obra y preste particular atención a cualquier residuo peligroso producido.*
- 4. Identifique los lugares y los contratistas para la gestión de los residuos de la construcción y demolición, para todos los residuos - RCD y asegúrese de que los contratos sean adecuados, acentuando la conformidad con las responsabilidades legales tales como el cuidado y manejo correcto de dichos residuos por parte de los contratistas.*
- 5. Realice cualquier capacitación necesaria del personal de la empresa o capacitación impartida por los subcontratistas de modo que cada uno de los trabajadores entienda los requisitos de su plan de manejo de los residuos - RCD en el lugar de obra.*
- 6. Determine los objetivos con porcentajes o cantidades de los residuos - RCD en el lugar de obra.*
- 7. Determine las cantidades de los residuos, y de residuos - RCD producidos y compárelos contra su plan de manejo de los residuos - RCD en el lugar de la obra.*
- 8. Supervise la puesta en práctica del plan de manejo de los residuos - RCD en el lugar de la obra, para cerciorarse de que todo está de acuerdo con el plan; esté preparado para poner al día su plan; si las circunstancias cambian, aprenda de la experiencia día a día para ocasiones futuras.*
- 9. Revise cómo funcionó el plan de manejo de los residuos - RCD en el lugar de la obra al final del proyecto e identifique los puntos de aprendizaje con sus colegas que puedan estar implicados en la preparación de planes de manejo de residuos (RCD) en el lugar de la obra de modo que puedan beneficiarse de sus experiencias también.*

Finalmente, puede comparar los porcentajes alcanzados contra los planeados en su plan de manejo de los residuos - RCD en el lugar de la obra e identificar cuáles son los puntos por mejorar y cuáles cumplieron con las expectativas.

Residuos peligrosos en la construcción: tipos y formas de manejo

Se define como residuos peligrosos a los materiales que en cualquier estado sea físico o químico contienen sustancias que representan peligro para la salud humana, el entorno y los recursos naturales. Se consideran dentro de esta definición los envases y recipientes que posean restos de productos peligrosos. Estos residuos son resultantes del proceso: productivo, transformación, reciclaje, utilización o consumo y reutilización.

Los residuos peligrosos tienen las siguientes características: Corrosivas, Tóxicas, Venenosas, Reactivas, Explosivas, Inflamables, Biológicas infecciosas o irritantes. Entre estos podemos mencionar: baterías, pilas (plomo, níquel, cadmio, etc.), filtros de gasolina, aceite y petróleo, trapos / wiperes impregnados con combustibles, lubricantes, asbestos, fibras de vidrio, envases de aceites, lubricantes, pintura, solventes, colas, lacas, perseverantes de madera, fluorescentes, restos de electrodos de soldaduras, materiales contaminados con sustancias peligrosas, madera tratada, transformadores y condensadores, piso de vinilo asbestos, etc.

Tabla 6: Residuos potencialmente peligrosos

Residuos	Tratamiento	Destino
- Residuos biodegradables	Reciclado/Vertedero	Planta RSU
- Mezclas de residuos municipales	Reciclado/Vertedero	Planta RSU
Potencialmente peligrosos y otros		
- Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas	Depósito Seguridad	Gestor autorizado de Residuos Peligrosos (RPs)
- Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	Tratamiento	
- Mezclas Bituminosas que contienen alquitrán de hulla	Tratamiento/Depósito	
- Alquitrán de hulla y productos alquitranados	Tratamiento/Depósito	
- Residuos Metálicos contaminados con sustancias peligrosas		
- Cables que contienen Hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras		
- Materiales de Aislamiento que contienen Amianto	Depósito Seguridad	
- Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	Depósito Seguridad	
- Materiales de construcción que contienen Amianto	Depósito Seguridad	
- Materiales de Construcción a partir de Yeso contaminados		
- Residuos de construcción y demolición que contienen Mercurio	Depósito Seguridad	
- Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	Depósito Seguridad	Gestor autorizado RPs
- Otros residuos de construcción y demolición	Depósito Seguridad	
- Materiales de aislamiento	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
- Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas		Gestor autorizado RPs
- Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas		
- Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas		
- Absorbentes contaminados (trapos...)	Tratamiento/Depósito	
- Aceites usados (minerales no clorados de motor)	Tratamiento/Depósito	
- Filtros de aceite	Tratamiento/Depósito	
- Tubos fluorescentes	Tratamiento/Depósito	
- Pilas alcalinas (baterías), Baterías de pLomo	Tratamiento/Depósito	Gestor autorizado RPs
- Envases de metal contaminados	Tratamiento/Depósito	
- Sobrantes de pintura	Tratamiento/Depósito	
- Sobrantes de barnices, disolventes, desencofrantes, etc.	Tratamiento/Depósito	Gestor autorizado RPs
- Latas aerosols vacíos	Tratamiento/Depósito	
- Hidrocarburos con agua	Tratamiento/Depósito	

Disposición final de los RCD: escombreras ilegales o botaderos

Los vertederos o escombreras son depósitos construidos para albergar los residuos de la demolición de edificaciones e infraestructuras (RCD) no utilizables (materiales inertes) y también los utilizables en nuestro país.

Por el estado inerte de los residuos. Los ayuntamientos deberán regular los planes de zonificación para este tipo de residuos, para que los ciudadanos tengan claro cuáles zonas son aptas para albergar a los residuos y en cuáles no.

Pero en el caso de escombros, materiales y elementos de construcción, demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación se debe buscar terrenos cuyo paisaje se encuentre degradado, tales como minas y canteras abandonadas. Se debe considerar siempre que, por los volúmenes que se van a disponer, se requieren áreas extensas, de preferencia en depresiones naturales fuera de cursos de agua o quebradas.

La elección del emplazamiento de un botadero se debe basar entre otros, en criterios técnicos, económicos, ambientales y socioeconómicos. En los criterios específicos más importantes se encuentra la distancia de transporte desde la explotación hasta la escombrera, que afecta al costo total de la operación; la capacidad de almacenamiento necesaria, que viene impuesta por el volumen de materiales inertes (estériles) a mover; las alteraciones potenciales que pueden producirse sobre el medio natural y las restricciones ecológicas existentes en el área de implementación. Las consideraciones ambientales tienen mucha importancia por lo que han pasado a estar en algunos casos por encima de las económicas.

Tamaño y forma

La capacidad y la forma de los botaderos o escombreras será establecida por el volumen de materiales inertes (estériles) y RCD a albergar. Tal cantidad de material a albergar dependerá no solamente de la estructura geológica del sitio de construcción y de la topografía del área, sino también del valor económico de la remoción de escombros y los RCD.

Para determinar el tipo de escombrera o vertedero al que se deben enviar tras realizar las pruebas de admisión, se determina si esos suelos son admisibles en:

- Escombreras o vertederos de residuos peligrosos.
- Escombreras o vertederos de residuos no peligrosos.
- Escombreras o vertederos de residuos inertes.

Método de selección

La elección del área de implantación de la escombrera o vertedero persigue diversos objetivos como son:

- Minimizar los costos de transporte y vertido.
- Alcanzar la integración y la restauración de la estructura en el entorno.
- Minimizar el área afectada.
- Evitar la alteración sobre hábitats y especies protegidas, etc.
- Definir las medidas de mitigación y manejo para disminuir el impacto paisajístico, de ruido y calidad del aire. Se debe considerar el uso de barreras visuales.
- Determinar y garantizar las obras de drenaje que sean requeridas tanto en el interior de la escombrera como en su perímetro, para garantizar la adecuada circulación del agua.
- Descargar escombros, materiales y elementos de construcción mezclados con otros residuos como basura, residuos líquidos, tóxicos, peligrosos, hidrocarburos, entre otros.

Compendio de Leyes Ambientales

- Constitución de la República Dominicana
- Ley 225-20 Sobre Desechos Sólidos en la República Dominicana
- Ley-No-64-00_Sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Ley No. 83-89 Prohibición de Colocacion de Desperdicios de Construcción, Escombros, Desechos
- Ley 300-98, Enseñanza Obligatoria Asignatura Medio Ambiente
- Ley No. 311 Uso y Control de Plaguicidas
- Ley No. 5852 Dominio de las Aguas Terrestres y Distribución de Aguas Públicas
- Ley No.487 Control de la Explotación y Conservación de Aguas Subterráneas
- NA-05 Norma para la Gestión Ambiental de Desechos Radioactivos
- NA-06 Norma para la Gestión Integral de Desechos Infecciosos
- NA-12 Norma para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos No Peligrosos
- Reglamento de Etiquetado e Información de Riesgo y Seguridad de Materiales Peligrosos

CAPÍTULO 2: MARCO METODOLÓGICO

- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.
- TÉCNICA DE RECOGIDA DE LA INFORMACIÓN Y LOS SOPORTES.
- LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN PARA EL INVENTARIO DE LOS RCD.
- DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN Y MUESTRA.
- DISEÑO Y ELABORACIÓN DE LAS ENCUESTAS.
- TRATAMIENTO ANALÍTICO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS .
- EVALUACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS, GENERADOS POR LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LAS EDIFICACIONES (RCD)

METODOLOGÍA EMPLEADA

El presente estudio, se enmarca dentro de la metodología cualitativa, porque trata de medir la profundidad de la relación entre las variables o los fenómenos en estudio y no su exactitud; tiene un carácter descriptivo porque trata de relacionar las variables o fenómenos en estudio pero sin llegar a determinar las causas de dicha relación y qué pretende revisar de forma completa y profunda, los acontecimientos o procesos significativos relacionados con el objeto del estudio, que tiene lugar en escenarios concretos.

En Base a los referentes analizados, proponer una metodología de caracterización preliminar, identificando recursos, tiempos, insumos necesarios para llevar a cabo el estudio. Este estudio no pretende la realización de predicciones, y búsqueda de verdades universales, sino, el desarrollo de una metodología, la aplicación de indicadores y el aprovechamiento de las experiencias con reciclados que se describen en los casos particulares.

Esta investigación, se circunscribe en la realidad de los estudios de caso. Centramos el estudio para tipología de edificios en altura, en etapa de inicio, Etapa de obra gris y etapa de terminaciones, considerando:

- Información cualitativa:

- o Entrevistas a profesionales y trabajadores de obra
- o Lugares de disposición
- o Separaciones en la Fuente, etc.

- Información primaria:

1) *Análisis de información disponible en obra*

- o procedimientos de gestión de residuos,
- o planilla de reciclaje de escombros,
- o datos históricos de residuos del proyecto, etc.

2) *Cuantitativa:*

- o Recolección de datos cuantitativos en terreno,
- o Tipos de residuos relacionados a los procesos constructivos y obras
- o Orígenes o fuentes dentro de la obra,
- o Cantidades y disposición.
- o Se definieron los métodos de estimación de proporciones, flujos dentro de la obra, rangos de reciclaje, etc.
- o Enfoque en: Madera, yeso cartón, plásticos, metales, empaques, asfalto, hormigón, bloques y ladrillos, etc. Identificando claramente si corresponden a residuos propios de los procesos constructivos, envases, embalaje u otros.

- Flujos de residuos dentro de la obra, desde generación hasta disposición.

- Información que permita realizar una estimación de los costos para la obra, asociados a la generación de residuos,

- o ya sea costos directos (costos de gestión, disposición, etc.) o
- o indirectos (operativos, reprocesos, recursos humanos asociados, etc.).

Esto, con el fin de estimar las pérdidas o ineficiencia en el uso de recursos, provocada por la generación de residuos.

Para la consecución de los objetivos, se abordan una serie de pasos, necesarios para desarrollar una propuesta de metodológica que cubra todas las variables y factores detallados en la descripción de dicho objetivo.

Para ello, y siguiendo una lógica secuencial de desarrollo, se busca establecer entonces levantamiento de información primaria cualitativa y cuantitativa, para lo cual se tiene:

- 1) Análisis de la información aportada por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones acerca de los metros cuadrados de construcción realizados por el sector público en el país en el año 2019.**
- 2) Análisis de la información aportada por la Oficina Nacional de Estadísticas acerca de los metros cuadrados de construcción realizados por el sector privado en el país en el año 2019, y**
- 3) Análisis de la información aportada por los productores y generadores de residuos de construcción y demolición en el país.**



Consideraciones levantamiento información primaria

Información y entrevistas (aspectos cualitativos)

Considera el levantamiento de información primaria en obra, basada en una batería de entrevistas a profesionales, técnicos y trabajadores en general, involucrados en los distintos procesos y actividades de la obra. En el Anexo 2 se adjuntan los tipos de entrevistas aplicadas en las obras piloto.

A partir de los resultados de estas entrevistas, se procesó la información obtenida, de manera tal que se pudieran identificar la existencia o no de:

- Conocimiento de conceptos de gestión (enfocados en la caracterización) de RCD
- Políticas de gestión de RCD a nivel de empresa y en la cadena productiva de la obra
- Medidas o acciones concretas en la gestión de RCD
- Actividades de capacitación (RCD), del personal trabajador
- Asignación de responsabilidades sobre la gestión de RCD a los distintos actores intervinientes
- Vinculación de gestión de RCD con productividad en la obra
- Cumplimiento de las acciones de gestión impuestas por la empresa constructora
- Vinculación de subcontratistas con el sistema de gestión de RCD de la empresa principal
- Acciones para la prevención de la generación de residuos
- Acciones de reutilización de los residuos dentro de la misma obra
- Empresas recicladoras vinculadas al proyecto
- Beneficio económico por la eficiente gestión de RCD
- Disposición a incorporar herramientas digitales que faciliten la gestión de RCD en proyectos de construcción
- Otras

La toma de muestras se realizó en un periodo consecutivo de 14 días en cuatro (4) obras que se encuentran en diferentes etapas constructivas.

- 1. Obra Piloto 1: Demolición de obra existente para dar paso a la nueva construcción**
- 2. Obra Piloto 2: Excavación de las fundaciones de la nueva construcción**
- 3. Obra Piloto 3: Construcción en Etapa de construcción “gris”**
- 4. Obra Piloto 4: Obra en etapa de terminación**

Se recolectaron igualmente muestras de residuos en industrias ligadas a la construcción e igualmente se tomaron muestras de material ya coprocesado para volver a ser utilizados por las empresas constructoras.

Todas estas muestras recolectadas han sido debidamente caracterizadas, y las coprocesadas serán sometidas a una serie de ensayos que van desde su identificación, tamaño, granulometría, geometría, limpieza, resistencia, dureza, durabilidad, y otros ensayos todos estandarizados nacional e internacionalmente.

Figura 3: Técnicas de recogida de información y soportes



Diseño y elaboración de encuestas

El diseño y la elaboración de las encuestas, se orientó a los siguientes objetivos:

- a) La evaluación de los residuos sólidos.
- b) El diagnóstico de la gestión de los residuos sólidos.
- c) El diagnóstico de la normativa que rige le gestión de residuos sólidos.

