



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR  
DE LOJA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA**

***“ELABORACIÓN DE UN ELEMENTO ALTERNATIVO  
PARA MAMPOSTERÍA A TRAVÉS DE LA  
EXPERIMENTACIÓN CON RESIDUOS DE  
CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN”***

**TESIS DE GRADO, PREVIA LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
ARQUITECTO**

**AUTOR:  
SHIRLEY BEATRIZ CUENCA BUELE**

**DIRECTOR:  
Arq. FERNANDO JARAMILLO PALACIOS  
LOJA – ECUADOR  
2011**



## CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

**Arq. Fernando Jaramillo Palacios**

DOCENTE DE LA U. T. P. L.

CERTIFICA:

Haber revisado en su totalidad el proyecto de tesis titulado ***“ELABORACIÓN DE UN ELEMENTO ALTERNATIVO PARA MAMPOSTERÍA A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN”***, por consiguiente autorizo la presentación final del mismo para su respectiva evaluación.

Loja, Junio del 2011

Arq. Fernando Jaramillo P.



## **AUTORÍA**

El contenido de la presente investigación, a excepción de las ideas transcritas y citas mencionadas, es de exclusiva responsabilidad del autor.

**SHIRLEY BEATRIZ CUENCA BUELE**

**AUTOR**



### **AGRADECIMIENTO:**

A DIOS, por haberme dado la vida y los medios que me han permitido llegar hasta hoy.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA, por brindarme la oportunidad de formarme académica y profesionalmente.

Al Arq. Fernando Jaramillo P., quien supo guiarme acertadamente como Director del presente trabajo investigativo.

A mis familiares y amigos quienes han estado siempre presentes con su apoyo incondicional.



**DEDICATORIA:**

A mi esposo Santiago,

A mis hijos,

Isis y Mathias, mi mayor inspiración.

A mis padres y hermana.



## INDICE

RESUMEN.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
HIPÓTESIS.....	XIV
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1. ARQUITECTURA Y SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN.....	1
1.1. Aspectos generales.....	1
1.2. Sostenibilidad.....	1
1.3. Desarrollo sostenible.....	2
1.4. Arquitectura sostenible. ....	4
1.5. Construcción sostenible.....	5
1.5.1. Efectos de la construcción sobre el Medio Ambiente.....	6
1.5.2. Estrategias para una construcción sostenible.....	8
2. RESIDUOS POR CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD).....	9
2.1. Generación y Composición de los RCD.....	9
2.2. Clasificación de los RCD.....	10
2.2.1. Según su procedencia.....	10
2.2.1.1. De derribo.....	10
2.2.1.2. De construcción.....	10
2.2.1.3. De excavación.....	10
2.2.2. Según su naturaleza.....	11
2.2.2.1. Residuos inertes.....	11
2.2.2.2. Residuos no peligrosos.....	11
2.2.2.3. Residuos peligrosos.....	11
2.3. Técnicas utilizadas para el aprovechamiento de los RCD.....	12



2.3.1. Separación y recogida selectiva.....	12
2.3.2. Demolición Selectiva.....	13
2.4. Alternativas para el tratamiento de RCD.....	14
2.5. Consideraciones medioambientales.....	15
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>17</b>
<b>ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>17</b>
1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA CIUDAD DE LOJA FRENTE A LOS RCD.....	17
1.1. Escombreras autorizadas de la ciudad de Loja.....	22
1.2. Origen y composición de los escombros.....	27
1.3. Daños medioambientales provocados por los RCD en Loja.....	27
2. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y ELEMENTOS UTILIZADOS EN MAMPOSTERÍA EN LA CIUDAD DE LOJA.....	28
2.1. Uso y fabricación de elementos para mampostería en la ciudad de Loja.....	29
2.1.1. Bloque.....	29
2.1.1.1. Flujo de producción del bloque .....	29
a) Mezcla de materiales.....	29
b) Moldeado.....	30
c) Curado.....	31
2.1.1.2. Formas y tamaños del bloque.....	32
2.1.1.3. Ventajas del uso de bloque.....	32
2.1.2. Ladrillo.....	33
2.1.2.1. Flujo de producción del ladrillo.....	33
a) Mezclado y humectación.....	34
b) Amasado.....	34
c) Moldeado.....	34
d) Secado.....	34
e) Cocción.....	34
2.1.2.2. Formas y tamaños del ladrillo.....	35



2.1.2.3. Ventajas del uso de ladrillo.....	35
2.2. Aprovisionamiento del material usado para la elaboración del bloque y ladrillo.....	36
2.3. Deterioro ambiental provocado por la fabricación del bloque y el ladrillo.....	38
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>39</b>
<b>PROPUESTA TEÓRICA.....</b>	<b>39</b>
1. GENERALIDADES.....	39
2. BLOQUE PROPUESTO DE RCD PARAMAMPOSTERIA.....	41
3. FACTIBILIDAD TÉCNICA.....	41
3.1. Especificaciones técnicas para el bloque propuesto de RCD.....	41
3.2. Flujo de producción del bloque propuesto de RCD.....	42
3.3. Requerimientos técnicos previos a la elaboración del Bloque de RCD.....	43
3.3.1. Materiales.....	43
3.3.1.1. Equipo de laboratorio.....	43
3.3.1.2. Instrumental y material de laboratorio.....	43
3.3.2. Fase de campo.....	43
3.3.3. Fase de laboratorio.....	45
3.3.4. Determinación de las características físicas de los áridos de RCD.....	46
a) Análisis granulométrico árido fino. ....	47
b) Análisis granulométrico árido grueso. ....	50
c) Determinación de la densidad real en estado saturado superficialmente seco del árido fino .....	53
d) Densidad del árido fino en estado saturado superficialmente seco. ....	55
e) Porcentaje de absorción de agua del árido fino.....	56





f) Determinación de la densidad real en estado saturado superficialmente seco del árido grueso.....	56
g) Densidad del árido grueso en estado saturado superficialmente seco.....	58
h) Porcentaje de absorción de agua del árido grueso. ....	59
i) Densidad aparente en estado suelto.....	59
j) Densidad aparente en estado compactado.....	60
3.3.5. Especificaciones de diseño para la dosificación del bloque propuesto con el método ACI.....	63
a) Resistencia.....	64
b) Relación agua/cemento para la condición de resistencia a la compresión (a/c).....	64
c) Tamaño máximo del árido grueso.....	65
d) Cantidad de agua.....	66
e) Cantidad de cemento.....	66
f) Cantidad de árido grueso.....	67
g) Cantidad de árido fino.....	68
h) Dosificación calculada en peso.....	69
3.4. Elaboración de los bloques.....	70
3.5. Curado de los bloques.....	72
3.6. Medición de la resistencia a la compresión.....	73
3.7. Medición del porcentaje de absorción.....	73
3.8. Resultados.....	73
CONCLUSIONES.....	82
RECOMENDACIONES.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	86
ANEXOS.....	88



## RESUMEN

El presente trabajo de tesis se enmarca dentro del campo de la Construcción Sostenible, con una propuesta para la Elaboración de un elemento alternativo para mampostería a través de la experimentación con residuos de construcción y demolición.

El primer capítulo, contiene conceptos acerca de la Sostenibilidad en la Arquitectura y la Construcción, así como también se anotan definiciones, tratamientos y gestiones básicas para los Residuos de Construcción y Demolición (RCD).

En un segundo capítulo, se analiza y diagnostica los principales efectos sobre el medio ambiente ocasionados por los RCD generados en la ciudad de Loja y los procesos de elaboración de los elementos de mampostería comúnmente utilizados en el medio.

El tercer capítulo, incluye la Propuesta Teórica y los diferentes ensayos realizados para la obtención del nuevo elemento y las respectivas pruebas para determinar su factibilidad técnica.

Al finalizar el proyecto se enuncian conclusiones y recomendaciones, resultado de todo el proyecto investigativo.



## INTRODUCCIÓN

Durante la pasada década y a inicios de la presente, la ciudad de Loja ha experimentado en el sector de la construcción, un evidente crecimiento, y con ello el aumento del número de empresas inmobiliarias que se han establecido en la ciudad, negocios que tienen por objeto abastecer las necesidades del sector en cuanto a materiales de construcción, actualmente todas las entidades crediticias ofrecen líneas de crédito exclusivamente para vivienda, en fin, se puede aseverar sin necesidad de un profundo análisis, que el crecimiento del sector de la construcción ha conllevado un desarrollo para nuestra ciudad.