CAPÍTULO 3: RESULTADOS

- RESULTADO DEL MUESTREO
- LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN PARA EL INVENTARIO DE LOS RCD
- DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN Y MUESTRA
- TAMAÑO DE LA MUESTRA
- DISEÑO Y ELABORACIÓN DE LAS ENCUESTAS
- TRATAMIENTO ANALÍTICO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS
- EVALUACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS, GENERADOS POR LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LAS EDIFICACIONES (RCD)

Resultados de Muestreo en el Estudio de Caracterización

Para el análisis de la producción de residuos de construcción y demolición se utilizó las estadísticas provenientes del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), De la Oficina Nacional de Estadísticas (ONE), así como del Colegio Dominicano de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores (CODIA), de la Cámara Dominicana de la Construcción (CADOCON), y de diversas Alcaldías del país (Distrito Nacional, Santo Domingo Este, Santo Domingo Oeste, Santo Domingo Norte, Santiago de los Caballeros, La Vega, San Cristóbal, San Francisco de Macorís, San Pedro de Macorís, La Romana, Higüey, Punta Cana-Bávaro, entre otras).

En primer lugar, a partir de la información suministrada tomando como base el año 2019, se realizó el levantamiento de la información estadística relativa a la cantidad de obra realizada en metros cuadrados de construcción en toda la República Dominicana.

Nuestra investigación se centró en la caracterización de los Residuos de Construcción y Demoliciones en los siguientes cuatro (4) casos de estudio:

Caso 1: Demolición de obra existente para dar paso a la nueva construcción

Caso 2: Excavación de las fundaciones de la nueva construcción

Caso 3: Construcción en Etapa de construcción “gris”

Caso 4: Obra en etapa de terminación.

Indicador de generación de residuos de construcción

En nuestra investigación realizamos un levantamiento de información en empresas constructoras de la ciudad de Santo Domingo y consultamos con un estudio previo realizado para la Asociación de Industrias de la República Dominicana y obtuvimos resultados bastante parecidos a dicho estudio realizado por la Empresa Consultora Serviguide Dominicana con ligeras variaciones.

Tabla 7: Indicadores Promedio de Generación de RCDs en República Dominicana

Indicador Promedio de Volumen (m3) por Area de Construcción (m2) de RCDs	0.20
Indicador Promedio a Demoliciones de Volumen (m3) por Area de Construcción (m2)	0.51

Tabla 8: área de Construcción del Sector Privado por Provincia por mes año 2019

REPÚBLICA DOMINICANA: Área de construcción del sector privado por provincia, según mes, enero-diciembre del 2019*
(en m²)

Provincia	Total	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Total	15,744,690.23	686,166.58	3,886,413.95	1,302,635.54	1,333,093.34	1,488,862.66	633,809.30	527,429.77	903,678.40	996,766.12	1,273,823.21	2,026,284.74	685,726.62
Distrito Nacional	2,388,384.48	66,480.79	192,969.34	251,235.08	726,360.39	265,836.35	46,294.53	93,647.25	190,609.12	94,596.77	161,772.98	296,761.64	1,820.24
Azua	42,993.46	522.92	541.46	0.00	40,262.08	0.00	0.00	0.00	1,667.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Barahona	43,861.67	0.00	576.00	7,637.21	15,636.00	13,715.22	0.00	576.00	3,621.37	0.00	0.00	1,899.87	0.00
Duarte	48,916.33	4,255.11	2,298.02	3,429.96	780.36	6,389.61	3,573.81	2,023.36	2,483.70	4,992.84	7,014.68	9,122.58	2,548.30
El Seibo	119,709.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5,828.75	14,382.33	99,498.00
Españat	40,624.74	1,595.69	14,374.98	5,793.22	3,096.60	1,633.50	778.44	2,045.26	153.80	3,536.84	1,629.93	4,019.51	1,966.97
La Altagracia	4,672,816.45	20,816.74	3,385,676.75	6,240.00	6,289.34	28,312.29	26,753.58	30,984.92	31,741.40	105,801.60	317,100.09	475,105.40	237,994.34
La Romana	37,125.18	0.00	5,504.08	0.00	1,056.70	22,078.36	1,414.51	844.34	1,952.12	451.00	3,400.50	423.57	0.00
La Vega	114,264.81	40,349.92	1,335.46	17,765.05	2,477.79	5,474.84	6,790.33	3,903.79	703.38	4,145.97	2,781.64	4,383.66	24,152.98
María Trinidad Sánchez	6,999.74	0.00	0.00	366.86	1,392.00	0.00	3,037.13	0.00	0.00	0.00	1,232.75	971.00	0.00
Monte Cristi	3,044.01	0.00	0.00	0.00	0.00	1,500.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,543.89	0.00
Peravia	55,994.25	42,218.00	3,125.95	0.00	1,558.05	0.00	6,755.15	0.00	1,375.10	0.00	962.00	0.00	0.00
Puerto Plata	177,897.08	51,974.93	0.00	0.00	8,133.71	45,955.70	2,427.79	4,502.12	1,779.34	29,170.09	7,046.77	10,888.73	16,017.90
Hermanas Mirabal	11,331.87	548.70	0.00	243.61	9,339.70	0.00	242.66	304.70	0.00	0.00	0.00	0.00	652.50
Samaná	53,923.43	350.00	2,626.75	0.00	32,460.80	2,461.88	0.00	4,535.00	860.76	0.00	3,558.92	0.00	7,069.32
San Cristóbal	63,738.15	4,197.00	0.00	18,760.00	2,537.95	460.23	12,726.85	4,197.00	0.00	3,245.00	2,814.00	660.12	14,140.00
San Juan	5,825.05	0.00	0.00	1,826.92	0.00	498.19	0.00	0.00	440.00	2,587.94	472.00	0.00	0.00
San Pedro de Macoris	105,283.19	57,632.90	1,165.36	0.00	749.18	0.00	0.00	0.00	4,789.00	16,030.73	20,681.42	2,101.58	2,133.02
Sánchez Ramírez	14,455.45	0.00	10,167.07	1,444.90	827.47	0.00	1,444.90	0.00	0.00	0.00	571.11	0.00	0.00
Santiago	1,160,514.75	44,151.50	62,396.54	29,750.20	92,347.14	180,591.43	137,130.16	207,739.46	106,369.76	67,100.23	80,447.49	61,251.11	91,239.73
Valverde	16,437.91	0.00	0.00	5,064.17	1,370.38	2,707.11	0.00	199.18	3,281.14	0.00	0.00	3,815.93	0.00
Monseñor Nouel	13,165.65	0.00	0.00	827.14	910.89	827.14	538.72	2,363.42	1,098.22	1,072.11	1,500.63	973.15	3,054.23
Hato Mayor	877.11	0.00	695.55	0.00	0.00	0.00	0.00	181.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
San José de Ocoa	24,895.24	0.00	0.00	914.01	20,323.35	0.00	1,181.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,476.12
Santo Domingo	6,521,811.15	351,072.38	202,960.64	951,337.21	365,183.46	910,416.69	382,718.98	169,382.41	550,753.19	664,035.00	655,007.55	1,137,980.67	180,962.97

Fuente: Registros administrativos Departamento de Tramitación de planos, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC)

Tomando como base el indicador promedio de generación de RCD's, pudimos obtener la cantidad de residuos generados en República Dominicana para el año 2019.

Se utilizó las informaciones ofrecidas por la Oficina Nacional de Estadísticas (ONE) y el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) y confirmadas a través de las alcaldías de los Municipios consultados.

En este sentido determinamos que:

1) La cantidad total de metros cuadrados construidos en el año 2019 fue de 5,510,186.53, de los cuales 68% fue realizado por el sector privado, y el 32% por el sector público.

2) Utilizando el indicador de generación de RCD's previamente determinado concluimos que, en el año 2019, la generación de residuos alcanzó la cifra de 1,102,037.31 m³ en todo el territorio nacional.

Tabla 9: Estadísticas Institucionales del Sector Público

Fuente: MOPC 2019

Edificaciones (m2)

TIPO DE EDIFICACIÓN						
TRIMESTRE	GUBERNAMENTALES	INSTITUCIONALES	SERVICIO	RECREATIVAS	VIVIENDAS	TOTAL
T1	36,598.01	3,988.77	15,486.76	15,604.70	65,138.39	410,449.89
T2	37,638.01	4,408.77	16,956.81	15,934.70	66,433.39	424,115.4
T3	38,340.01	4,729.77	25,444.84	16,033.70	67,565.64	456,341.88
T4	39,830.01	5,179.77	26,963.84	16,284.70	69,192.64	472,352.88
TOTAL GENERAL						1,763,259.69

Tabla 10: Cantidad de Residuos Generados en la República Dominicana en 2019

Fuente Propia

Descripción	Valor Total
Cantidad de Construcción en m2	5,510,186.53
Indicador determinado del Volumen RCDs por Area	0.20
Volumen Total de residuos estimado	1,102,037.31

Tabla 11: Caracterización de RCDs en la República Dominicana

Fuente Propia

TIPO DE RESIDUO	PORCENTAJE	CANTIDAD ESTIMADA EN M3
Concreto, arena, gravas y mortero	34.20	376,896.76
Madera	2.34	25,787.67
Suelos provenientes excavaciones	41.12	453,157.74
Bloques de hormigón	11.40	125,632.25
Foam de diferentes densidades	2.98	32,840.71
Acero estructural	1.39	15,318.32
Otros metales	0.61	6,722.43
Papel y cartón	0.86	9,722.43
Cerámicas, granito, mármol, etc.	1.92	21,159.12
Polímero: PETS	1.30	14,326.49
Otros plásticos	0.43	4,738.76
Yeso	0.23	2,534.69
Vidrio	0.15	1,653.06
Residuos orgánicos	0.26	2,865.30
Otros materiales no clasificados	0.81	8,926.50
TOTAL	100.00	1,102,037.31