Por otro lado aspectos inherentes a la conservación del medio ambiente están tomando cada vez más importancia, tanto que ya en muchas de las actividades humanas en menor o mayor grado se hacen consideraciones de este tipo, esto en respuesta al hecho de que quizás ya no existe en el planeta, ser humano que no haya sentido de alguna forma los efectos negativos del deterioro ambiental. Dicho deterioro tiene como causa directa el mismo desarrollo de la humanidad. Es innegable el carácter contrapuesto que tiene el desarrollo de un país, una región o una ciudad con el medio ambiente, por lo que se hace necesaria y urgente la implementación de planes de desarrollo sostenibles por parte de los diferentes gobiernos seccionales y el gobierno central para mitigar los efectos negativos que puede acarrear este desarrollo.

Nuestra ciudad no escapa a lo dicho anteriormente, el impacto tanto ambiental como social que produce el crecimiento del sector de la construcción ha redundado en un aumento del perímetro urbano o lo que significa un cambio del uso de suelo de las diferentes microcuencas hidrográficas sobre las que se extiende la ciudad de Loja. La extracción de los materiales pétreos es otro de los inevitables y graves problemas resultantes de esta actividad, así como el proceso mismo de la construcción es fuente de



cantidades considerables de residuos sólidos que no están siendo manejados apropiadamente.

La construcción avanza y en el proceso, también la degradación de los Recursos Naturales No Renovables y la contaminación por los residuos generados, sin que para esto se esté aplicando ningún tipo de solución; es por esto que creo necesario e importante esta investigación, ya que me permitirá elaborar una propuesta dirigida a minimizar los impactos negativos antes mencionados con un mejor aprovechamiento de los RCD (residuos de construcción y de demolición), como elementos que sustituirán parcialmente a los recursos no renovables ocupados en la construcción, de tal modo, que estos residuos dejen de ser desechos y se conviertan en nuevos recursos para la misma.

Esta propuesta también tiene como finalidad crear una conciencia ambiental en la ciudadanía, y sobre todo en los profesionales de la construcción, ya que se estaría poniendo a su disposición un nuevo elemento constructivo capaz de competir con los materiales tradicionales, pero con la ventaja de tener un valor agregado como el de ser un elemento ecológico. El elemento constructivo en mención es un mampuesto con las mismas dimensiones de un bloque de concreto, obtenido a partir de cascotes de ladrillo, que es un componente mayoritario en los RCD generados en nuestra ciudad, que no tiene un uso más que el de servir como material de relleno; además se propondrá algunas medidas que tendría que abordar el municipio, en el hipotético caso de que esta institución quisiera llevar a efecto un proyecto parecido a lo que se plantea en este trabajo, como es el caso de ordenanzas que permitan un reciclaje de los residuos de la construcción.

El resultado de este trabajo combina componentes ecológicos, sociales y técnicos, con la finalidad de mejorar la calidad de vida del hombre, además constituye una base científica de la que pueden partir otras propuestas encaminadas también a la consolidación de una cultura de prácticas específicamente de construcción, sostenibles.



### **OBJETIVO GENERAL:**

**“Proponer un nuevo elemento para mampostería basado en la sustitución de Recursos No Renovables, por materias primas provenientes de RCD”.**

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Producir un árido ecológico que pueda sustituir por lo menos parcialmente, los agregados naturales que se usan habitualmente en mampostería.
- Diseñar un nuevo elemento de mampostería elaborado a partir de los áridos ecológicos producidos.
- Demostrar que el uso del nuevo elemento obtenido de los RCD, es de total confianza para utilizarlo en el sector de la construcción de la Ciudad de Loja.



## **HIPÓTESIS**

“La sustitución de los agregados naturales por los obtenidos de los RCD, nos permitirán obtener un elemento competitivo y de calidad, para ser utilizado en la construcción de mamposterías”.



## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1. ARQUITECTURA Y SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

##### 1.1. Aspectos generales

La arquitectura al igual que otras disciplinas, en los últimos años ha incorporado en su quehacer diario algunos criterios ambientales, como respuesta a la necesidad de mitigar los diferentes impactos negativos que ha recibido el aire, el agua y el suelo por parte del hombre y sus actividades diarias.

##### 1.2. Sostenibilidad

Actualmente este término esta inmiscuido en la mayoría de temas sobre todo los de carácter medioambiental y es la base a la que se adhieren algunos vocablos cuyo accionar se apunta por esta definición.

Sostenibilidad lleva implícita “la idea de permanencia, durabilidad y estabilidad, siendo aplicable a cualquier sistema, sea este físico-natural o biótico, y que contenga o no, al ser humano”<sup>1</sup>, este es el término que mejor describe la necesidad de preservar los recursos ante una circunstancia insostenible que amenaza el futuro del planeta.

---

<sup>1</sup> Desarrollo sostenible en España en el final del siglo XX. Universidad de Málaga. Editora EEUMED.NET. España. 2011. Pg.12



### 1.3. Desarrollo sostenible

Está comprobado que a medida que la población aumenta, nuestro ecosistema sufre alteraciones; “desde 1950, la población mundial se ha duplicado y en la actualidad el número de habitantes ronda los 6.000 millones. En este sentido, el crecimiento poblacional es motivo de preocupación mundial”<sup>2</sup>.

La alarma aumenta si a la par del crecimiento poblacional y la tecnología, se desarrolla una avanzada actividad contaminante al medio. “Uno de los efectos más graves de nuestra relación con la naturaleza es la contaminación. Cuando hablamos de contaminación, nos estamos refiriendo a cualquier tipo de impureza, materia o influencias físicas (como productos químicos, basuras, ruido o radiación) en un determinado medio y en niveles más altos de lo normal, que pueden ocasionar un peligro o un daño en el sistema ecológico, apartándolo de su equilibrio”<sup>3</sup>.

Entre los principales efectos de la contaminación a nivel de todo el planeta, conocemos de los siguientes: “efecto invernadero y agujero de ozono conducentes al cambio climático, agotamiento progresivo de materias primas imprescindibles en el actual nivel científico-tecnológico, deforestación y pérdida de biodiversidad, eutrofización de aguas continentales y del litoral marino, degradación del suelo y desertificación, contaminación no asimilable por la biosfera, etc.”<sup>4</sup>

Frente a los graves problemas medioambientales y a los limitados recursos naturales, a nivel mundial surgieron diferentes comisiones con sugerencias para la conservación del Medio Ambiente es así que en el año 1987 aparece la definición más conocida establecida por la primer Ministro Noruega Gro Brundtland, en el informe de la Comisión Mundial de

---

<sup>2</sup> <http://www.portalplanetasedna.com.ar/poblacion01.htm>.

<sup>3</sup> La Ingeniería Ambiental como Eje Defensor de la Sostenibilidad Económica Agroindustrial. Perú. 2010. Pg. 9.

<sup>4</sup> Desarrollo sostenible en España en el final del siglo XX. Universidad de Málaga. Editora EEUMED.NET. España. 2011. Pg.17





Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, donde define al Desarrollo Sostenible como aquel que “satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.”<sup>5</sup>

Esta misma comisión plantea el alcance del desarrollo sostenible solo si se mantiene una inquebrantable relación entre los sistemas: social, económico y ambiental. “El deseo de crecimiento y bienestar social debe equilibrarse con la necesidad de preservar los recursos ambientales para las generaciones futuras”<sup>6</sup>.

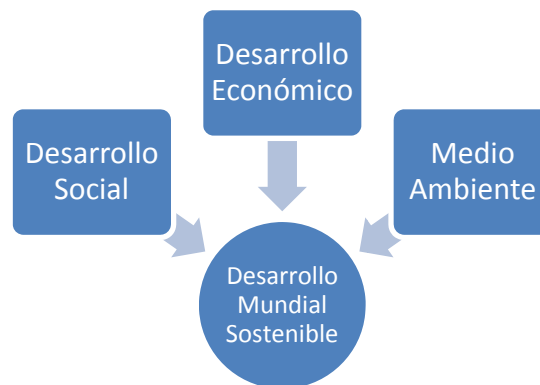


Fig. Nº 1 Desarrollo Sostenible

El economista ecológico Herman Daly en su artículo “construcción sostenible”, plantea tres principios muy válidos al momento de avanzar hacia un desarrollo sostenible en el campo medio ambiental.

- Los recursos no se deben utilizar a un ritmo superior al de su ritmo de regeneración.
- No se emiten contaminantes a un ritmo superior al que el sistema natural es capaz de absorber o neutralizar.
- Los recursos no renovables se deben utilizar a un ritmo más bajo que el capital humano creado pueda reemplazar al capital natural perdido.

<sup>5</sup> Guía Básica de la Sostenibilidad. Edwards Brian y Hyatt Paul. Pg. 7

<sup>6</sup> Guía Básica de la Sostenibilidad. Edwards Brian y Hyatt Paul. Pg. 8



El desarrollo sostenible tiene como meta la preservación de todo recurso, disminuyendo su uso o sustituyéndolo por otros que puedan renovarse, reduciendo la contaminación.

#### 1.4. Arquitectura sostenible

“La arquitectura sostenible también conocida como arquitectura sustentable, arquitectura verde, arquitectura ecológica, etc., se define como “un modo de concebir el diseño arquitectónico de manera sostenible, buscando aprovechar los recursos naturales de tal modo que minimicen el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente y sus habitantes”<sup>7</sup>.

Diferentes grupos han propuesto sus propios criterios acerca del tema, como el estudio Norman Foster and Partners “que definen la arquitectura sostenible como la creación de edificios que sean eficientes al consumo de energía, saludables, cómodos, flexibles en el uso y diseñados para tener una larga vida útil”<sup>8</sup> esto es llevado a la práctica al proyectar la ciudad de Masdar en Abu Dhabi, la primera ciudad en el mundo con capacidad de sostenibilidad con 0 emisiones de carbono y 0 residuos, con aportaciones en sistemas de transporte, uso de energía eólica, uso de energía solar etc. El mejor ejemplo de arquitectura urbana sostenible a gran escala.



Fotografía Nº 2 Vista aérea de Masdar

<sup>7</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura\\_sustentable](http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_sustentable)

<sup>8</sup> Guía Básica de la Sostenibilidad. Edwards Brian y Hyatt Paul. Pg. 7



Con el ejemplo anterior, se constata que la arquitectura sostenible no solo se refiere al diseño y construcción de edificios, sino que tendrá jurisdicción sobre un campo más amplio y acorde al tipo de proyecto que se ejecute. “la arquitectura abarca la consideración de todo el ambiente físico que rodea la vida humana”<sup>9</sup>. Ventajosamente para los profesionales de la arquitectura “la extensión de la conciencia medioambiental ha generado una sociedad más exigente (clientes y usuarios), que reclama mayores prestaciones ecológicas sin costes adicionales”<sup>10</sup>, lo cual le permitirá proyectar apoyado en la sociedad para la que trabaja.

### 1.5. Construcción sostenible



Fotografía Nº 2 Edificio verde en México, contribuye con el medio ambiente y el ahorro de energía eléctrica.

“La industria de la construcción absorbe el 50% de todos los recursos mundiales, lo que la convierten en la actividad menos sostenible del planeta”<sup>11</sup>, otras cifras estadísticas señalan que además consumen un 45% de energía y es causante del 50% del total de los residuos generados.

<sup>9</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura>

<sup>10</sup> Guía Básica de la Sostenibilidad. Edwards Brian y Hyatt Paul. Pg. 54

<sup>11</sup> Guía Básica de la Sostenibilidad. Edwards Brian y Hyatt Paul. Pg. 1



A continuación se cita textualmente algunas definiciones que dejan muy en claro el concepto de construcción sostenible y lo que se persigue con ello:

“La Construcción sostenible, que debería ser la construcción del futuro, se puede definir como aquella que, con especial respeto y compromiso con el Medio Ambiente, implica el uso sostenible de la energía. Cabe destacar la importancia del estudio de la aplicación de las energías renovables en la construcción de los edificios, así como una especial atención al impacto ambiental que ocasiona la aplicación de determinados materiales de construcción y la minimización del consumo de energía que implica la utilización de los edificios”<sup>12</sup>.

“La Construcción Sostenible se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales negativos causados por los procesos de construcción, uso y derribo de los edificios y por el ambiente urbanizado”<sup>13</sup>.

“El término de Construcción Sostenible abarca, no sólo los edificios propiamente dichos, sino que también debe tener en cuenta su entorno y la manera cómo se comportan para formar las ciudades. El desarrollo urbano sostenible deberá tener la intención de crear un entorno urbano que no atente contra el medio ambiente, con recursos, no sólo en cuanto a las formas y la eficiencia energética, sino también en su función, como un lugar para vivir”<sup>14</sup>.

### **1.5.1. Efectos de la construcción sobre el Medio Ambiente**

Los impactos de la construcción sobre el medio ambiente se visibilizan en: el consumo de materiales y de energía, la producción de residuos y la contaminación. Extraer los

---

<sup>12</sup> Casado, 1996. [habitat.aq.upm.es/b/n4/apala.html](http://habitat.aq.upm.es/b/n4/apala.html)

<sup>13</sup> Lanting, 1996. [habitat.aq.upm.es/b/n4/apala.html](http://habitat.aq.upm.es/b/n4/apala.html)

<sup>14</sup> WWF, 1993. [habitat.aq.upm.es/b/n4/apala.html](http://habitat.aq.upm.es/b/n4/apala.html)



materiales de nuestras fuentes naturales, para su uso directo o para la fabricación de otros materiales de construcción, genera un alto coste ecológico.

Para desarrollar un diseño y una construcción sostenible es fundamental conocer el nivel de consumo de materias primas por parte de las edificaciones. Anotamos los siguientes porcentajes:

- “Materiales: el 50% de todos los recursos mundiales se destinan a la construcción.
- Energía: el 45% de la energía generada se utiliza para calentar, iluminar y ventilar edificios y el 5% para construirlos.
- Agua: el 40% del agua utilizada en el mundo se destina a abastecer las instalaciones sanitarias y otros usos en los edificios.
- Tierra: el 60% de la mejor tierra cultivable que deja de utilizarse para la agricultura se utiliza para la construcción.
- Madera: el 70% de los productos madereros mundiales se dedican a la construcción de edificios”<sup>15</sup>.

Como vemos la construcción es una actividad que ejerce una gran influencia en el deterioro del medio ambiente; y, es la producción y eliminación de los materiales que se utilizan en este proceso las fases de mayor efecto contaminante.

“Los materiales utilizados en la construcción de edificios tienen un gran impacto medioambiental, causado por su extracción, procesamiento, transporte, uso y eliminación. Este impacto se produce en el ámbito mundial, regional y personal y afecta tanto al clima, a la biodiversidad como a la salud de las personas”<sup>16</sup>.

---

<sup>15</sup> Guía Básica de la Sostenibilidad. Edwards Brian y Hyatt Paul. Pg. 10

<sup>16</sup> Guía Básica de la Sostenibilidad. Edwards Brian y Hyatt Paul. Pg. 61



### 1.5.2. Estrategias para una Construcción Sostenible

En el desarrollo de una construcción sostenible se debe considerar ciertos principios que tienen la característica de ecológicos, y se enuncian a continuación:

- “Conservación de recursos.
- Reutilización de recursos.
- Consideraciones respecto a la gestión del ciclo de vida de las materias primas utilizadas, con la correspondiente prevención de residuos y de emisiones.
- Reducción en la utilización de la energía.
- Incremento de la calidad, tanto en lo que atiene a materiales, como a edificaciones y ambiente urbanizado.
- Protección del Medio Ambiente.
- Creación de un ambiente saludable y no tóxico en los edificios”<sup>17</sup>.

“Si la sociedad acepta la idea de diseñar edificios sostenibles, el desarrollo sostenible de las ciudades se producirá como una consecuencia”<sup>18</sup>. Por tal motivo es importante anotar además los requisitos necesarios para un edificio sostenible:

- “consumir una mínima cantidad de energía y agua a lo largo de su vida;
- hacer un uso eficiente de las materias primas (materiales que no perjudican el medio ambiente, materiales renovables y caracterizados por su desmontabilidad);
- generar unas mínimas cantidades de residuos y contaminación a lo largo de su vida (durabilidad y reciclabilidad);
- utilizar un mínimo de terreno e integrarse correctamente en el ambiente natural;
- adaptarse a las necesidades actuales y futuras de los usuarios (flexibilidad, adaptabilidad y calidad del emplazamiento);
- crear un ambiente interior saludable”<sup>19</sup>.

<sup>17</sup> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html>

<sup>18</sup> Guía Básica de la Sostenibilidad. Edwards Brian y Hyatt Paul. Pg. 2



## 2. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

“Los Residuos de Construcción y Demolición (en adelante RCD), también llamados residuos inertes y conocidos habitualmente como escombros, son aquellos que se generan en las actividades propias de construcción, remodelación, rehabilitación, reforma, demolición y mantenimiento de edificios o infraestructuras en general”<sup>20</sup>.