Figura 4: Caracterización de RCDs en la República Dominicana

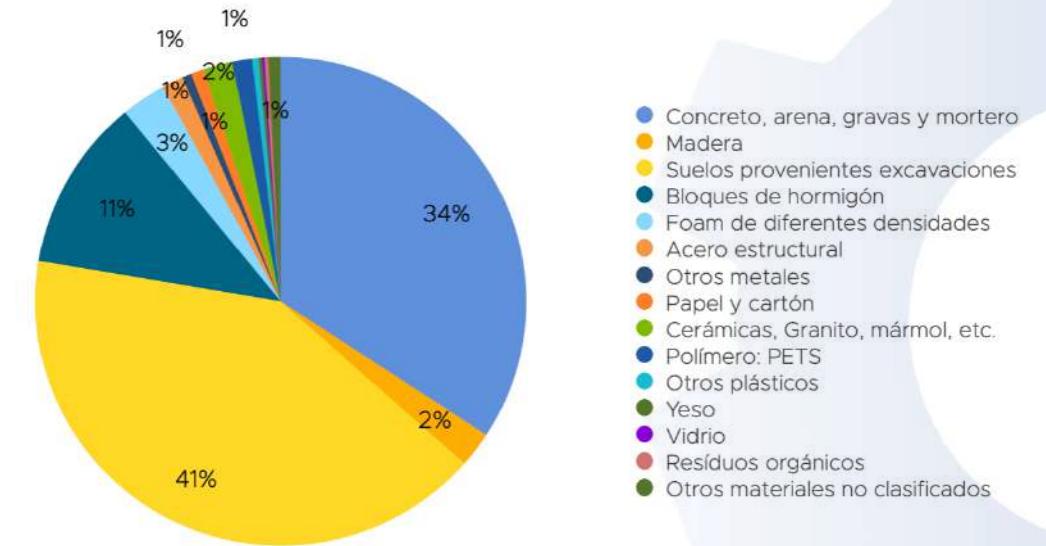


Figura 5: Caracterización de RCDs en la República Dominicana

Fuente propia

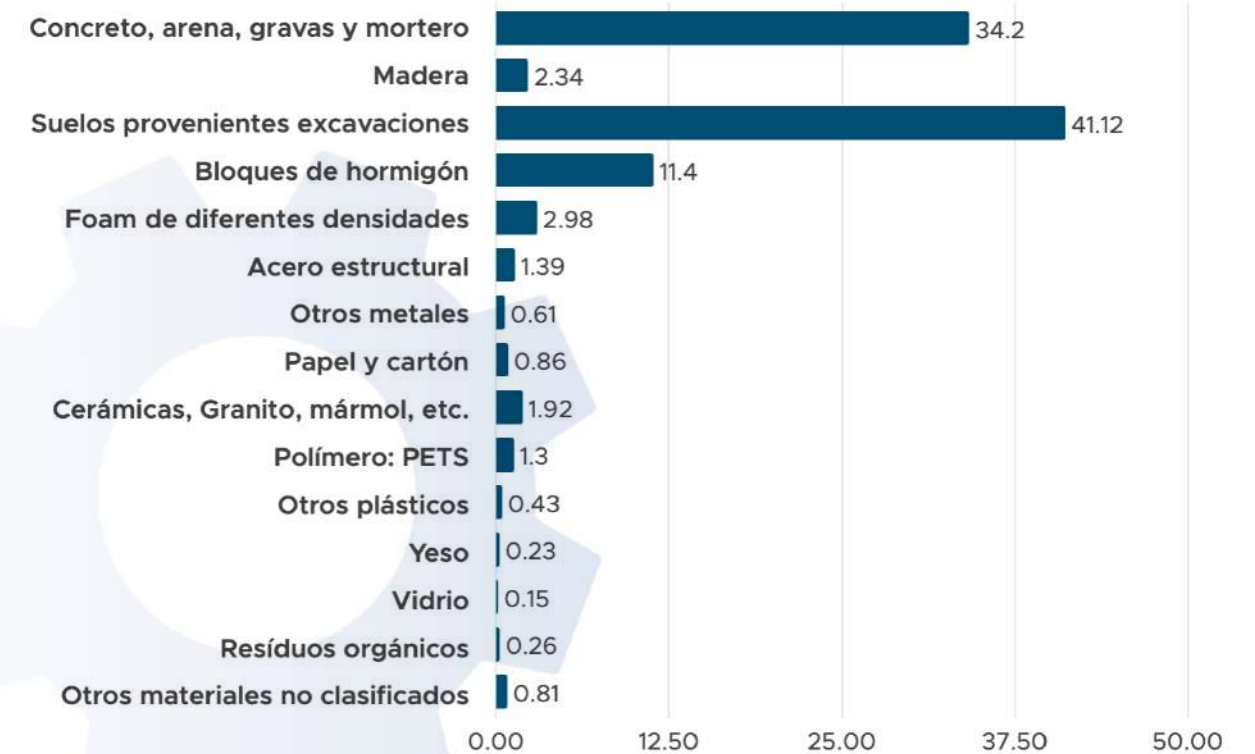


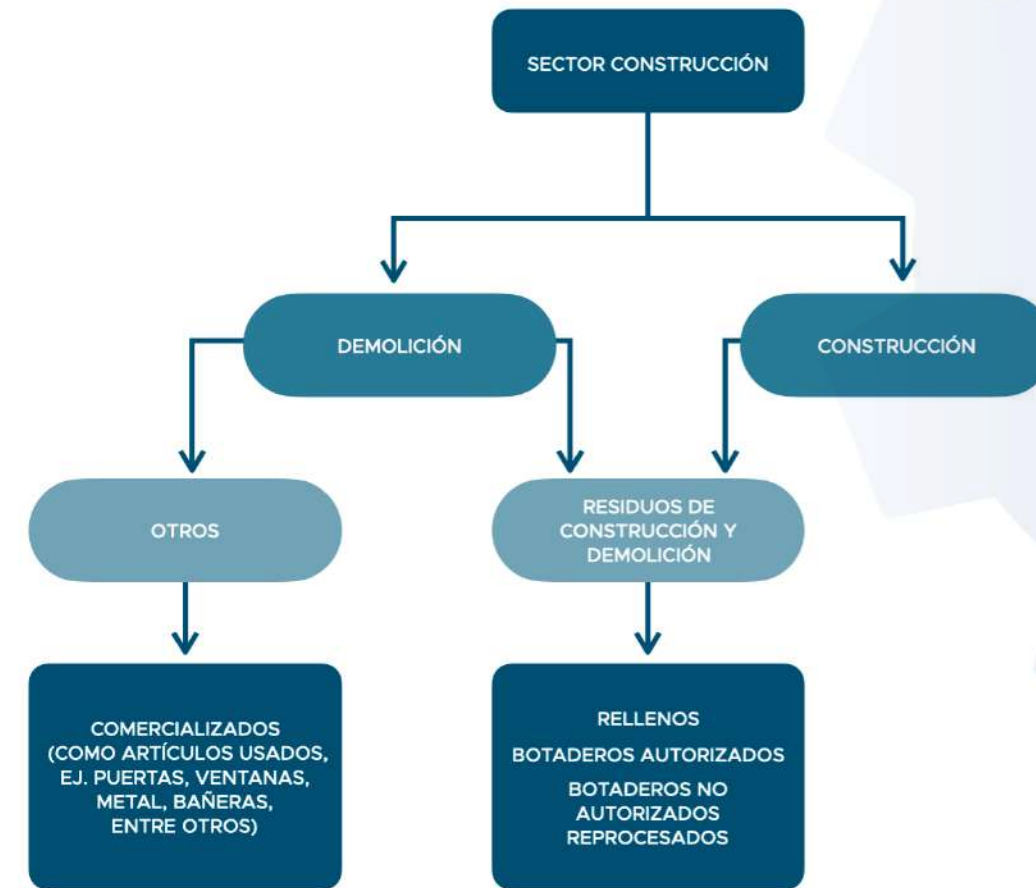
Tabla 11-A: Caracterización Total y parcial para cada caso estudiado

Caracterización de residuos sólidos y demolición (RCDs) en la República Dominicana			DEMOLICIÓN		EXCAVACIÓN		OBRA GRIS		TERMINACIÓN	
TIPO DE RESIDUO	PORCENTAJE	CANTIDAD ESTIMADA EN M3	PORCENTAJE	CANTIDAD ESTIMADA EN M3	PORCENTAJE	CANTIDAD ESTIMADA EN M3	PORCENTAJE	CANTIDAD ESTIMADA EN M3	PORCENTAJE	CANTIDAD ESTIMADA EN M3
Concreto, arena, gravas y mortero	34.20	376,896.76	57.50%	214,148.11	0.00%	-	59.29%	112,114.00	58.04%	50,634.65
Madera	2.34	25,787.67	4.86%	18,112.99	0.20%	914.11	3.45%	6,518.02	0.28%	242.55
Suelos provenientes excavaciones	41.12	453,157.74	0.00%	-	95.33%	432,094.56	11.14%	21,063.18	0.00%	0.00
Bloques de hormigón	11.40	125,632.25	23.73%	88,364.33	2.22%	10,045.76	13.64%	25,788.34	1.64%	1,433.82
Foam de diferentes densidades	2.98	32,840.71	3.61%	13,450.55	0.47%	2,140.11	4.54%	8,576.09	9.94%	8,673.96
Acero estructural	1.39	15,318.32	2.92%	10,890.79	0.22%	980.47	1.54%	2,914.22	0.61%	532.84
Otros metales	0.61	6,722.43	1.46%	5,420.44	0.00%	-	0.42%	790.11	0.59%	511.88
Papel y cartón	0.86	9,722.43	0.27%	988.23	0.05%	211.06	2.16%	4,086.51	4.80%	4,190.72
Cerámicas, granito, mármol, etc.	1.92	21,159.12	3.11%	11,569.07	0.00%	-	0.00%	-	10.99%	9,590.05
Polímero: PETS	1.30	14,326.49	1.21%	4,509.87	0.68%	3,098.08	1.64%	3,100.14	4.15%	3,618.40
Otros plásticos	0.43	4,738.76	0.33%	1,214.45	0.31%	1,398.06	0.52%	980.55	1.31%	1,145.70
Yeso	0.23	2,534.69	0.24%	897.05	0.00%	-	0.00%	-	1.88%	1,637.64
Vidrio	0.15	1,653.06	0.15%	540.17	0.02%	85.12	0.01%	23.44	1.15%	1,004.33
Residuos orgánicos	0.26	2,865.30	0.06%	233.58	0.07%	311.59	0.43%	814.91	1.73%	1,505.22
Otros materiales no clasificados	0.81	8,926.50	0.57%	2,111.94	0.44%	1,987.05	1.22%	2,315.44	2.88%	2,512.07
TOTAL	100.00	1,102,037.31	100%	372,451.57	100%	453,265.97	100%	189,085.95	100%	87,233.82

Valorización de los RCDs y sus posibles usos

Figura 6: Diagrama de Flujo Cadena de Valor Residuos Construcción

Fuente: Serviguide dominicana



Aunque en nuestro estudio la Valorización de los RCDs estarán contemplados en el tercer Producto Entregable, deseamos expresar que una parte importante de los RCDs se encuentra valorizado y posee mercados secundarios detectables de los mismos. En este orden podemos afirmar que los siguientes materiales de hecho son valorados en el país:

- a) Material producto de excavaciones
- b) Materiales metálicos provenientes de demoliciones
- c) Otros metales provenientes de demoliciones
- d) Otros materiales provenientes de demoliciones (Puertas, ventanas, aparatos sanitarios, etc.)
- e) Madera
- f) Cartones y Papeles
- g) Vidrio.

En la República Dominicana se detectó una planta procesadora de desechos de construcción y demoliciones con una capacidad de procesamiento de unos 175 m³/hora, lo que significa que si existieran las reglamentaciones adecuadas la misma podría aprovecharse de forma eficiente y efectiva en el co-procesamiento de los desechos de construcción, demoliciones y excavaciones.

En el país contamos con un mercado de reventa de materiales de construcción y demolición. Es por todo lo anterior que se necesita el presente estudio de caracterización de RCDs y contar con las herramientas necesarias para la implementación de la economía circular en el sector construcción.

Tenemos nuevos nichos de negocios con investigaciones locales en la utilización de diferentes tipos de residuos dentro de la industria entre los que podemos mencionar:

- 1) *Uso de foam como un porcentaje de material granular en el uso de hormigón de baja capacidad portante y en el uso de finos de techo*
- 2) *Uso de PETS para uso de hormigón no estructural*
- 3) *Utilización de material producto de excavaciones como material de relleno en calles, caminos y carreteras*
- 4) *Combinación de materiales de excavación con material producto de demoliciones para rellenos y subbase en caminos carreteros*
- 5) *Uso de HDPE en la construcción de ladrillos para viviendas de bajo costo*
- 6) *Entre otros que seguimos investigando*

No menos importante lo es lograr la creación de un marco jurídico al respecto, particularmente con la aprobación de la Ley de Residuos, la Ley de Alianzas Público-Privadas (APPs), así como las ordenanzas correspondientes de los municipios para evitar el bote de material en áreas y zonas no adecuadas, obligando a las empresas encargadas de la disposición final de los desechos de construcción, excavaciones y demoliciones a realizarlos en los lugares que se sean establecidos previamente.

Complementado la información anterior, señalar que actualmente existen sistemas y herramientas informáticas que permiten predecir y estimar la cantidad de residuos generados en obras de construcción, principalmente en España y Europa. Algunos de ellos se individualizan a continuación con una breve descripción.

- o **Método de cuantificación del Instituto de Tecnología de la Construcción de Catalunya (2000)**, es un método basado en su Base de Datos BEDEC, la cual fue desarrollada mediante diversos estudios a través de los resultados obtenidos de diferentes obras de construcción y demolición, obteniéndose el volumen total generado de cada tipo de residuo según el código LER (Lista Europea de Residuos). Este Instituto ha elaborado la Guía para la Redacción del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición como instrumento de asistencia a la elaboración del proyecto en el cual, se aplican los factores de

producción de residuos al área de construcción, se obtienen las cantidades aproximadas de producción de residuos generados en peso y volumen, según las siete fracciones requeridas según la legislación española (Rivero 2014).

- o **SMARTWasteTM (2008)**, Es un método de cuantificación, basado en los datos obtenidos de experiencias anteriores y calcula los volúmenes de residuos divididos en 13 categorías. Para realizarlo se vale de una herramienta informática, “SmartAudit”, que permite la cuantificación y clasificación de acuerdo con el costo de origen, tipo, cantidad y gestión. Este método es usado en el Reino Unido (Rivero 2014).

- o **Modelo Alcorec (UTE Alcores Recicla)**, se apoya fuertemente en el trabajo de investigación realizado por el grupo ARDITEC (TEP- 172), que diseñó un software informático que calcula la cantidad y el volumen de residuos generados dependiendo de la tipología de construcción, permitiendo determinar la garantía a ser impuesta en los proyectos de construcción y conseguir controlar el flujo de los RCD (Rivero 2014).

- o **Modelo de Cuantificación de Residuos de Construcción ajustado al RD 105/2008. ARDITEC**, es un modelo para estimar los volúmenes de aquellos materiales que se pueden separar en origen. De las partidas se determina el material predominante, al que se estima el residuo como pérdida del material, de igual forma para los envases generados.

Este modelo aporta los resultados según los recipientes que generará el proyecto en obra, facilitando la labor administrativa de controlar la gestión de los residuos, así como su depósito en vertederos autorizados (Rivero 2014).

Gestión de residuos de construcción

A nivel internacional son ampliamente conocidas las problemáticas que involucra la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) y, en particular, aquellos que implican su gestión de fin de vida (Kofoworola y Gheewala, 2009; Wang et al., 2010; Weisheng y Hongping, 2011). Entre las muchas razones identificadas como causas de la deficiente gestión de los RCD, destacan las opiniones contrapuestas de los grupos de interés involucrados en el proceso (Yuan y Shen, 2011).

Es por lo anterior que múltiples iniciativas se han levantado para definir objetivos de gestión basados en tres ejes claves:

- I) Estimación de la cantidad de residuos,
- II) Separación de residuos en origen, y
- III) Gestión diferenciada para cada tipo de residuo. Por ejemplo, the Code for Sustainable Homes (Código de Viviendas Sostenibles) en el Reino Unido (2006), identificó las siguientes estrategias para alcanzar los objetivos preestablecidos:

- Disponer de espacio de almacenamiento en la obra para los materiales reciclables.
- Los trabajadores de la obra deben participar directamente en el proceso de separación/clasificación de los residuos en sus correspondientes contenedores, disponiendo del correcto etiquetado para su recogida.
- Todos los contratistas deben formar parte de la estrategia de reducción de residuos.

El primer punto se puede determinar correctamente si se realiza una adecuada estimación de la cantidad y tipos de residuos definidos en el proyecto de construcción o demolición.

El segundo punto, se puede lograr mediante la asignación de responsabilidades específicas a los trabajadores y coordinadores. El último punto, es una iniciativa que plantea un desafío y su inclusión en el desarrollo del proyecto es vital. En este esquema, es claro que se requiere un plan integrado de gestión de residuos, que involucre a todos los actores de la obra y que, además, posea claridad en objetivos, metodologías e indicadores.

Una vez que la obra se haya iniciado, el promotor deberá indicar a la empresa constructora las plantas de RCD autorizadas para su recepción. Las plantas de tratamiento separan los residuos inertes (tierra, hormigón y cerámicas) que son triturados a distinta granulometría dependiendo de su destino, obteniendo distintos tamaños de árido reciclado.

Las aplicaciones más comunes del material reciclado son restauración de canteras, subbases de carreteras, caminos rurales y rellenos. Muchas plantas son ubicadas en canteras abandonadas, con el fin que el material reciclado también sirva para su restauración (Marrero et al., 2011).

Una vez que la obra de construcción se ha completado, el promotor debe solicitar un certificado de correcta gestión de la planta de tratamiento. Dicho certificado se obtendrá si la cantidad de residuos entregada por el constructor es coincidente con la expresada en el momento de la fianza.

El modelo de gestión se puede resumir de la siguiente manera:

- I) Solicitud de licencia de obras,
- II) Informe de evaluación de RCD,
- III) Correcta gestión de RCD y
- IV) Reciclaje,
- V) Emisión del certificado de la correcta gestión, y; por último,
- VI) La devolución de la fianza. La mejora ambiental más importante obtenida a partir de la implementación del modelo Alcores es la prevención de vertidos ilegales y el reciclado de los RCD.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este acápite presentaremos las conclusiones alcanzadas en el estudio:

- 1 El 70% de los encuestados afirman que los planos de Gestión de los RCDs no es una práctica común en su empresa constructora y/o desarrolladora.
- 2 El 60% de los encuestados confirman que luego de aplicar las directrices que les dimos, luego de unas semanas dejaron de hacerlo (segregación de los desechos en obra).
- 3 El 93% de los encuestados aseguró que el costo de hacer la gestión de los residuos era muy poco.
- 4 En general se establece la eliminación o bote definitivo de los RCDs frente al reciclaje o revalorización.
- 5 Los encuestados aseguran que no se preocupan del destino final ya que pagan a una empresa dedicada al bote de escombros. Desconocen cuál es este destino final.
- 6 Todos están de acuerdo que dentro de las ventajas de una buena práctica de gestión de los RCDs se encuentra el mejoramiento de la imagen pública de la empresa como preocupada y comprometida con el medio ambiente.
- 7 Uno de los inconvenientes presentados dentro del casco urbano lo constituyó la carencia de espacio para poder llevar a cabo de forma eficiente y eficaz la gestión de los RCDs.
- 8 Cerca del 100% de los encuestados estuvo de acuerdo en utilizar técnicas constructivas que generen menos desperdicios de construcción y el uso y reutilización de materia reciclada en obra.
- 9 Sólo un 40% de los encuestados realizó controles y seguimiento al proyecto piloto que establecimos.
- 10 Se determinó que el costo asociado a la segregación en origen es muy poco y su valorización puede resultar alta en el caso de las demoliciones.
- 11 Se sugiere tener estaciones de intermedias de bote de material no mayores a los 15 km de distancia desde la obra.
- 12 El país carece de incentivos para la implementación de un sistema de gestión de los Residuos de Construcción y Demoliciones.

Es conveniente destacar dentro de las conclusiones que:

- 1.** El volumen generado de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RCD, puede reducirse en todas las fases del proceso constructivo, desde el proyecto a la ejecución y demolición, minimizando, reusando y reciclando, es decir valorizando los RCD, como materia prima secundaria.
- 2.** Extender el ciclo de vida de las edificaciones con una mayor calidad en la ejecución y su mantenimiento.
- 3.** Establecer programas de formación y participación dirigidos a todos los agentes del proceso: técnicos, constructores y usuarios
- 4.** Desarrollar una legislación técnica específica.
- 5.** Establecer medidas que permitan los procesos constructivos sostenibles.

Los resultados de las excavaciones nos han mostrado que el material es apto para ser utilizado en rellenos y subbases de caminos y carreteras. Ver Anexo NO. 4

Este trabajo de investigación definitivamente ha traído como consecuencia la apertura de nuevos nichos de negocios en el país dentro de este nuevo paradigma que es la Economía Circular e igualmente nos da la oportunidad de realizar nuevas líneas de investigación en este mismo orden, tales como:

- a)** Ampliar la investigación a otros tipos de obras civiles.
- b)** Establecer un sistema de Gestión obligatorio para constructores y desarrolladores sobre los RCDs.
- c)** Desarrollo de software para la gestión de RCDs.
- d)** Realización de combinaciones de material producto de excavaciones con material producto de demoliciones con el objetivo de ser utilizados como material de Base en caminos y carreteras.
- e)** Análisis financiero de instalar una recicladora de RCD.

ANEXO 1:

G L O S A R I O

GLOSARIO

- **Actividades de construcción:** Parte de un proceso constructivo compuesto por una combinación de recursos que se ejecutan en conjunto, con el propósito de dar forma a algún elemento constructivo, según determinadas especificaciones técnicas.
- **Caracterización de Residuos:** es la actividad que consiste en determinar la composición y características de un residuo. Para los efectos de esta consultoría se entenderá bajo el siguiente concepto: es la actividad que consiste en determinar la distribución de residuos asignándole diferentes clasificaciones y proporciones. Está compuesta por tres etapas: identificación, clasificación según atributos y cuantificación.
- **Construcción sustentable:** Manera de actuar de la industria de la construcción hacia el logro del desarrollo sostenible, tomando en cuenta aspectos medio ambientales, socio-económicos y culturales. Específicamente, implica cuestiones tales como diseño y administración de edificaciones, construcción y rendimiento de materiales y uso de recursos – todas, dentro de la órbita más amplia del desarrollo y la gestión urbana.
- **Construcción:** Es una de las actividades principales de la economía y también protagonista a la hora de generar residuos hacia el medio ambiente en todas las etapas de su proceso de existencia, ya sea por los materiales y energías utilizadas durante su edificación, rehabilitación y/o desconstrucción.
- **Cuantificación:** Cálculo del número de unidades, tamaño o porción de una cosa, especialmente de forma numérica.
- **Demolición:** Hacer caer al suelo un edificio o una construcción, empleando para ello instrumentos adecuados y apropiados.
- **Desecho:** Es cualquier producto inservible o inutilizado, que su poseedor destina al abandono.
- **Desperdicio:** Es todo residuo sólido o semisólido de origen animal o vegetal sujeto a la putrefacción .
- **Disposición final:** procedimiento de eliminación de residuos mediante el depósito definitivo en el suelo, con o sin tratamiento previo.
- **Eliminación:** todo procedimiento cuyo objetivo es disponer en forma definitiva o destruir un residuo en instalaciones autorizadas.
- **Evaluación:** Proceso que tiene como finalidad determinar el grado de eficacia y eficiencia con que han sido empleados los recursos destinados a alcanzar los objetivos previstos, posibilitando la determinación de las desviaciones y la adopción de medidas correctivas que garanticen el cumplimiento adecuado de las metas presupuestadas.

- **Generador de residuos:** Poseedor de un producto, sustancia u objeto que lo desecha o tiene la obligación de desecharlo, de acuerdo con la normativa vigente.
- **Gestión de Impacto Ambiental:** La gestión de impacto ambiental pretende reducir al mínimo nuestras intrusiones en los diversos ecosistemas, elevar al máximo las posibilidades de supervivencia de todas las formas de vida por muy pequeñas e insignificantes que resulten desde nuestro punto de vista.
- **Gestión de Proyecto:** La gestión de proyectos es la disciplina de organizar y administrar recursos de manera tal que se pueda culminar todo el trabajo requerido en el proyecto dentro del alcance, el tiempo, y coste definidos.
- **Gestión de Residuos:** Operaciones de manejo y otras acciones de política, de planificación, normativas, administrativas, financieras, organizativas, educativas, de evaluación, de seguimiento y fiscalización, referidas a residuos.
- **Gestor de residuos:** Persona natural o jurídica, pública o privada, que realiza cualquiera de las operaciones de manejo de residuos y que se encuentra autorizada y registrada en conformidad a la normativa vigente.
- **Identificación:** Es la que generalmente se ha utilizado para definir y representar el activo proceso estructurante que tiene lugar dentro del yo y por el cual éste metaboliza ciertos componentes internalizados, dando lugar a una matriz identificatoria.
- **Impacto Ambiental:** Son los impactos primarios de una acción humana que ocurren al mismo tiempo y en el mismo lugar.
- **Jerarquía en el manejo de Residuos:** Orden de preferencia de manejo, que considera como primera alternativa la prevención en la generación de residuos, luego la reutilización, el reciclaje de éstos o de uno o más de sus componentes y la valorización energética de los residuos, total o parcial, dejando como última alternativa su eliminación, acorde al desarrollo de instrumentos legales, reglamentarios y económicos pertinentes.
- **Medio Ambiente:** Es el conjunto de elementos objetivos (calidad del aire, del agua, cantidad del ruido, etc.) y subjetivos (belleza de un paisaje, calidad de un lugar, etc.) que construyen las circunstancias de un individuo.
- **Productos Prioritarios:** sustancias u objetos que una vez transformados en residuos, ya sea por su volumen, presencia de residuos aprovechables o peligrosidad, quedan sujetos a las obligaciones de la responsabilidad extendida del productor, según la legislación vigente¹. Estos productos prioritarios son: Envases y embalajes, pilas, aparatos electrónicos y eléctricos, baterías, neumáticos y aceites lubricantes.
- **Reciclaje:** la utilización de un residuo como materia prima o insumo en un proceso productivo. En estos se incluyen el compostaje y el co-procesamiento, pero no la valorización energética.

- **Recursos:** En construcción son los distintos “elementos” de una actividad, utilizados en la producción de un bien o servicio. Se clasifican en Mano de Obra, Materiales, Maquinaria, Herramientas.

- **Relleno Sanitario:** Es una técnica de disposición de basuras en el suelo, que no causa perjuicio al medio, y evita molestias y peligro para la salud.

- **Residuo:** toda sustancia u objeto que su generador desecha o tiene la intención u obligación de desechar.

- **Residuos de la construcción:** todos aquellos residuos generados en faenas de demolición, edificación y remodelación de cualquier tipo de obra civil, incluyendo materiales de empaque y aquellos necesarios para transporte.

- **Residuos de Construcción y Demolición (RCD o RC&D - Término Internacional y latinoamericano):** son materiales de desechos, generados por las actividades de construcción, remodelación, obras civiles, demolición y espacios públicos. (RESCON - Término nacional): aquellos que se generan en el entorno urbano y no se encuentran dentro de los comúnmente conocidos como Residuos Sólidos Urbanos (residuos domiciliarios y comerciales), ya que su composición es cuantitativa y cualitativamente distinta. Se trata de residuos básicamente inertes, constituidos por: tierras y áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, restos de pavimentos asfálticos, materiales refractarios, ladrillos, vidrios, plásticos, yesos, acero, cobre, maderas y, en general, todos los desechos que se producen por el movimiento de tierras y construcción de edificaciones nuevas y obras de infraestructura, así como los generados por la demolición.

- **Residuo inerte:** es un residuo que no sufre transformación química durante las etapas de recolección, transporte y disposición final.

Residuos no peligrosos: residuos o mezcla de residuos que no presentan ninguna característica de peligrosidad y genera o puede generar alguna reacción física, química y/o biológica.

- **Residuo peligroso:** residuo o mezcla de ellos, que presenta riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto, de acuerdo con las características de peligrosidad definidas en la normativa.

- **Residuos periféricos:** se les denomina a los residuos que son generados por actividades de soporte o gestión de las actividades de la construcción, como ser el transporte, empaque y empaque de los productos.

- **Reutilización:** es la acción en la cual un producto o componentes de éste se utilizan nuevamente, sin que se genere un proceso productivo para ello.

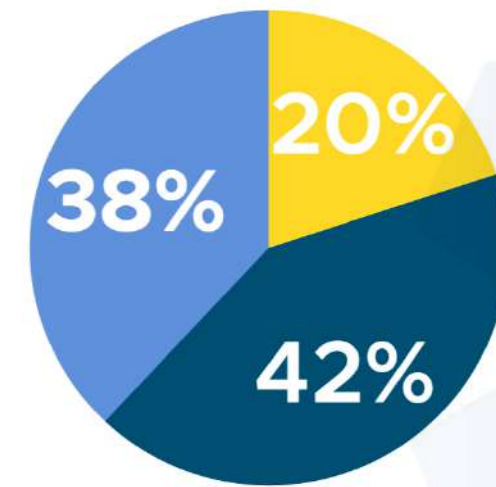
- **Sostenibilidad:** Característica o estado según el cual pueden satisfacerse las necesidades de la población actual y local sin comprometer la capacidad de generaciones futuras o poblaciones de otras regiones de satisfacer sus necesidades.

- **Sustentabilidad:** Se funda en el reconocimiento de los límites y de las potencialidades de la naturaleza, así como en la complejidad ambiental, inspirando una nueva comprensión del mundo para enfrentar los desafíos de la humanidad en el tercer milenio.

- **Valorización:** acciones para la recuperación de un residuo, siendo uno o varios de los materiales que lo componen y/o el poder calorífico del mismo. Bajo este concepto se incluye la preparación para la reutilización, reciclaje, y valorización energética.

- **Valorización energética:** utilización de un residuo con la finalidad de aprovechar su poder calorífico.

Resultados de las Encuestas a Destacar:



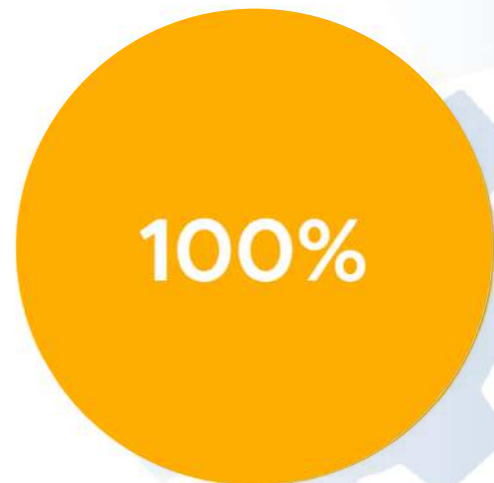
● Vertederos de Basura ● Solares ● Otros

- 1) El 100% de los Ingenieros en obra, respondió que los residuos obtenidos de la construcción de edificaciones no eran clasificados de acuerdo con las características de los materiales.
- 2) El destino final de los Residuos era el siguiente:

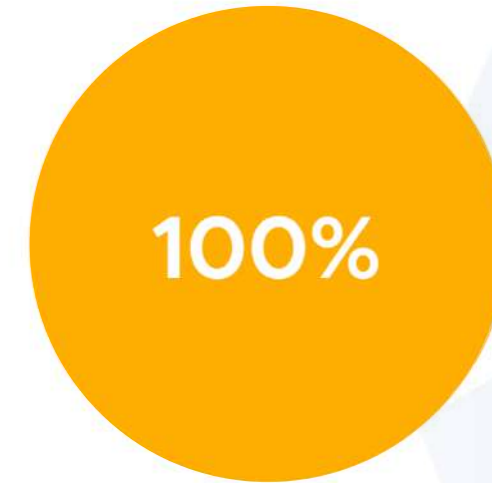
a.	Vertederos de Basura	38%
b.	Botes ilegales en solares baldíos	42%
c.	Otras disposiciones	20%
- 3) Un 95% de los profesionales consultados ignora la cantidad de RCDs producidos.
- 4) La totalidad de los encuestados reconocieron que no tenían elaborados planos de ubicación de los RCDs.
- 5) Un gran porcentaje de los encuestados considera que los RCDs pueden ser utilizados como rellenos en lotes.
- 6) Las encuestas dejaron por sentado que no existen registros confiables de la generación de los RCDs y su disposición final.