### 2.1. Generación y Composición de los RCD

Conocemos que la industria de la construcción es el sector con mayor generación de residuos y tanto el volumen como la composición de los RCD dependerán de algunos factores, entre ellos se distinguen los siguientes<sup>21</sup>:

- **Tipo de actividad que origina los residuos:** construcción, demolición o reparación/rehabilitación.
- **Tipo de construcción que genera los residuos:** edificios residenciales, industriales, de servicios, carreteras, obras hidráulicas, etc.
- **Edad del edificio o infraestructura,** que determina los tipos y calidad de los materiales obtenidos en los casos de demolición o reparación.
- **Volumen de actividad en el sector de la construcción en un determinado período,** que afecta indudablemente a la cantidad de RCD generados.
- **Políticas vigentes en materia de vivienda,** que condicionan la distribución relativa de las actividades de promoción de nuevas construcciones y rehabilitación de existentes o consolidación de cascos antiguos.

---

<sup>19</sup> Lanting, 1996. [habitat.aq.upm.es/b/n4/apala.html](http://habitat.aq.upm.es/b/n4/apala.html)

<sup>20</sup> <http://www.fida.es:8001/fida/VisNot?id=35f0b73dbdde40de4dc38271030767e>

<sup>21</sup> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/aconst1.html>



La cantidad de volumen de RCD que se genera es una información muy difícil de establecer en cifras, sobre todo en lugares donde no existen planes de manejo o control de residuos. Hasta ahora solo se conoce de la obtención de estas cifras en algunos países Europeos como: Alemania, Reino Unido, Francia, Holanda, España, entre otros, quienes además se sitúan como grandes productores de RCD.

En cuanto a los componentes anotaremos los más comúnmente encontrados en nuestro medio: tierras, ladrillos, bloques, tejas, materiales cerámicos, plásticos, madera, hormigón, hierro, acero, y otros.

## **2.2. Clasificación de los RCD**

No existe una clasificación definida, pero se presentan diferentes factores en los que se logra encasillar los diversos tipos de RCD, entre ellos anotamos los siguientes:

### **2.2.1. Según su procedencia<sup>22</sup>**

**2.2.1.1. De derribo.-** Son los materiales y productos de construcción que se originan como resultado de las operaciones de desmontaje, desmantelamiento y derribo de edificios y de instalaciones.

**2.2.1.2. De construcción.-** Son los que se originan en el proceso de ejecución, material de los trabajos de construcción, tanto de nueva planta como de rehabilitación o de reparación.

**2.2.1.3. De excavación.-** Son resultado de los trabajos de excavación, en general previos a la construcción.

---

<sup>22</sup>[http://www.construmatica.com/construmedia/Definiciones\\_Básicas\\_en\\_la\\_Gestión\\_y\\_Tratamiento\\_de\\_Residuos](http://www.construmatica.com/construmedia/Definiciones_Básicas_en_la_Gestión_y_Tratamiento_de_Residuos)





## 2.2.2. Según su naturaleza<sup>23</sup>

**2.2.2.1. Residuos inertes.-** Aquellos que no presentan ningún riesgo de polución de las aguas y de los suelos y que, en general, podríamos asimilar a los materiales pétreos.

**2.2.2.2. Residuos no peligrosos.-** Son los que por su naturaleza pueden ser tratados o almacenados en las mismas instalaciones que los residuos domésticos.

**2.2.2.3. Residuos peligrosos.-** Los formados por materiales que tienen determinadas características perjudiciales para la salud o el medioambiente.

En el mismo artículo de donde se obtiene esta clasificación se dan a conocer los componentes más habituales de estas tres categorías:

**Cuadro Nº 1.** Clasificación de los RCD por su naturaleza.

<b>INERTES - PÉTREOS</b>	<b>NO PELIGROSOS</b>	<b>PELIGROSOS</b>
Escombros limpios: Ladrillos Tejas Azulejos Hormigón endurecido Mortero endurecido	Metal Madera Papel y cartón Plástico Otros como: cartón-yeso, vidrio	Envases y restos que contienen material o sustancias perjudiciales, como: aceites, desencofrantes, pintura, aditivos, baterías, otros.

**Fuente:** Construmatica, Residuos Generados en las Obras de Construcción.

**Elaboración:** Autora de la tesis.

<sup>23</sup>[http://www.construmatica.com/construpedia/Residuos\\_Generados\\_en\\_las\\_Obras\\_de\\_Construcci%C3%B3n](http://www.construmatica.com/construpedia/Residuos_Generados_en_las_Obras_de_Construcci%C3%B3n)



### **2.3. Técnicas utilizadas para el aprovechamiento de los RCD**

Las técnicas que se describirán a continuación son comúnmente aplicadas en los países de mayor industrialización donde se efectúan planes de tratamiento de residuos y por lo tanto estas técnicas tienen mayor utilidad puesto que su finalidad es el rescate de los materiales que fueron valorizados para reutilización o para reciclaje.

#### **2.3.1. Separación y recogida selectiva**



**Fotografía Nº 3 Selección de los materiales.**

Estas dos acciones tienen por objeto la disposición de los residuos tomando en cuenta la clasificación de acuerdo a su naturaleza y que sean de composición homogénea, de tal manera que permitan el aprovechamiento de los mismos.

Este procedimiento se puede realizar con los residuos obtenidos tanto en el proceso de una nueva construcción, en una rehabilitación, en una reparación o en un derribo de edificación.



### 2.3.2. Demolición selectiva



Fotografía Nº 4 Separación de los materiales.

Es un conjunto de acciones coordinadas de recuperación de los materiales que conforman una edificación destinada a derribo. Su finalidad, minimizar el volumen de residuos destinados a las escombreras.

La demolición selectiva, algunas veces llamada desconstrucción, se realiza de manera contraria al proceso de construcción e implica los siguientes pasos<sup>24</sup>:

1. Sacar los deshechos y las molduras no fijas.
2. Desmantelar, comprendiendo limpiezas internas, quitar las puertas, ventanas, tejados, instalaciones de agua, electricidad y calefacción, etc. Esto respecto sólo a la estructura del edificio remanente.
3. Demolición de la estructura del edificio.

<sup>24</sup> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/aconst2.html>



#### 2.4. Alternativas para el tratamiento de los RCD.

El sector de la Construcción, quizá sea uno de los pioneros en reciclar o reutilizar los materiales de los edificios. “Los romanos recuperaban los materiales provenientes de viejas edificaciones para luego reutilizarlos en la construcción de edificios públicos. Existen muchas evidencias que confirman de la recuperación y posterior reutilización de materiales de C&D han sido una práctica habitual desde siempre pero con criterios simplistas, no sustentables, sin tener en cuenta la problemática medioambiental y el desperdicio de energías mayoritariamente no renovables que, la situación genera”<sup>25</sup>.

Algunos de los países grandes generadores de RCD utilizan las siguientes pautas para determinar el procedimiento a seguir con los residuos resultantes de cualquier proceso de construcción o derribo de las edificaciones.

**Valorización.-** Se presenta como un nivel de partida para identificar y dar validez a los residuos de la construcción y luego definir su disposición.

**Deposición de los residuos.-** Todos los elementos o materiales que son considerados no aptos para la reutilización o el reciclaje son destinados a los depósitos en vertederos o escombreras autorizadas, las mismas que deben disponerse correctamente para evitar agresiones al medio, a esto se refiere la deposición de los residuos.

**Reutilización.-** “Reutilizar es la acción de volver a utilizar los bienes o productos. La utilidad puede venir para el usuario mediante una acción de mejora o restauración, o sin modificar el producto si es útil para un nuevo usuario.

En una perspectiva respetuosa con el medio ambiente, la reutilización es el segundo paso en la acción de disminución de residuos, el primero es la reducción, el tercer y último paso es reciclar. Al contribuir a la reducción de producción de nuevos bienes que

---

<sup>25</sup> <http://ecoportal.net/content/view/full/28031>



demanden recursos naturales y energía, la reutilización contribuye a mejorar el medio ambiente”<sup>26</sup>.

**Reciclaje.**- “El reciclaje es un proceso fisicoquímico o mecánico que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto. También se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de vida y se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales, macro económico y para eliminar de forma eficaz los desechos”<sup>27</sup>.