ANEXO 2:

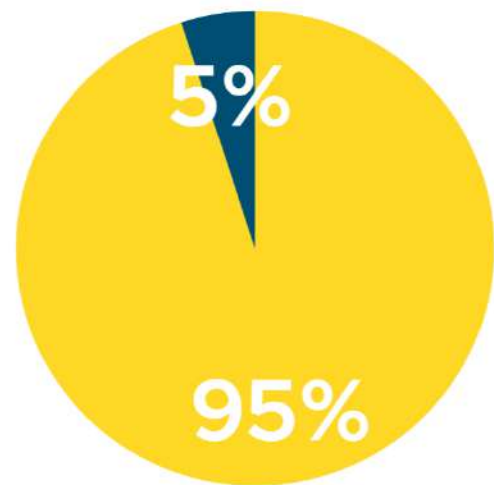
RESULTADOS DE ENCUESTAS



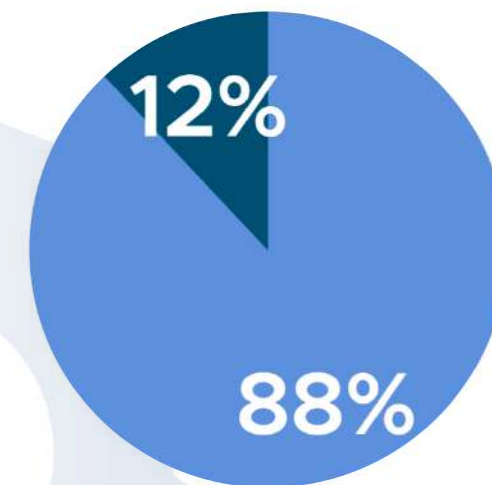
● No se clasifica los residuos por sus características



● No confeccionan planos de la ubicación de los RCD



● Desconocen la cantidad de RCD producidos
● Conocen la cantidad de RCD producidos



● Rellenos de solares de invasiones
● Utilizado Para mejoramiento de vías



- No tienen registros de generadores y recolectores



ANEXO 3:

PROGRAMACIÓN

CRONOGRAMA GENERAL																		
NO.	OBJETIVOS	CENTRO EJECUTOR	PERSONA RESPONSABLE	PRESUPUESTO RD\$	SEMANAS													
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Recolección de Muestras en Obras	Equipo de Investigación	Ramón Tavarez Investigador Principal	RD\$440,000.00														
1.1	Obra Piloto 1 (Demolición)																	
1.2	Obra Piloto 2 (Excavación)																	
1.3	Obra Piloto 3 (Obra Gris)																	
1.4	Obra Piloto 4 (Terminación)																	
2	Recolección de Muestras de Industrias	Equipo de Investigación	Ramón Tavarez Investigador Principal	RD\$150,000.00														
2.1	Industria Piloto 1																	
2.2	Industria Piloto 2																	
3	Diseño de Diferentes Muestras de pavimentos y mezclas de concreto: Técnico Laboratorista, Software, etc.	Equipo de Investigación	Ramón Tavarez y José A. Herrera	RD\$250,000.00														
4	Pruebas o Ensayos a Realizar	Equipo de Investigación	Ramón Tavarez Investigador Principal	RD\$1,797,900.00														
5	Elaboración y entrega Informe Final	Equipo de Investigación	Ramón Tavarez y José A. Herrera	RD\$400,000.00														
TOTAL				RD\$ 3,037,900.00														

ANEXO 4:

INFORME DE ENSAYOS GEOMECÁNICOS



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL - PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**INFORME TÉCNICO
DE ENSAYOS GEOMECÁNICOS PARA
LA CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES
DE EXCAVACIÓN Y DEMOLICIÓN
PARA APROVECHAMIENTO Y RECICLAJE
DENTRO DEL PROYECTO DE
ECONOMIA CIRCULAR**

ENERO DE 2021

CONTENIDO

Contenido.....	62
Introducción.....	63
Alcance.....	63
Metodología.....	63
Muestreo.....	63
Ensayos de laboratorio.....	64
Análisis de aptitud de materiales.....	64
Conclusiones.....	66
Observaciones.....	66
Anexo.....	67
Resultados de ensayos.....	67

INTRODUCCIÓN

La producción de los desechos y/o residuos, generados por las actividades del sector construcción, están llevando al límite la capacidad de los vertederos y rellenos sanitarios, con sus consecuentes efectos en el medio ambiente y la salud.

La necesidad de reciclaje y aprovechamiento de estos residuos es evidente ante las condiciones actuales de los vertederos de residuos y las condiciones ambientales de las fuentes de materiales para construcción, por lo que ha de generarse un cambio de conducta en las empresas del sector, en torno a la reducción y aprovechamiento de los residuos generados en los procesos de construcción como parte intrínseca de la Economía Circular.

El presente proyecto de investigación estudia las características de esos residuos para establecer la posibilidad de su reciclaje y aprovechamiento en otras áreas y actividades del sector construcción.

Alcance

El objetivo principal del estudio está encaminado a la identificación de las cualidades físicas y mecánicas de los materiales de excavación y demolición construcción, tomando como muestra materiales procesados procedentes de excavaciones en terreno rocoso y de estructuras de hormigón armado demolidas en la Ciudad de Santo Domingo.

Finalmente, se dará un acercamiento a la definición de un grado de aptitud para uso como materiales de construcción en estructuras de pavimentos, específicamente bases y subbases granulares.

METODOLOGÍA

Muestreo

La muestra obtenida fue el resultado de una semana de procesamiento, en planta de trituración y clasificación, de residuos de excavación y demolición de diferentes obras de construcción en el Distrito Nacional.

Se hizo un muestreo inicial de 1.5 m³ de cada material procesado en la planta, clasificados y no clasificados, que posteriormente fueron reducidos cada uno a 0.25 m³ para la realización de los ensayos de laboratorio.

Ensayos de laboratorio

La muestra seleccionada para el laboratorio fue compartida con los laboratorios, acreditados por MOPC, de Geoconsult, en dónde se realizaron ensayos para determinar su posible utilización para base y/o subbase de estructuras de pavimento.

Los ensayos realizados siguieron los procedimientos indicados en la normativa ASTM (American Standards for Testing and Materials).

Los ensayos que se practicaron en el material suministrado fueron:

- Granulometría para base y subbase ASTM D-1241
- Contenido de finos por lavado ASTM D-117
- Límite líquido ASTM D-4318
- Índice de Plasticidad ASTM D-4318
- Densidad máxima (Proctor modificado) ASTM D-1557
- CBR ASTM D-1883
- Desgaste (Máquina de Los Angeles) ASTM C-131

Análisis de aptitud de materiales

El contenido de material fino, obtenido por lavado, de las muestras se presenta resumido en la siguiente tabla. Ese material está relacionado a la actividad de la fracción arcillosa, por lo que cuánto más bajo sea su contenido menos activa será la fracción fina.

Material	% Finos
Excavación No Clasificada	8
Excavación Clasificada	14.7
Demolición de hormigón	1.8

Los estudios de plasticidad presentados a continuación dan como resultado que el material no clasificado no es plástico. Este resultado es esperable dado el origen rocoso del material procesado y el bajo contenido de material fino. Para el material clasificado los resultados indican un índice de plasticidad de 6, resultado acorde con el porcentaje de finos presente en el material. Para el material de demolición los resultados indican, como era de esperar, un material no plástico.

Material	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico
Excavación No Clasificada	NV	NP	NP
Excavación Clasificada	16	9	13
Demolición de hormigón	NV	NP	NP

La clasificación granulométrica de los materiales de excavación se resume en la siguiente tabla:

Material	SUCS	AASHTO
Excavación No Clasificada	GP-GM Grava mal graduada – Grava limosa	A-1-a
Excavación Clasificada	GC-GM Grava arcillosa – Grava mal graduada	A-1-a

El desgaste registrado en el ensayo de desgaste por abrasión e impacto, resumido a continuación, indica que el uso del material como material de subbase, pues para las bases granulares este parámetro está limitado a 40% o menos.

Material	% de desgaste
Excavación No Clasificada	41.58
Excavación Clasificada	39.44
Demolición de hormigón	40.82

La capacidad soporte obtenida para el 95% de la densidad máxima ha de ser superior al 80% para considerar apto un material para base y/o para subbase de estructuras de pavimentos. La siguiente tabla resume los resultados obtenidos.

Material	Capacidad soporte
Excavación No Clasificada	90%
Excavación Clasificada	75%

Conclusiones

La aplicación los materiales clasificado y no clasificado quedaría limitado a uso como material de subbase, dadas las siguientes características:

- Para el material no clasificado el porcentaje de desgaste supera el máximo permitido para el material de base.
- En el material clasificado el índice plástico supera al máximo permitido para el uso como subbase, pero se encuentra en el límite del máximo permitido para el uso como subbase.
- Para ambos materiales, la clasificación granulométrica los acota como material de base o subbase.
- El porcentaje de desgaste por abrasión ubica a ambos materiales en la frontera que los limita al uso como material de subbase.
- El material de demolición, material netamente granular y friccionante no puede trabajar individualmente como material de base o de subbase, pues no posee una distribución granulométrica uniforme ni finos cohesivos que le confieran un comportamiento adecuado en condiciones de saturación o bajo la acción de cargas dinámicas.

Observaciones


La combinación de este material con material resultado de demolición de hormigón hidráulico podrá aportar la granulometría necesaria para adecuarlo al uso de material para base granular.

Adicionalmente se prevé que se conseguirán mejoras en otras características mecánicas de ambos materiales combinados.

En una próxima fase de estudios se podrían diseñar y ensayar la combinación de ambos materiales.



ANEXO: RESULTADOS DE ENSAYOS



MATERIAL NO CLASIFICADO



GEOCONSULT, S.R.L.
CONSULTORES EN GEOTECNIA

PRUEBA DESGASTE DE LOS ANGELES
DESIGNACIÓN ASTM C-131-51

Cliente UNPHU Proyecto Investigación Reciclaje
Procedencia Demolición Hormigón Operador Orete G.
Muestra _____ Fecha 29/12/2020

Limites granulométricos del agregado 1-1/2" A 3/8" Pulgs.
Velocidad de la Máquina 33 r.p. m.
Número de revoluciones de la máquina 500
Número de bolas a usar 12

A. Peso del material empleado (Lavado y Seco) 5,000.00 Grs

B. Peso final de material (Después de Cribado por malla No. 12 lavado y seco) 2,959.00 Grs

C. Peso de material desgastado (A-B) 2,041.00 Grs

D. Porcentaje de desgaste ((C/A)*100) $\frac{2,041.00}{5,000.00} \times 100 =$ 40.82 %

Pasa	Retenido en	A*	B	C	D	E	F	G
3"	2-1/2"					2500		
2-1/2"	2"					2500		
2"	1-1/2"					5000	5000	
1-1/2"	1"	1250					5000	5000
1"	3/4"	1250						5000
3/4"	1/2"	1250	2500					
1/2"	3/8"	1250	2500					
3/8"	1/4"			2500				
1/4"	No. 4			2500				
No. 4	No. 8				5000			

Graduación	No. Bolas
A*	12
B	11
C	08
D	06
E	12
F	12
G	12

Para las graduaciones A, B, C y D, la máquina girará 500 revoluciones; para las graduaciones E, F y G, la máquina girará 1,000 revoluciones.



GEOCONSULT, S.R.L.
CONSULTORES EN GEOTECNIA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
DETERMINACION DE GRAVEDAD ESPECIFICA Y
% DE ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO
SEGUN NORMA ASTM C-127

Proyecto: Investigación Reciclaje Localización: _____

Cliente: UNPHU Fecha Análisis: 06/01/2021

Material	Hormigón	Procedencia	Demolición
A. Peso del agregado Secado al Horno	<u>485.20</u>	Gramos	
B. Peso del agregado saturado, Sup. Seco	<u>527.60</u>	Gramos	
C. Peso del agregado saturado Sumergido	<u>298.40</u>	Gramos	
P.E. Masivo Seco A/(B-C)	<u>2.12</u>		
P.E. Masivo SSS B/(B-C)	<u>2.30</u>		
P.E. Aparente A/(A-C)	<u>2.60</u>		
Absorción (%) ((B-A)/A)*100	<u>8.74</u>		





PRUEBA DESGASTE DE LOS ANGELES
DESIGNACIÓN ASTM C-131-51

Cliente UNPHU Proyecto Investigación AIRD
 Procedencia Planta J. Lopez Operador Orete G.
 Muestra Caliche crema Fecha 28/8/2020

Límites granulométricos del agregado 1-1/2" A 3/8" Pulgs.
 Velocidad de la Máquina 33 r.p. m.
 Número de revoluciones de la máquina 500
 Número de bolas a usar 12

A. Peso del material empleado (Lavado y Seco) 5,000.00 Grs
 B. Peso final de material (Después de Cribado por malla No. 12 lavado y seco) 2,921.00 Grs
 C. Peso de material desgastado (A-B) 2,079.00 Grs
 D. Porcentaje de desgaste ((C/A)*100) $\frac{2,079.00}{5,000.00} \times 100 = 41.58\%$

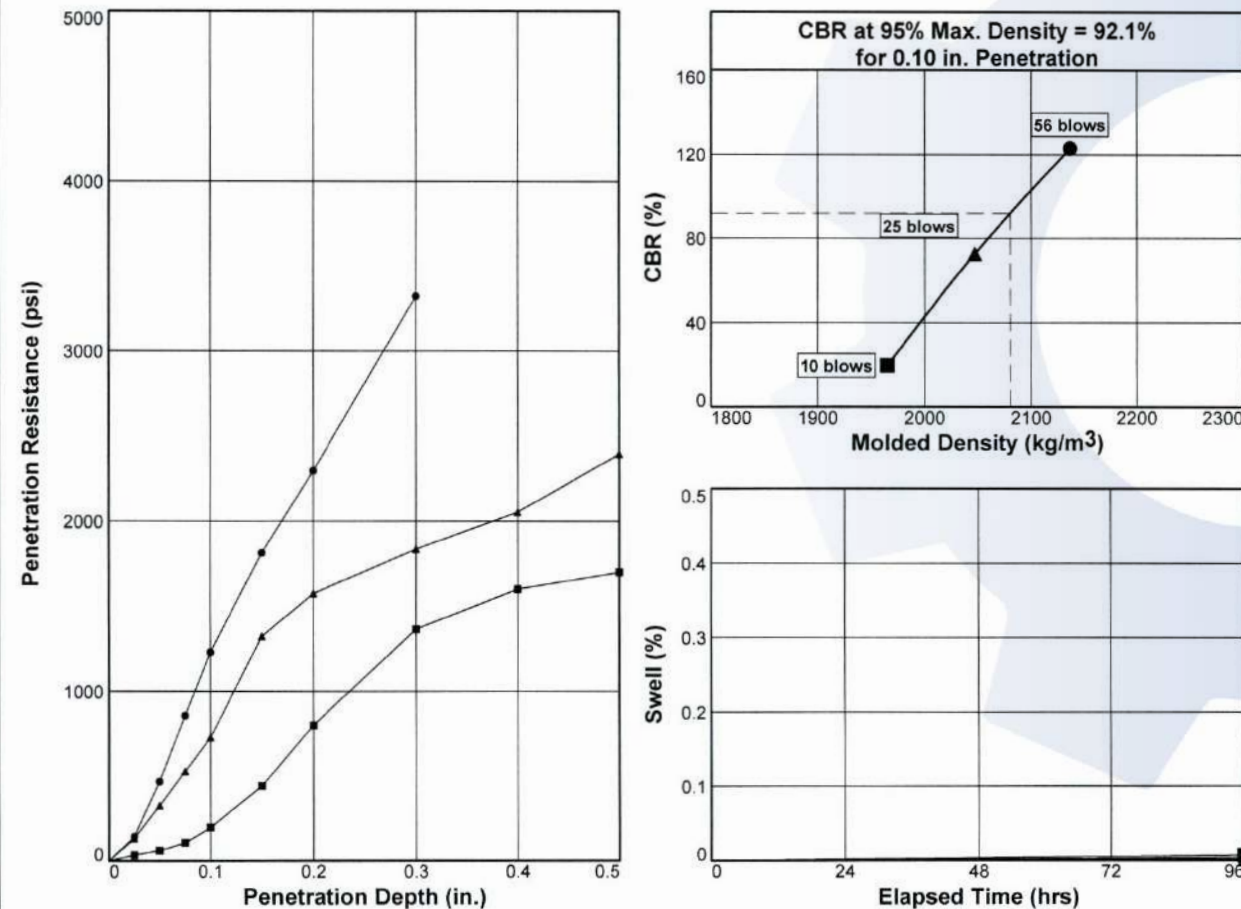
Pasa	Retenido en	A*	B	C	D	E	F	G
3"	2-1/2"					2500		
2-1/2"	2"					2500		
2"	1-1/2"					5000	5000	
1-1/2"	1"	1250					5000	5000
1"	3/4"	1250						5000
3/4"	1/2"	1250	2500					
1/2"	3/8"	1250	2500					
3/8"	1/4"			2500				
1/4"	No. 4			2500				
No. 4	No. 8				5000			

Graduación	No. Bolas
A*	12
B	11
C	08
D	06
E	12
F	12
G	12

Para las graduaciones A, B, C y D, la máquina girará 500 revoluciones; para las graduaciones E, F y G, la máquina girará 1,000 revoluciones.



BEARING RATIO TEST REPORT
AASHTO T 193-99



	Molded			Soaked			CBR (%)		Linearity Correction (in.)	Surcharge (lbs.)	Max. Swell (%)
	Density (kg/m³)	Percent of Max. Dens.	Moisture (%)	Density (kg/m³)	Percent of Max. Dens.	Moisture (%)	0.10 in.	0.20 in.			
1 ○	2135	97.5	7.6	2135	97.6	7.8	122.9	153.0	0.000	10	0
2 △	2045	93.4	7.5	2045	93.5	7.6	72.5	104.9	0.000	10	0
3 □	1965	89.7	7.7	1965	89.7	8.9	19.6	53.2	0.000	10	0

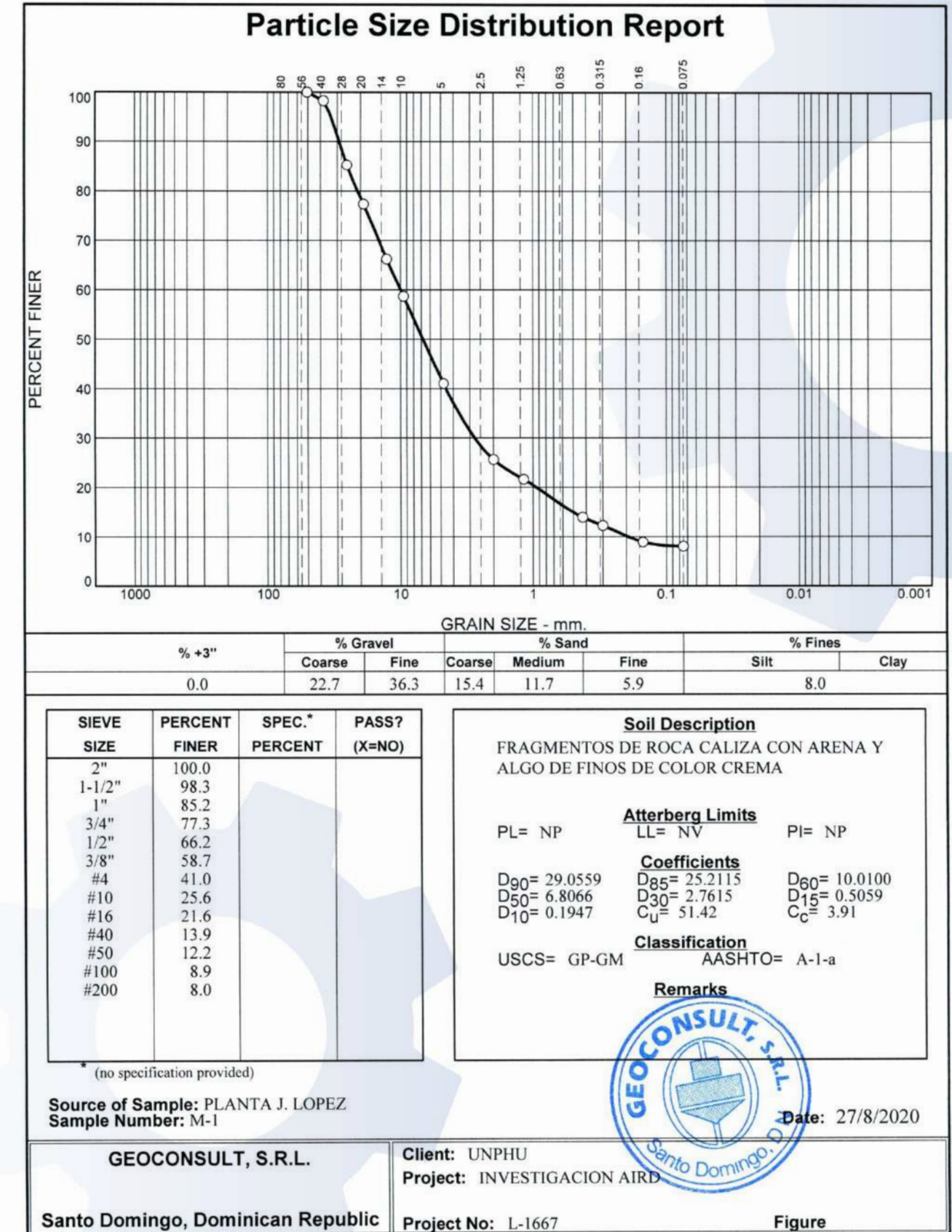
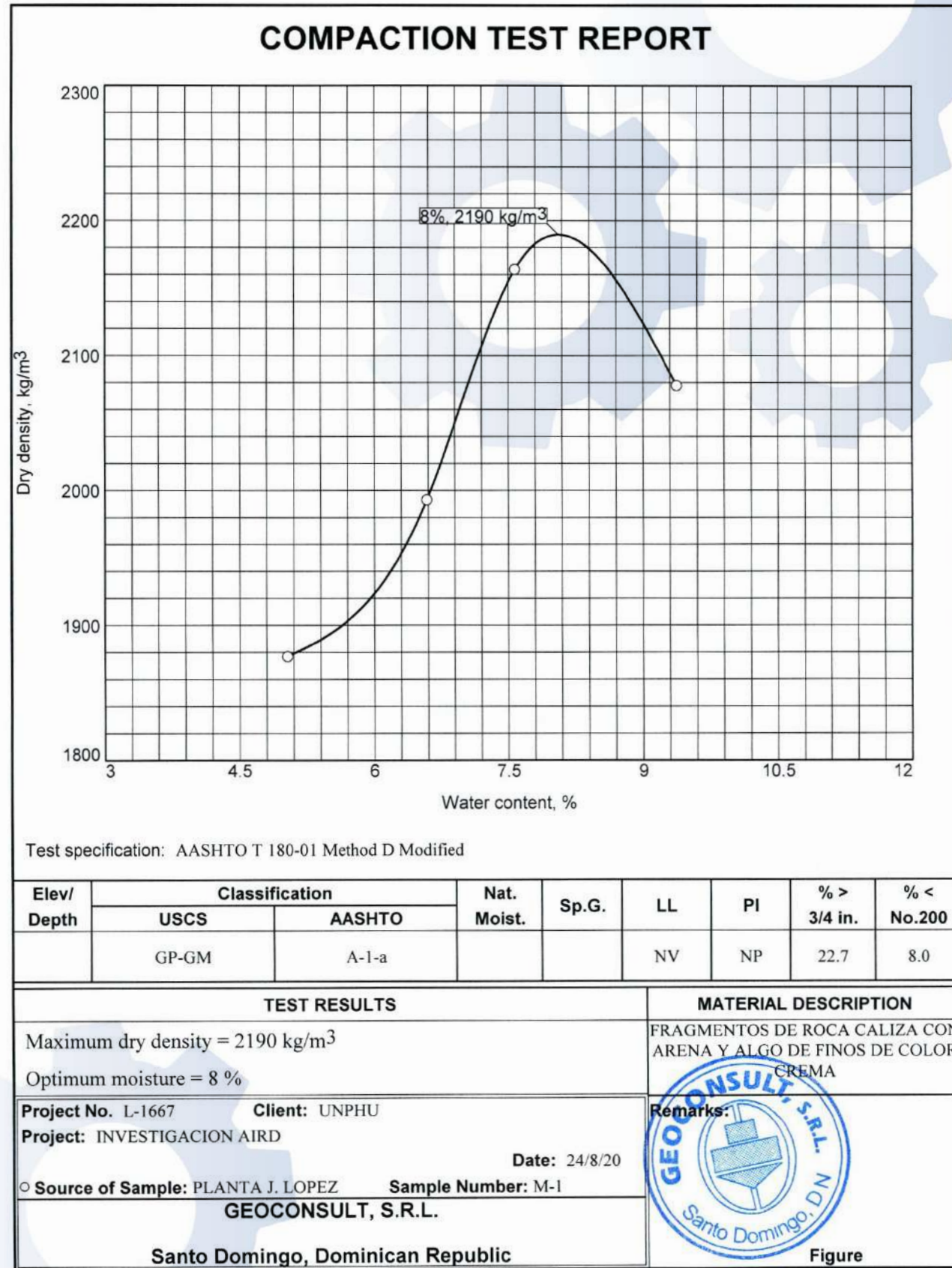
Material Description		USCS	Max. Dens. (kg/m³)	Optimum Moisture (%)	LL	PI
FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA CON ARENA Y ALGO DE FINOS DE COLOR CREMA		GP-GM	2190	8	NV	NP

Project No: L-1667
 Project: INVESTIGACION AIRD
 Source of Sample: PLANTA J. LOPEZ
 Sample Number: M-1
 Date: 27/8/2020

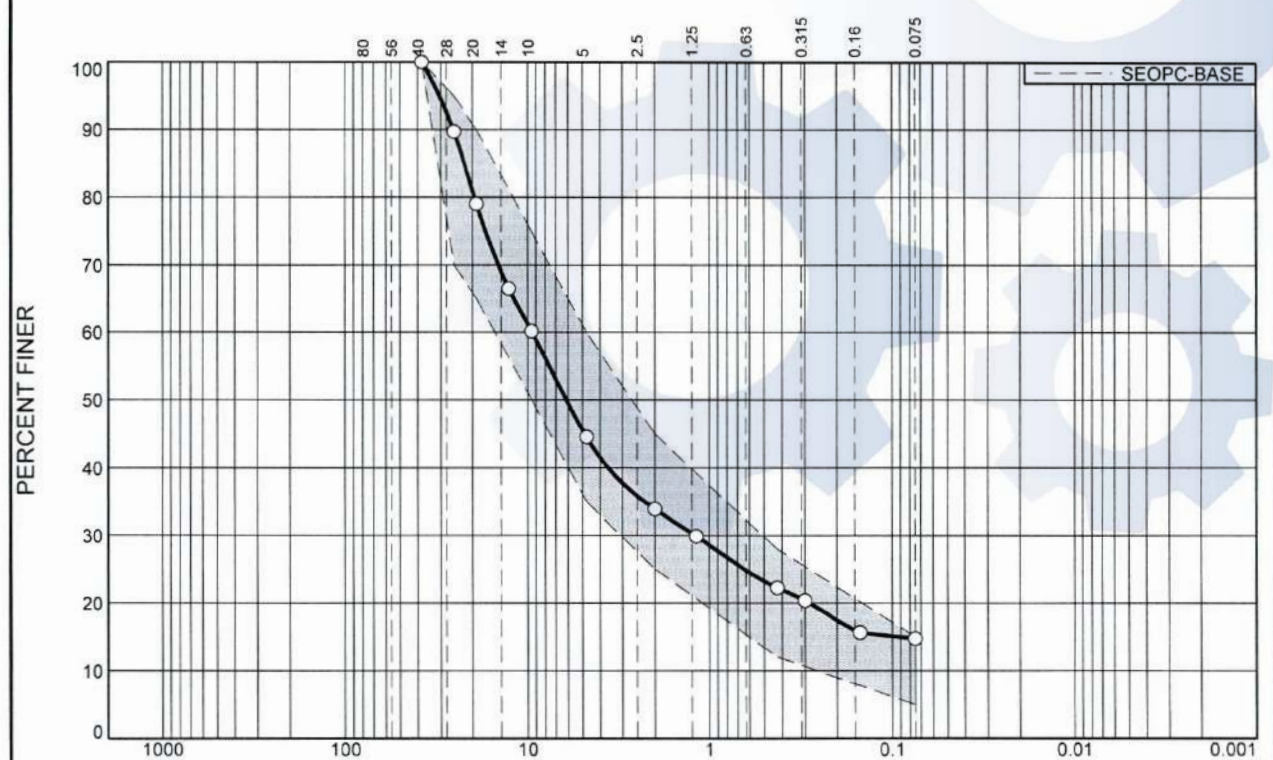
Test Description/Remarks:

 Figure _____

BEARING RATIO TEST REPORT
GEOCONSULT, S.R.L.