**Tratamiento especial.**- Algunos de los residuos generados en la construcción son de clasificación potencialmente peligrosa por lo que es importante identificarlos y darles el tratamiento adecuado antes de su colocación en el suelo.

Existen varios tipos de tratamientos, físicos, químicos y biológicos a los que se pueden someter los residuos según su contenido y grado de peligrosidad.

## 2.5. Consideraciones medioambientales

Es necesario conocer los efectos que produce el tratamiento y/o eliminación de los RCD sobre el medioambiente, aquí se señalarán algunas consideraciones a tomar en cuenta.

- El transporte de los RCD produce los mismos efectos que cualquier otro transporte pesado, contaminación por los gases de escape, polvo, ruido y vibraciones, consumo de recursos energéticos, etc.
- El vertido de RCD causa un impacto negativo al realizarse de forma incontrolada o en áreas que perjudiquen el paisaje, la ecología o la plusvalía del sector.

---

<sup>26</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Reutilización>

<sup>27</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Recilaje>



- La falta de control o en otros casos el inadecuado manejo de los residuos peligrosos pueden perjudicar a la salud del hombre, ejemplo el asbesto.
- Los RCD más un vertido controlado de estos, pueden ayudar a recuperar zonas degradadas o servir de cubierta en los depósitos de residuos sólidos urbanos (RSU).



## CAPÍTULO II

En este capítulo abordaremos dos temas inherentes a la incidencia negativa que tiene la actividad de la construcción sobre el medio ambiente en la ciudad de Loja. La generación de escombros o **residuos de construcción y demolición (RCD)**, y la explotación de recursos para la fabricación de algunos elementos de la mampostería como son el ladrillo y el bloque, ya que es en estos dos problemas, donde los resultados de la presente investigación servirán como parte de la solución a los mismos.

### ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO

En la ciudad de Loja el tema de la contaminación del medio ambiente es un problema que aún no ha tenido la debida atención por parte de las autoridades municipales, pues es a ellos a quienes concierne directamente<sup>28</sup>. Es cierto que ya se han tomado algunas medidas siendo la más importante a mi criterio la recolección selectiva y reciclado de elementos orgánicos e inorgánicos de la basura domiciliaria como parte de la política administrativa municipal, pero en lo que corresponde al tratamiento de RCDs no se ha pasado más allá de una simple designación de sitios a los que se conoce como escombreras autorizadas, a donde llega muy poco de los desechos que produce el sector de la construcción.

#### 1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA CIUDAD DE LOJA FRENTE A LOS RCD

La generación de escombros provenientes de la actividad del sector de la construcción cada vez es mayor, debido a que en los últimos años dicho sector ha tenido un considerable crecimiento. Otro factor que interviene en el aumento de los RCD, es el hecho de que ya han transcurrido más de cincuenta años desde que se comenzó a utilizar

---

<sup>28</sup> El numeral 16 del artículo 14 de la Ley Orgánica de Régimen Municipal señala como función primordial del Municipio prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente.



en Loja el hormigón armado y las mamposterías de ladrillo con mortero de cemento y arena, pues la vida útil de las primeras edificaciones levantadas con el sistema constructivo en mención, ha empezado a concluir, por lo que, es muy probable un incremento en los siguientes años.

Por lo que a la gran cantidad de escombros que producen las distintas edificaciones, hay que sumarle la producida por las demoliciones y reconstrucciones de viviendas y edificios. En la actualidad imágenes como las que muestran las fotografías 12 y 13 se vuelven cada vez más frecuentes.

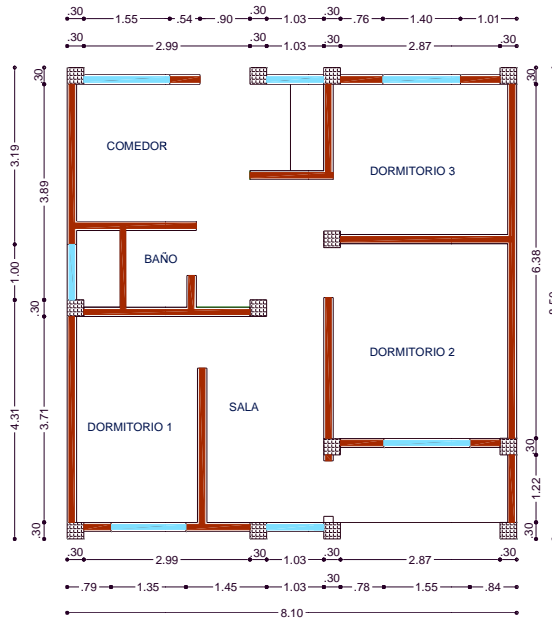


**Fotografía N° 5 Remodelación del dispensario del IESS. Se generó alrededor de 1100 m3 de escombros**



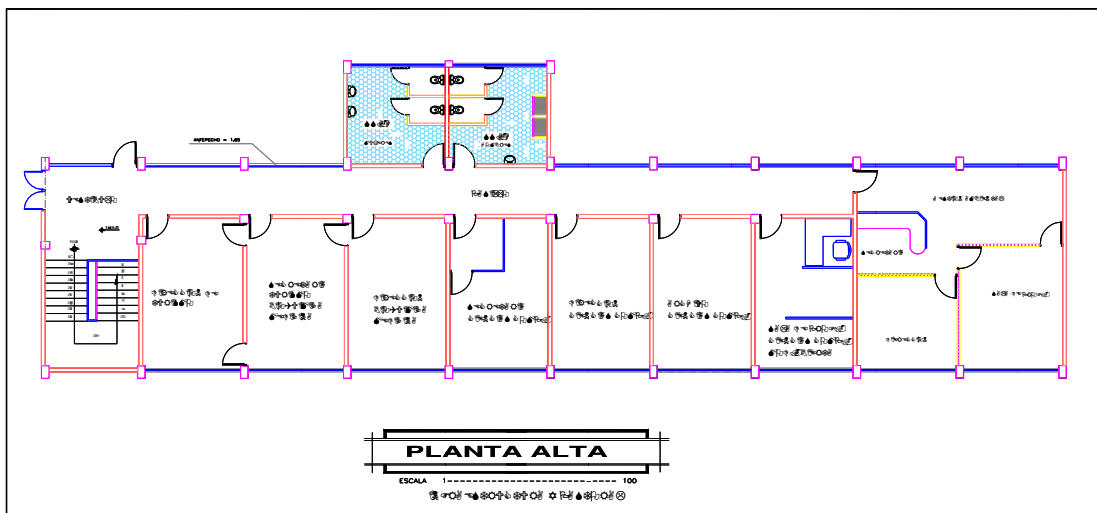
**Fotografía N° 6 Remodelación de uno de los edificios de la UTPL. Se generó más de 1300 m3 de escombros.**





**PLANTA ÚNICA**

**Fig. Nº 2 Casa demolida en el barrio Los Molinos (62.4 m<sup>2</sup>) que generó 24 m<sup>3</sup> de escombros.**



**Figura Nº 3. Remodelación de una planta de uno de los edificios de la UTPL. Donde se generó alrededor de 69 m<sup>3</sup> de escombros, considerando solo lo que es mampostería.**

Los escombros que se generan en nuestra ciudad solamente se usan para realizar rellenos en terrenos cuya topografía es irregular o con mucha pendiente. Por mucho tiempo el



municipio utilizó los escombros de la construcción para el relleno sanitario, es por eso que una de las escombreras autorizadas por el municipio se ubicaba dentro del relleno sanitario; hasta el inicio de la presente investigación aun se daba esta circunstancia, actualmente esto ya no ocurre.

Otra circunstancia que se presenta en nuestra ciudad, al respecto de los RCD, es el tema de las escombreras temporales y clandestinas que se ubican en muchos sectores periféricos de la ciudad, las fotos expuestas más adelante evidencian claramente el problema y la poca o nula efectividad que ha tenido el artículo once<sup>29</sup> de la ordenanza que determina el manejo y destino final de escombros para el cantón Loja, la misma que fue creada para contrarrestar y dar solución a los inconvenientes producidos por los escombros.

Por un recorrido que se realizó por la Vía Lateral de Paso se pudo observar que a lo largo de esta, se depositan montículos de escombros tanto que si sumáramos todos estos, obtendríamos un volumen superior a lo que encontramos en las escombreras que tienen autorización. También en barrios como Época, Ciudad Victoria, El Rosal, los alrededores de la Universidad Nacional de Loja, etc. se observan sitios donde clandestinamente se arrojan escombros. A continuación se muestran algunas fotografías de lo señalado.