Particle Size Distribution Report



% +3"	% Gravel		% Sand			% Fines	
	Coarse	Fine	Coarse	Medium	Fine	Silt	Clay
0.0	21.0	34.5	10.6	11.7	7.5	14.7	

SIEVE SIZE	PERCENT FINER	SPEC.* PERCENT	PASS? (X=NO)
1-1/2"	100.0	100.0	
1"	89.7	70.0 - 95.0	
3/4"	79.0	65.0 - 90.0	
1/2"	66.5		
3/8"	60.2	50.0 - 75.0	
#4	44.5	35.0 - 60.0	
#10	33.9	25.0 - 45.0	
#16	29.9		
#40	22.2	12.0 - 28.0	
#50	20.4		
#100	15.6		
#200	14.7	5.0 - 15.0	

Soil Description

PL= 13 **Atterberg Limits** LL= 19 PI= 6

Coefficients

D₉₀= 25.6216 D₈₅= 22.2734 D₆₀= 9.4568
 D₅₀= 6.1476 D₃₀= 1.1988 D₁₅= 0.0928
 D₁₀= C_u= C_c=

Classification

USCS= GC-GM AASHTO= A-1-a

Remarks

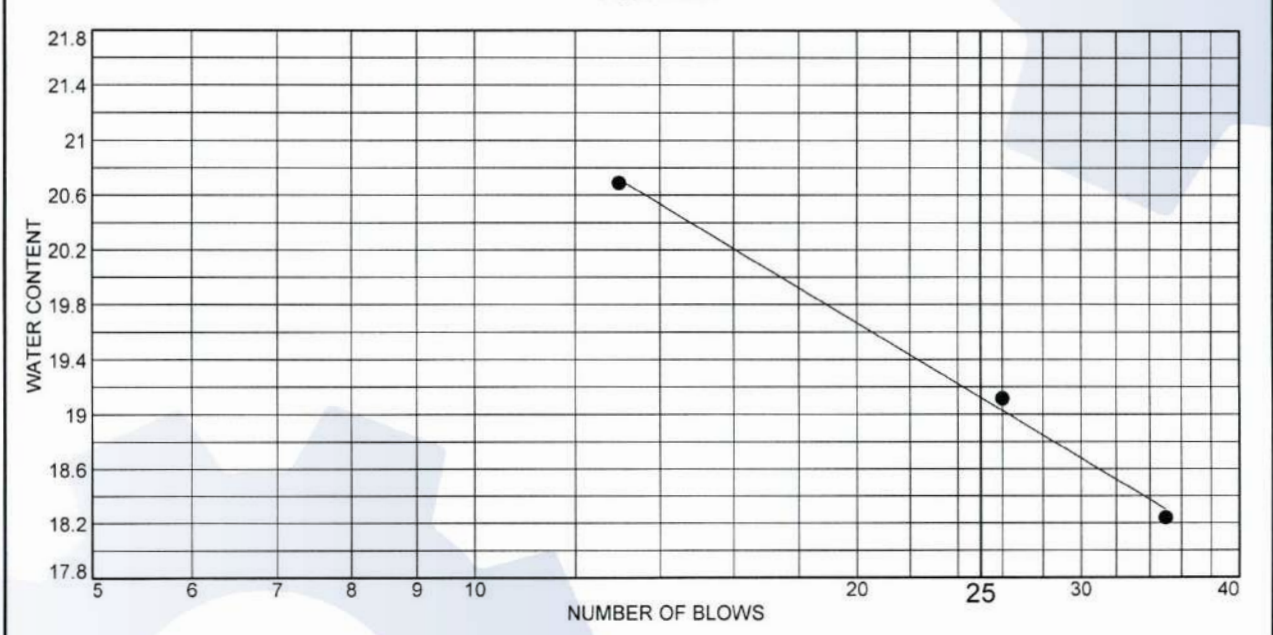
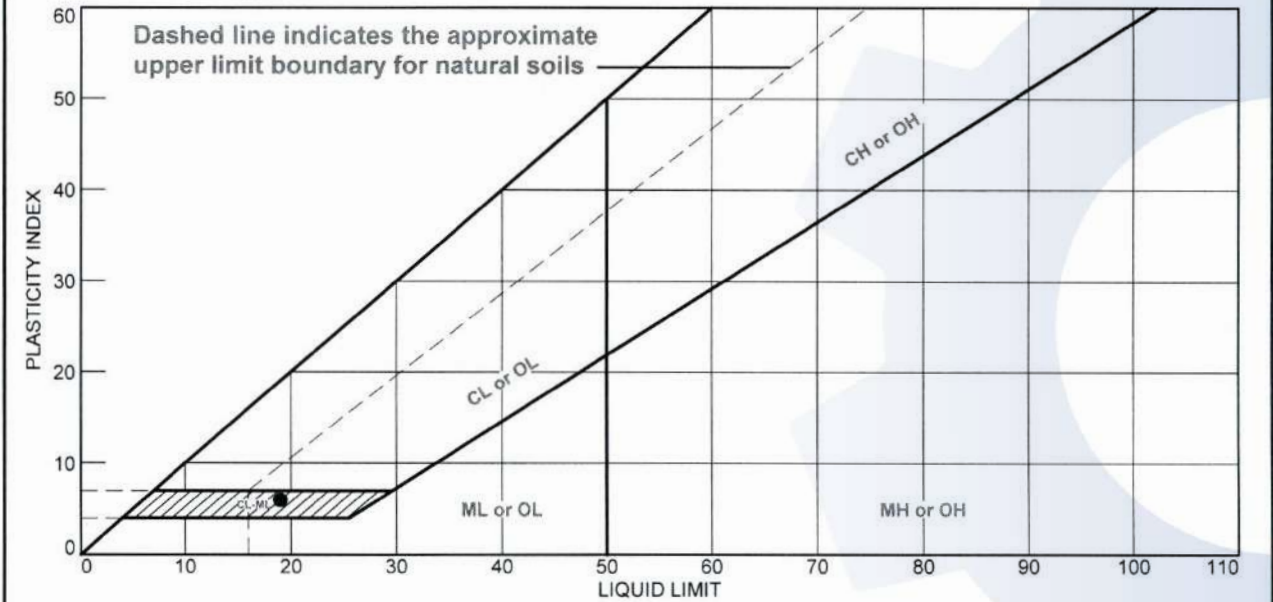
SEOPC-BASE

Source of Sample: EXCAVACION CLASIFICADA
 Sample Number: M-1

GEOCONSULT, S.R.L. Client: UNPHU
 Santo Domingo, Dominican Republic Project: INVESTIGACION RECICLAJE

Project No: L-1709 Date: 22/12/2020

LIQUID AND PLASTIC LIMITS TEST REPORT



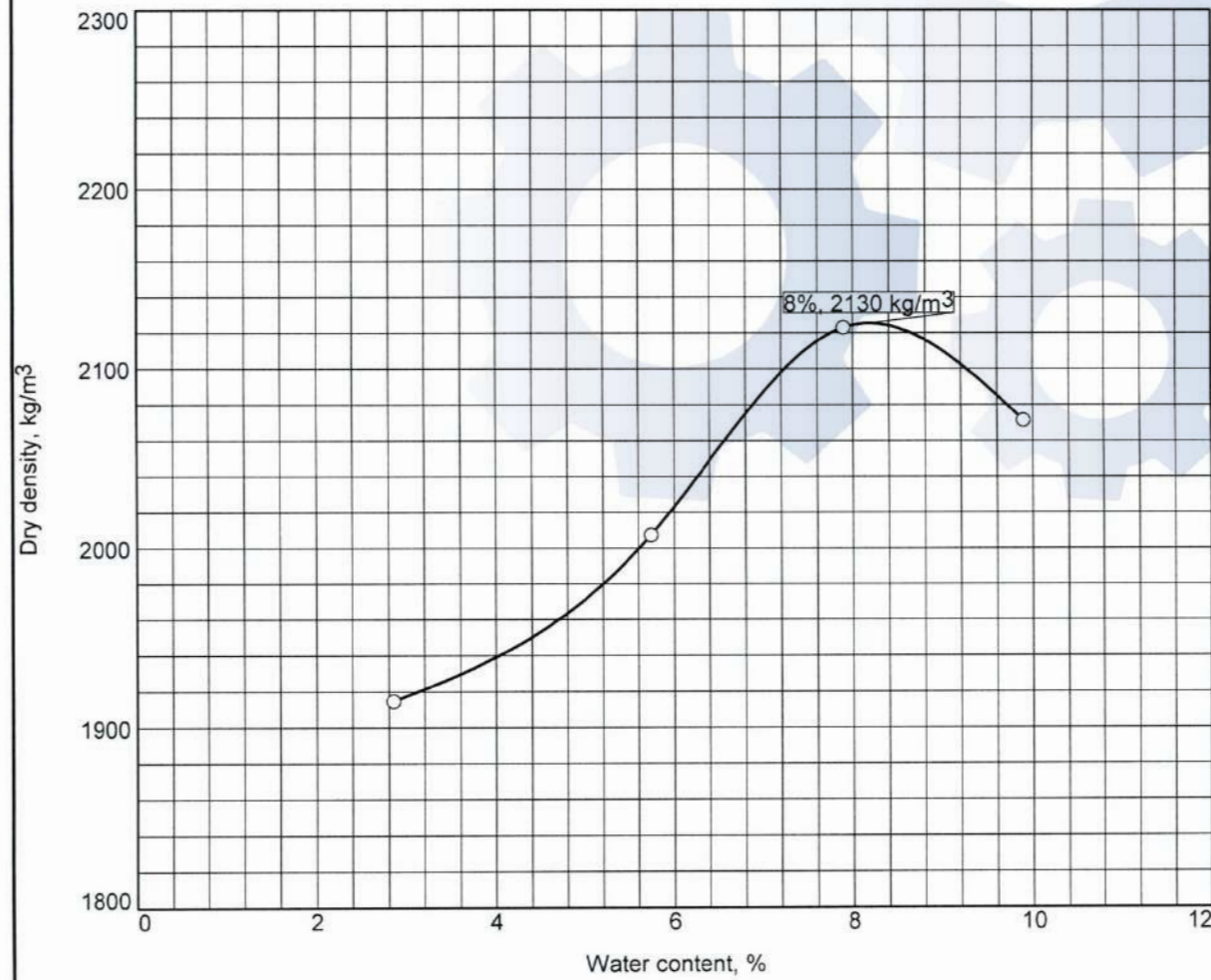
MATERIAL DESCRIPTION	LL	PL	PI	%<#40	%<#200	USCS
	19	13	6	22.2	14.7	GC-GM

Project No. L-1709 Client: UNPHU
 Project: INVESTIGACION RECICLAJE

Source of Sample: EXCAVACION CLASIFICADA
 Sample Number: M-1


GEOCONSULT, S.R.L. Santo Domingo, Dominican Republic

COMPACTION TEST REPORT

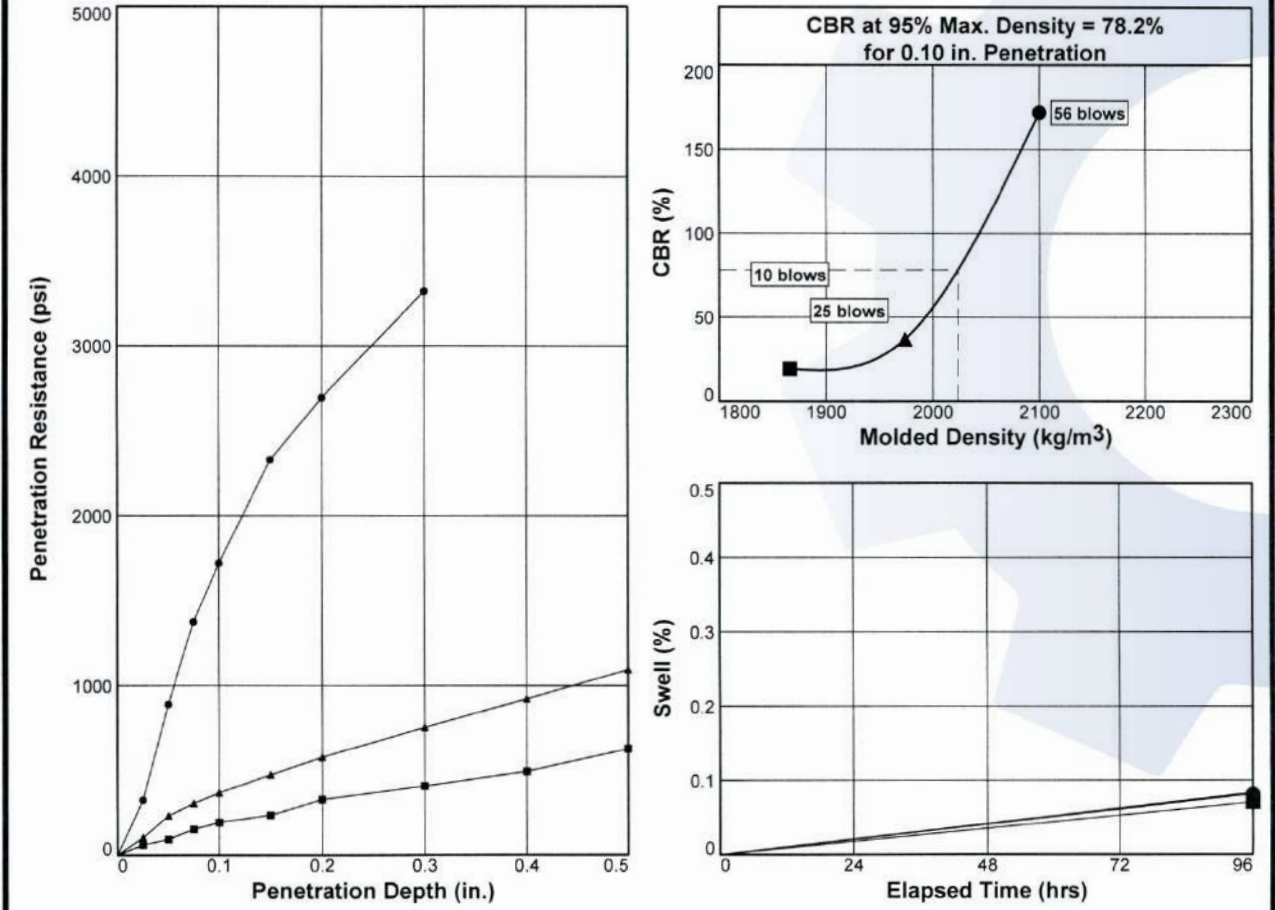


Test specification: AASHTO T 180-01 Method D Modified

Elev/Depth	Classification		Nat. Moist.	Sp.G.	LL	PI	% > 3/4 in.	% < No.200
	USCS	AASHTO						
	GC-GM	A-1-a			19	6	21.0	14.7

TEST RESULTS		MATERIAL DESCRIPTION	
Maximum dry density = 2130 kg/m ³			
Optimum moisture = 8 %			
Project No. L-1709	Client: UNPHU	Remarks: 	
Project: INVESTIGACION RECICLAJE			
Date: 14/12/20			
Source: EXCAVACION CLASIFICADA	Sample No.: M-1		
GEOCONSULT, S.R.L.			
Santo Domingo, Dominican Republic			

BEARING RATIO TEST REPORT ASTM D 1883-99



	Molded			Soaked			CBR (%)		Linearity Correction (in.)	Surcharge (lbs.)	Max. Swell (%)
	Density (kg/m ³)	Percent of Max. Dens.	Moisture (%)	Density (kg/m ³)	Percent of Max. Dens.	Moisture (%)	0.10 in.	0.20 in.			
1 ○	2100	98.6	6.7	2100	98.5	8.0	171.9	179.5	0.000	10	0.1
2 △	1975	92.7	7.0	1970	92.6	11.2	36.8	38.4	0.000	10	0.1
3 □	1865	87.6	6.9	1865	87.6	9.4	19.2	21.9	0.000	10	0.1

Material Description		USCS	Max. Dens. (kg/m ³)	Optimum Moisture (%)	LL	PI

Project No: L-1709
 Project: INVESTIGACION RECICLAJE
 Source of Sample: EXCAVACION CLASIFICADA
 Sample Number: M-1
 Date: 22/12/2020

Test Description/Remarks:


BEARING RATIO TEST REPORT
GEOCONSULT, S.R.L.



GEOCONSULT, S.R.L.
CONSULTORES EN GEOTECNIA

PRUEBA DESGASTE DE LOS ANGELES
DESIGNACIÓN ASTM C-131-51

Cliente UNPHU Proyecto Investigación Reciclaje
 Procedencia Excavación Clasificada Operador Orete G.
 Muestra Roca caliza Fecha 29/12/2020

Límites granulométricos del agregado 1-1/2" A 3/8" Pulgs.
 Velocidad de la Máquina 33 r.p. m.
 Número de revoluciones de la máquina 500
 Número de bolas a usar 12

A. Peso del material empleado (Lavado y Seco) 5,000.00 Grs

B. Peso final de material
(Despues de Cribado por malla No. 12 lavado y seco) 3,028.00 Grs

C. Peso de material desgastado (A-B) 1,972.00 Grs

D. Porcentaje de desgaste ((C/A)*100) $\frac{1,972.00}{5,000.00} \times 100 =$ 39.44 %

Pasa	Retenido en	A*	B	C	D	E	F	G
3"	2-1/2"					2500		
2-1/2"	2"					2500		
2"	1-1/2"					5000	5000	
1-1/2"	1"	1250					5000	5000
1"	3/4"	1250						5000
3/4"	1/2"	1250	2500					
1/2"	3/8"	1250	2500					
3/8"	1/4"			2500				
1/4"	No. 4			2500				
No. 4	No. 8				5000			

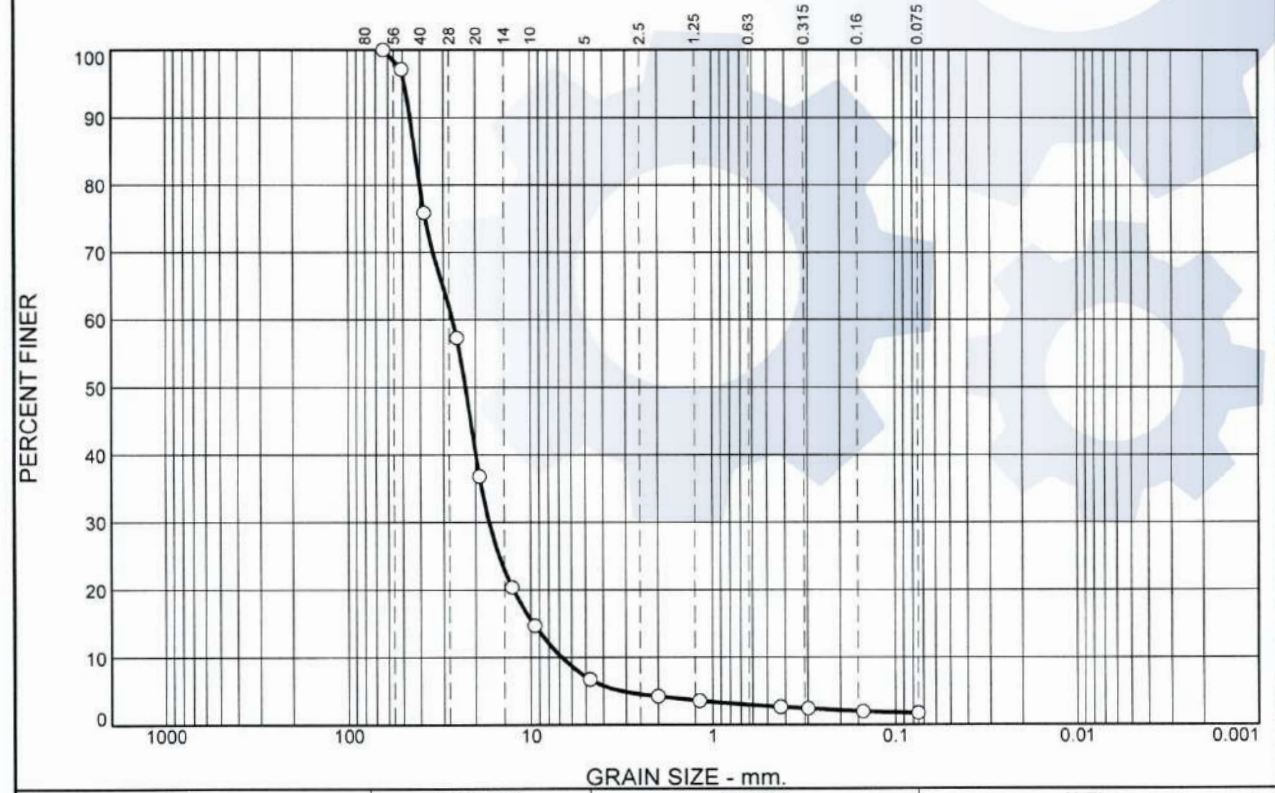
Graduación	No. Bolas
A*	12
B	11
C	08
D	06
E	12
F	12
G	12

Para las graduaciones A, B, C y D, la máquina girará 500 revoluciones; para las graduaciones E, F y G, la máquina girará 1,000 revoluciones.



MATERIAL CLASIFICADO

Particle Size Distribution Report



% +3"	% Gravel		% Sand			% Fines		
	Coarse	Fine	Coarse	Medium	Fine	Silt	Clay	
0.0	63.2	30.0	2.5	1.6	0.9		1.8	

SIEVE SIZE	PERCENT FINER	SPEC.* PERCENT	PASS? (X=NO)
2-1/2"	100.0		
2"	97.1		
1-1/2"	75.9		
1"	57.3		
3/4"	36.8		
1/2"	20.4		
3/8"	14.7		
#4	6.8		
#10	4.3		
#16	3.6		
#40	2.7		
#50	2.5		
#100	2.0		
#200	1.8		

Soil Description

PL= **Atterberg Limits** PI=

LL= **Coefficients** D₆₀= 26.7415

D₉₀= 45.4857 D₈₅= 42.7795 D₁₅= 9.6878

D₅₀= 22.7892 D₃₀= 16.8925 C_c= 1.57

D₁₀= 6.7775 C_u= 3.95

Classification AASHTO=

USCS= GP **Remarks**



Source of Sample: DEMOLICION HORMIGON Date: 21/12/2020

Sample Number: M-1

GEOCONSULT, S.R.L.	Client: UNPHU
Santo Domingo, Dominican Republic	Project: INVESTIGACION RECICLAJE
	Project No: L-1709
	Figure



PRUEBA DESGASTE DE LOS ANGELES DESIGNACIÓN ASTM C-131-51

Ciente: UNPHU Proyecto: Investigación Reciclaje

Procedencia: Demolición Hormigón Operador: Orete G.

Muestra: _____ Fecha: 29/12/2020

Limites granulométricos del agregado: 1-1/2" A 3/8" Pulgs.

Velocidad de la Máquina: 33 r.p.m.

Número de revoluciones de la máquina: 500

Número de bolas a usar: 12

- A. Peso del material empleado (Lavado y Seco) 5,000.00 Grs
- B. Peso final de material (Despues de Cribado por malla No. 12 lavado y seco) 2,959.00 Grs
- C. Peso de material desgastado (A-B) 2,041.00 Grs
- D. Porcentaje de desgaste ((C/A)*100) $\frac{2,041.00}{5,000.00} \times 100 =$ 40.82 %

Pasa	Retenido en	A*	B	C	D	E	F	G
3"	2-1/2"					2500		
2-1/2"	2"					2500		
2"	1-1/2"					5000	5000	
1-1/2"	1"	1250					5000	5000
1"	3/4"	1250	2500					5000
3/4"	1/2"	1250	2500					
1/2"	3/8"	1250		2500				
3/8"	1/4"			2500				
1/4"	No. 4			2500				
No. 4	No. 8				5000			

Graduación	No. Bolas
A*	12
B	11
C	08
D	06
E	12
F	12
G	12

Para las graduaciones A, B, C y D, la máquina girará 500 revoluciones; para las graduaciones E, F y G, la máquina girará 1,000 revoluciones.





GEOCONSULT, S.R.L.
CONSULTORES EN GEOTECNIA

**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
DETERMINACION DE GRAVEDAD ESPECIFICA Y
% DE ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO
SEGUN NORMA ASTM C-127**

Proyecto: Investigación Reciclaje Localización: _____

Cliente: UNPHU Fecha Análisis: 06/01/2021

Material	Hormigón	Procedencia	Demolición
A. Peso del agregado Secado al Horno	<u>485.20</u>	Gramos	
B. Peso del agregado saturado, Sup. Seco	<u>527.60</u>	Gramos	
C. Peso del agregado saturado Sumergido	<u>298.40</u>	Gramos	
P.E. Masivo Seco A/(B-C)	<u>2.12</u>		
P.E. Masivo SSS B/(B-C)	<u>2.30</u>		
P.E. Aparente A/(A-C)	<u>2.60</u>		
Absorción (%) ((B-A)/A)*100	<u>8.74</u>		



ANEXO 5: DEMOLICIONES

INVESTIGACIONES
UNPHU

Algunos Trabajos de grado de la Escuela de Ingeniería Civil, relativos a la economía circular y reciclaje en los últimos años

Trabajo de Grado: ING 2020. F317s

Febrillet Soto, C. M. , & Moreta Mora, N.(2020). **Solución a la gestión de residuos sólidos en el sector Bella Vista Santo Domingo** D.N.Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2020. V356s

Veloz Pérez, L. A.(2020). **Sustitución del agregado fino por vidrio para la elaboración de hormigón asfáltico en la República Dominicana.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2020. R395d

Reynoso Ramírez, E. S. , & Reynoso Santos, O. M. P.(2020). **Diseño de modelo de horno de producción de Cal Orientado a la reducción del impacto ambiental en la comunidad de Miracielo de la provincia San Cristobal.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado. ING 2020. A267c

Acosta Lantigua, R. , & Medina Sepulveda, A.(2020). **Caracterización de los residuos sólidos en la localidad de Los Tres Ojos del municipio Santo Domingo Este.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2019. E764a

Espinal Montás, G.(2019). **Análisis comparativo de resitencia entre bloques de sargazo y adoquines.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado. ING 2019. V351p

Velásque Damirón, B. , & Sanchez Sanchez, R.(2019). **Propuesta de una planta de manejo de residuos reciclables en el Distrito Nacional 2019.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2019. M178p

Marte Furment, E. A. , & Negron, S.(2019). **Propuesta para evitar la aglomeración de residuos y desechos sólidos en el Malecón de Santo Domingo provenientes del Rio Ozama período 2018-2019.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2018. H375p

Hernández, A. , & Santana, P.(2018). **Propuesta de modelo de recolección de residuos sólidos en el Distrito Nacional.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado; ING 2018. F517a

Flaquer Espaillat, M. A.(2018). **Análisis sobre la posible reutilización de los desechos biológicos humanos generados en una vivienda.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2018. R393u

Reyes Candelario, R. R. , & Cubilete Vasquez, C. A.(2018). **Uso de plástico reciclado PEAD en elementos no estructurales.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2017. T677a

Torres Emeregildo, K.(2017). **Análisis de la resistencia a compresión y de la absorción en bloques de hormigón con sustitución parcial de los agregados por cinco 5 tipos diferentes de plástico.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2017. R393u

Reyes Reynoso, D.(2017). **Utilización de plástico de polipropileno como sustituto parcial de agregado en el diseño de bloque ecológico.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2017. C672e

Cordero Calderón, M. M.(2017). **Estudio de factores de contaminación por desechos sólidos en el Lago Enriquillo.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2017. P154d

Paniagua, A. N. , & Rosario Reyes, O.(2017). **Diseño de un relleno sanitario e incinerador modelo para un nuevo vertedero en Santo Domingo.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2017. P424p

Pichardo Ramírez, K. D. , & Valdez Rodriguez, J. R.(2017). **Propuesta de vivienda de bajo costo. Caso Vivienda en muros de botellas de plásticos.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2016. R627r

Rodríguez Quezada, E. M. , & Castillo Castillo, B. J.(2016). **“Relación costo-beneficio del uso del asfalto drenante en la República Dominicana”.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2016. C677s

Correa Amador, D. , & Sarraff Beco, M. A.(2016). **Sustitución parcial del agregado fino por vidrio para la elaboración de hormigón.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2014. R393a

Reyes Lluberres, C. W. , & Peralta Berroa, J. R.(2014). **Análisis de resistencia a compresión de tierra comprimida estabilizada para la fabricación de bloques estructurales.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2014.B151a

Balbi García, V. M. , & Rosario Rojas, R.(2014). **Análisis teórico del Geofom como relleno de pavimento en comparación con relleno convencional.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2014. F154a

Familia Campusano, F. , & pichardo Paulino, E.(2014). **Análisis estructural del ferrocemento como estructura según su forma comparado con el sistema tradicional.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2014. M178u

Martínez Méndez, C. , & Michelen, J. E.(2014). **Uso de demoliciones de concreto para abono agrícola.** Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2011. M352

Méndez Abrahán, M. A.(2011). *Beneficios del diseño de pavimento de suelo-cemento en la base de carreteras*. Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2009. H674

Hoshikawa Peralta, Y.(2009). *Uso de la escoria del ferroniquel como material cementante y como agregado en hormigones*. Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado. ING 2006. H375

Hernández Ravelo, Y. A.(2006). *Propuesta para la disposición lineal de los residuos sólidos mediante un relleno sanitario*. Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2004. F35

Félix Domínguez, A.(2004). *Estudio y diseño de un relleno sanitario para el municipio de Santo Domingo Oeste*. Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2002. S15

Saladín Díaz, M.(2002). *Estudio comparativo de la mampostería del bloque ecológico y el bloque tradicional de construcción*. Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 2001. S15

Salcedo Objío, T.(2001). *Reparación y rehabilitación de estructuras con el uso de polímeros fibro-reforzados FRP*. Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 1998. L69

Lozada Alemán, A. M.(1998). *Manejo integral de los desechos sólidos domésticos en comunidades peri-urbanas de la ciudad de Santo Domingo*. Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 1997. C7

Cruz Morales, F.(1997). *Gestión integral de residuos sólidos: situación de Santo Domingo*. Santo Domingo: UNPHU.

Trabajo de Grado: ING 1995. R3

Reyes Pérez, G.(1995). *Valorización de desechos orgánicos con tecnología apropiada para República Dominicana*. Santo Domingo: UNPHU.