**Fotografía N° 7 Época**



**Fotografía N° 8 Zona contigua al relleno sanitario**

<sup>29</sup> Artículo que trata sobre las sanciones económicas aplicadas en caso de contravenciones a la ordenanza.



Fotografía N° 9 Vía lateral de paso a la altura de UNL



Fotografía N° 10 Vía lateral de paso a la altura de Menfis



Fotografía N° 11 El Rosal



Fotografía N° 12 Obrapía

Esta desagradable realidad de nuestra ciudad, también se confirma con el sinnúmero de denuncias que se realizan a través de la prensa; el porqué de esta situación las autoridades responsables supieron acotar que, Loja cuenta con sitios destinados para vertederos de escombros y que su preocupación es la de tener siempre lugares previstos para este desalojo procurando que la ubicación de éstas sean de fácil acceso para evitar largos recorridos, por lo que se tiene que concluir que es la falta de conciencia ambiental en la ciudadanía, lo que da lugar a la creación de este problema que además de ser un foco de contaminación, perjudica a la imagen paisajística de los lugares. De manera extraoficial se sabe que, recién el municipio está emprendiendo en un proyecto que tiene





Fotografía Nº 13 Relleno sanitario (barrio Colinas Lojanas)

La fotografía 13 corresponde a un tramo del camino (dentro del relleno sanitario) por donde se llega al sitio mismo del relleno, podemos observar que por esta ocasión los escombros tuvieron un uso diferente.

Otra escombrera autorizada por el municipio (Fig. 5) es la que se encuentra cerca del Colegio Militar al norte de la ciudad, esta ocupa el margen derecho del río Zamora. En las fotografías 14, 15, 16 y 17 se puede observar los montículos de escombros, también hay que señalar la presencia de desechos orgánicos.

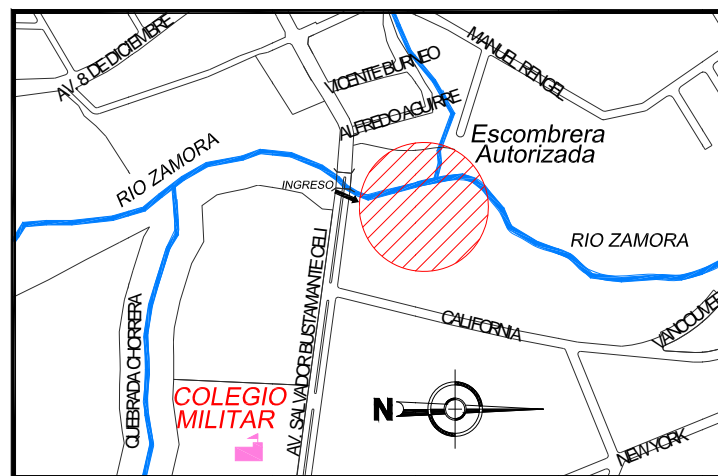


Fig. Nº 5. Escombrera autorizada ubicada al norte de la ciudad.



Fotografía N° 14 Escombrera cercana al COMIL



Fotografía N° 15 Escombrera cercana al COMIL



Fotografía N° 16 Escombrera cercana al COMIL



Fotografía N° 17 Escombrera cercana al COMIL

La escombrera de Amable María la encontramos al norte de ciudad, consiste en un área muy pequeña que se ubica al margen de la vía que conduce a este barrio. Como se puede ver en las siguientes fotografías, la cantidad de escombros es pequeña, también aquí se puede observar desechos orgánicos.



Fotografía N° 18 Escombrera del barrio Amable María



Fotografía N° 19 Escombrera del barrio Amable María

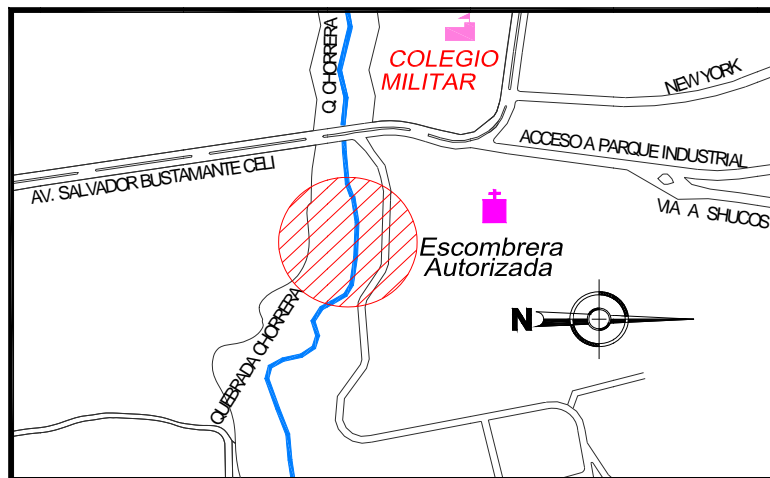


Fig. N° 6. Escombrera autorizada ubicada en el barrio Amable María.

Actualmente el municipio estableció dos nuevos sitios destinados a ser escombreras el uno se encuentra próximo a Tierras Coloradas, el otro se encuentra en el sector de Motupe.

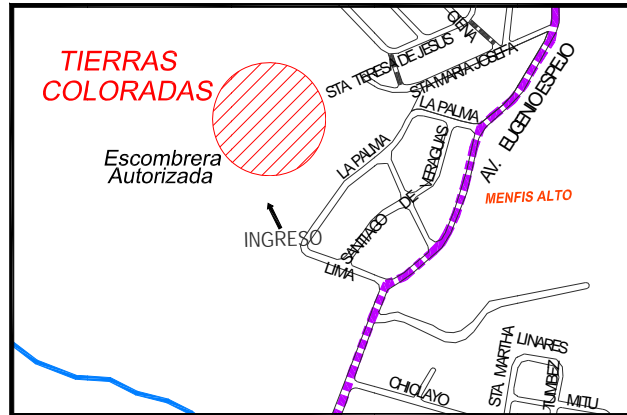


Fig. Nº 7. Escombrera autorizada ubicada en el barrio Tierras Coloradas.

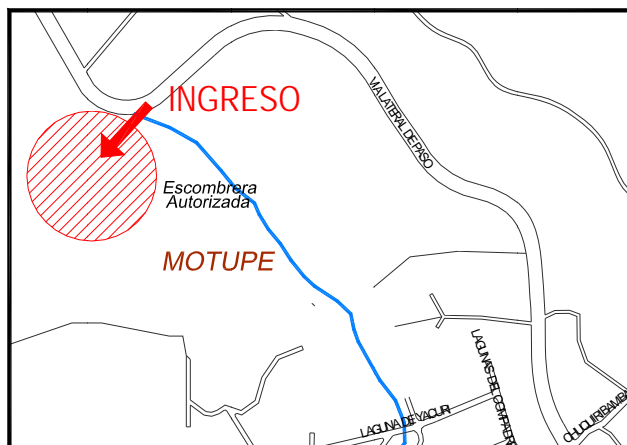


Fig. Nº 8. Escombrera autorizada ubicada en el barrio Motupe.

De la escombrera ubicada en el sector de Motupe según datos obtenidos en el municipio, se sabe que tiene una extensión de 2 ha y que tendrá una vida útil de 6 meses, en este tiempo podrá receptor aproximadamente 30 000 m<sup>3</sup> de RCD.

Pese a que la ciudad permanece abastecida de sitios para el desalojo de escombros, son muchos los usuarios que han tenido dificultades al hacer el depósito de los residuos, encontrándose con las escombreras utilizadas en toda su capacidad. Para evitar esta situación es importante que el organismo regulador adopte mayores medidas de control sobre el volumen que generaran las obras y tener previstos lugares alternativos en el caso de existir un acopio masivo de material en las escombreras autorizadas.





Por todo lo señalado anteriormente la cuantificación de los residuos generados por la construcción resulta una tarea difícil de desarrollar, por lo que la propuesta no se basa en un volumen determinado de residuos, sino en la problemática que estos generan a nivel ambiental y social.

### **1.2. Origen y composición de los escombros**

El RCD de nuestra ciudad proviene básicamente de las actividades de construcción, demolición y reparación o rehabilitación de edificios residenciales y públicos; estos contienen residuos de hormigón, cascotes de ladrillos o bloques con mortero, tejas y materiales cerámicos en lo que corresponde a escombros limpios o residuos pétreos, en cuanto a residuos no peligrosos están los materiales plásticos, madera, metal, papel y cartón; un residuo inerte que se encuentra en una buena proporción es la tierra que proviene de la construcción de cimentaciones de obras civiles, tales como: edificios, vías, ductos, etc. En cuanto a residuos peligrosos a simple vista se determina que es poca la cantidad de residuos de asbesto o recipientes vacíos de aditivos que se usan en la construcción.

### **1.3. Daños medioambientales provocados por los RCD en Loja**

El daño al ambiente empieza con el transporte de los RCD, provocado por los vehículos que se usan para dicho fin: contaminación por los gases de escape, polvo, ruido y vibraciones, consumo de recursos energéticos, etc.

El vertido de RCD realizado en forma incontrolada en diferentes sitios periféricos de nuestra urbe causa un impacto negativo en el paisaje pudiendo llegar a afectar la plusvalía de los sectores donde se presenta este problema.



Cuando el RCD tiene entre sus componentes residuos peligrosos (asbesto) y son depositados cerca de quebradas puede perjudicar a la salud del hombre, la flora y fauna de una microcuenca. Los ríos Malacatos y Zamora durante su recorrido por la ciudad reciben aguas de muchas quebradas las mismas que ya vienen contaminadas por RCD, un ejemplo de esto es lo que muestra la fotografía No. 11 en el barrio el Rosal. En la escombrera cercana al Colegio Militar (Fig. 5 y las fotografías 14, 15, 16 y 17) los RCD eran muchas veces arrojados directamente al río Zamora, a pesar de que muchos agricultores usan más abajo las aguas de este río para regar sus cultivos y pastizales.

## 2. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y ELEMENTOS UTILIZADOS EN MAMPOSTERÍA EN LA CIUDAD DE LOJA

A simple vista se observa que el sistema constructivo en general de las edificaciones existentes de la ciudad de Loja, es el hormigón armado con mampostería de ladrillo-mortero o bloque-mortero, este segundo en menor proporción. Esta afirmación es respaldada por un estudio efectuado en la ciudad de Loja, durante el desarrollo de una tesis de grado de la facultad de arquitectura de la UTPL, en la que se determinó que de una muestra compuesta por 34 edificaciones en etapa de construcción<sup>31</sup>, el 78 % usaba en la mampostería ladrillo común (artesanal), un 11 % ladrillo hueco y el otro 11 % bloque de hormigón. Este sistema constructivo está presente desde hace cincuenta años. En los últimos años se ha empezado a reemplazar el hormigón armado por estructuras metálicas y en vez de mampostería unos sistemas modulares a base de tableros prefabricados.

---

<sup>31</sup> Los impactos ambientales en el proceso de construcción de las edificaciones de la ciudad de Loja. Nubia E. Ramírez R. Trabajo de Tesis. UTPL. Pg. 133.



## **2.1. Uso y fabricación de elementos para mampostería en la ciudad de Loja**

Ya se ha mencionado cuales son los elementos para mampostería más usados, en este capítulo prestaremos total atención al bloque que es elemento en estudio y también revisaremos algunos aspectos del ladrillo. Este último por considerarse el más utilizado en nuestro medio y por consumir en gran parte los recursos naturales.

### **2.1.1. Bloque**

Los bloques de concreto huecos son elementos modulares premoldeados diseñados para la albañilería. Para su fabricación se requiere materiales básicos usuales, como la arena fina y gruesa (la arena gruesa esta en mucha mayor proporción que la fina), cemento portland y agua. En lugar de la arena se puede usar piedra de origen volcánico (piedra pómez). El árido y el cemento son apilados en un sitio previsto para almacenar y luego son llevados al lugar de mezclado conforme se va utilizando.

### **2.1.2. Flujo de Producción del bloque**

Está dado en tres etapas básicas: mezclado, moldeado y curado. En nuestra ciudad hay fábricas que solo producen bloques, mientras que otras elaboran además productos de concreto prefabricado como adoquines y piezas decorativas.

#### **a) Mezcla de materiales**

Este proceso se realiza en una máquina cilíndrica en cuyo interior se coloca la materia prima (cemento, árido, agua); la experiencia les permite disponer del material medido en sus herramientas de trabajo como carretillas, parihuelas, palas y recipientes como los baldes. Después, la máquina revuelve por un cierto tiempo, y como el material utilizado en la fabricación de los bloques es considerado concreto, debemos tener en cuenta la



relación agua/cemento, revisan el estado de la mezcla y si es necesario continúan revolviendo unos cuantos minutos más, hasta obtener la consistencia deseada. Una vez terminado el proceso, el material es vaciado hasta el suelo para su posterior colocado en la máquina moldeadora.

Cabe indicar que en caso de ocupar algún tipo de aditivo, éste se incorporará al agua destinada para la mezcla. En las fábricas de nuestro medio el aditivo comúnmente usado es el acelerante de fraguado.



Fotografía N° 21 Material listo para la mezcla.



Fotografía N° 22 Recolección del material ya mezclado.

## b) Moldeado

El moldeado se realiza a través de la vibrobloquera que es una máquina que efectúa el vibrado del concreto cuando este se encuentra dentro del molde. Para soportar este procedimiento, la máquina está provista de resortes de acero para amortiguar la vibración. Esta etapa es importante porque de ello depende la compactación, la uniformidad y la calidad del elemento. La utilización de la vibrobloquera es de fácil operación.





**Fotografía N°23. Colocación del material en la vibrobloquera.**

**Fotografía N° 24. Vibrado del material.**

### **c) Curado**

El curado es la mezcla de condiciones óptimas necesarias para conseguir un adecuado endurecimiento del hormigón. Esta labor se realiza cubriendo con plástico los bloques por 5 o 7 días y manteniéndolos humedecidos con riego durante el día. En este proceso se debe tener control sobre la temperatura y la humedad para asegurar que el curado se ha llevado a cabo correctamente. Con un buen curado del hormigón se podrá obtener buenos resultados en cuanto a resistencia y características generales.



**Fotografía N° 25 Curado del bloque.**

#### **2.1.2.1. Formas y tamaños del bloque**



Las formas y tamaños de los bloques comunes de concreto han sido estandarizados para asegurar una uniformidad en las construcciones. El tamaño más común en nuestro medio son los bloques de 10 x 20 x 40 y 15 x 20 x 40 cm, también se puede encontrar en el mercado los de 7 x 20 x 40 cm. En estas mismas medidas se pueden encontrar bloque de piedra pómez (alivianados). Hay que acotar que la resistencia a la compresión exigida por la norma INEN para el caso del bloque de concreto es de 25.49 Kg/cm<sup>2</sup> y para bloque de piedra pómez 15.30 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### **2.1.2.2. Ventajas del uso de bloque**

Las principales ventajas del uso del bloque son:

- Mayor rendimiento en la mano de obra
- Disminuye el uso de mortero.
- Permite introducir instalaciones sin ranurar.
- Consumo por metro cuadrado: 12.5 piezas.
- Calidad uniforme y garantizada.
- Se pueden fabricar con material reciclado.
- La apariencia que tiene permite ahorros en revestimiento.
- Disponibilidad permanente en cualquier época del año.
- No necesita mojarse al momento de su colocación.
- Aislamiento térmico y acústico.
- Sus medidas modulares evitan el desperdicio.

#### **2.1.3. Ladrillo**



Los mesopotámicos y los palestinos usaban el ladrillo en sus edificaciones desde hace 11.000 años; el ladrillo es la versión irreversible del adobe, producto de la cocción a altas temperaturas. En nuestra ciudad su uso data desde mediados del siglo XIX en el sistema constructivo Mixto que se refiere a: cimientos de piedra, paredes frontales de ladrillo y cal, paredes laterales de tapial y paredes intermedias de adobe.<sup>32</sup>

El ladrillo es una “pieza moldeada y cocida, en forma de paralelepípedo o prisma rectangular que se emplea en la albañilería. Deben fabricarse de arcilla o tierra arcillosa, a veces con adición de otros materiales, de suficiente plasticidad y consistencia para que puedan tomar la forma permanente y secarse sin presentar grietas, nódulos o deformaciones”<sup>33</sup>

#### **2.1.3.1. Flujo de producción del ladrillo<sup>34</sup>**

En cuanto a los materiales que se necesitan para la fabricación artesanal del ladrillo se conoce que en la cantidad de 10.000 ladrillos panelón se usan 40 m<sup>3</sup> de arcilla y arena, 20 pilas de leña (faique o eucalipto) y 21 m<sup>3</sup> de aserrín o cascara de arroz y su fabricación comprende las siguientes etapas: mezclado y humectación, amasado, moldeado, secado y cocción.

##### **a) Mezclado y humectación**

---

<sup>32</sup> Los impactos ambientales en el proceso de construcción de las edificaciones de la ciudad de Loja. Nubia E. Ramírez R. Trabajo de Tesis. UTPL. Pg. 2.

<sup>33</sup> Norma INEN 293, Ladrillos cerámicos, Definiciones, Clasificaciones y Condiciones Generales 1977-05

<sup>34</sup> Tema: "Análisis Comparativo del Comportamiento Físico Estructural de modelos de mampostería regular y coloidal fabricados con ladrillos y morteros óptimos". Autor: José Luis Morocho G. Año: 2006. Pg. 24.



El mezclado se realiza con herramientas manuales, en una fosa en el suelo que es destinada de antemano para este proceso, la cantidad de arcilla y arena van en proporciones iguales, una vez realizada la mezcla se añade el agua.

**b) Amasado**

Es realizado con los pies un día después de la humectación, y es donde se agrega el aserrín, indispensable para evitar el agrietamiento cuando se produce contracciones en el secado.

**c) Moldeado**

Se hace con moldes de madera, para tres ladrillos por lo general, el que se coloca bien humedecido sobre una superficie plana para luego colocar la pasta, enrazar y alisar con las manos.

**d) Secado**

Durante 24 horas se deja la pieza tal cual se la moldeó para luego colocarla de canto, a las 48 horas puede ser apilado de manera que el aire circule libremente por la mayor parte de su superficie; finalmente el ladrillo estará totalmente seco a los 10 o 14 días dependiendo de las condiciones climáticas. Es preferible que el secado se realice bajo sombra para evitar contracciones diferenciales entre la parte interna y externa de la pieza.

**e) Cocción**

En la cocción las arcillas adquieren una consistencia pétrea, esto se realiza en hornos hormigueros donde se apilan los ladrillos de canto dejando entre sí espacios para que el calor se distribuya uniformemente; el combustible es leña y gas en el mejor de los casos y





el tiempo que dura este proceso es de 18 a 20 horas para luego dejarlo enfriar. Una vez que las piezas están frías se las retira y apila para su distribución y venta.

### **2.1.3.2. Formas y tamaños del ladrillo**

La norma INEN 293 clasifica al ladrillo por su fabricación en ladrillo común, de máquina y reprensado; por su contextura y forma en ladrillo macizo y hueco. Los tipos de ladrillos que se encuentran en nuestra ciudad son<sup>35</sup>:

- Ladrillo mambrón (32x15x9 cm)
- ladrillo panelón de filo (28.5x14x8.5 cm)
- Ladrillo jaboncillo (25x10x7 cm)
- Ladrillo Visto (13x7x29 cm) (10x10x39 cm) (19x7x29 cm)(23x7x29 cm)
- Ladrillo hueco (8x20x29 cm)(14x20x29 cm)
- También se encuentra Bloque de ladrillo (39 x 18 x 8 cm).

### **2.1.3.3. Ventajas del uso de ladrillo<sup>36</sup>**

- Elevada resistencia mecánica cuando la elaboración del mismo sigue un cierto control de calidad
- Con la tierra cocida son posibles mampuestos más livianos que los elaborados con hormigón o cemento.
- A igualdad de resistencia el ladrillo tiene un módulo de elasticidad menor que el hormigón.

---

<sup>35</sup> Los impactos ambientales en el proceso de construcción de las edificaciones de la ciudad de Loja. Nubia E. Ramírez R. Trabajo de Tesis. UTPL. Pg. 33.

<sup>36</sup> Tema: "Análisis Comparativo del Comportamiento Físico Estructural de modelos de mampostería regular y coloidal fabricados con ladrillos y morteros óptimos". Autor: José Luis Morocho G. Año: 2006. Pg. 18 y 19.



- Posee un buen envejecimiento, mejor que el del hormigón.
- Las reparaciones se notan menos que una estructura de hormigón no revocada.
- Buen aislamiento térmico de la masa de tierra cocida en comparación a otros materiales.
- Mejor comportamiento acústico por el menor módulo de elasticidad y por la facilidad con que se hacen en el ladrillo formas acústicamente convenientes.
- Capacidad de la regulación natural de la humedad ambiente.

## 2.2. Aprovisionamiento del material usado para la elaboración del bloque y ladrillo.

El material pétreo destinado al sector de la construcción al igual que el usado en la fabricación de los bloques de concreto proviene principalmente del cantón Loja y en menor proporción del cantón Catamayo así lo podemos ver en los siguientes cuadros.

**Cuadro Nº 2.** Concesiones mineras autorizadas por el Ministerio de Recursos Naturales en el cantón Catamayo.

Nombre	Ubicación	1º semestre 2009 m3	2º semestre 2009 m3
El Diamante	Sta. Rita	915,80	148,00
Malca 3	La vega	9435,28	5770,70
Malca 4	La vega	124598,50	46074,42
TOTAL:		134949,58	51993,12

FUENTE: Ministerio de Recursos Naturales-Dirección Provincial de Loja

ELABORACIÓN: Autora de la tesis.

**Cuadro Nº 3.** Concesiones mineras autorizadas por el Ministerio de Recursos Naturales en el cantón Loja.

Nombre	Ubicación	1º semestre 2009 m3	2º semestre 2009 m3
Chirimoyo	Jimbillá	1980,00	106,67
Daniela	El Porvenir	1923,50	1720,00
Galápagos	Vilcabamba	1986,20	2348,50
Huato	Malacatos	17695,19	25905,46



Como podemos apreciar en el primer cuadro la compañía La Junior que realiza su actividad de extracción en el Rio Chinguilamaca es la que mayor cantidad de material pétreo extrae de todas las existentes en el cantón Loja (2009).

En cuanto al ladrillo comercializado en nuestra ciudad hay que mencionar que el 95 % es proveniente del cantón Catamayo y un el 5% en Malacatos. En el caso de Catamayo la arcilla y arena usados en su fabricación son extraídos del sector de los tejares, actualmente se extrae en Indiucho-El Tambo. El aserrín que es el otro material utilizado proviene principalmente de la ciudad de Loja, aunque a veces es reemplazado por cascara de arroz. Otro insumo presente en la elaboración artesanal del ladrillo es la leña, que sirve de combustible para los hornos donde se realiza la cocción, este proviene de los alrededores del la ciudad.

### **2.3. Deterioro ambiental provocado por la fabricación del bloque y ladrillo.**



En la fabricación del bloque de concreto la arena (pétreo natural) es el principal componente, su extracción de los de los ríos tiene mucha incidencia negativa en el medio ambiente, a continuación anotamos las más importantes:

- El socavamiento causado por la extracción de áridos cambia la gradiente natural de los ríos, afectándose de esta forma el cauce normal y la fauna de los mismos.
- También provoca en las épocas lluviosas inundaciones en los sectores aledaños a las riveras.
- Contaminación con lubricantes en los lechos de los ríos debido a la maquinaria usada en la extracción de los pétreos.
- En los lugares donde se realiza la actividad de extracción hay contaminación por polvo y ruido.
- Los medios de transporte (camiones y volquetes) de los pétreos desde el lugar de extracción hasta los lugares de distribución dentro de la ciudad, contaminan la atmosfera con las emisiones de dióxido de carbono, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, etc. Los vehículos que transportan los pétreos mientras circulan por carreteras sin asfaltar levantan grandes cantidades de polvo, afectando la salud de las personas que viven a las márgenes de las vías.
- La fabricación de ladrillos de manera artesanal implica la destrucción de bosques, ya que muchos de los hornos que se usan en esta actividad funcionan con leña.
- La extracción de la arcilla componente principal de los ladrillos, implica impactos negativos en el medio ambiente. Es importante señalar que el municipio de Catamayo ha prohibido la extracción de arcilla del barrio La Vega debido al impacto ambiental que provoca esta actividad. Actualmente se extrae en Indiucho-El Tambo.

### **CAPÍTULO III**



## PROPUESTA TEÓRICA

El poner un límite al uso de los recursos existentes en nuestro entorno para evitar que estos se degraden, es lo que se conoce como sostenibilidad, esta definición se puede aplicar en todos los ámbitos de la actividad humana y obviamente al quehacer de la arquitectura.

Al ser el ladrillo el elemento de mampostería más utilizado en nuestra ciudad, y por ende a encontrárselo en considerables cantidades en las diferentes escombreras, este trabajo tiene por objeto recuperar este material, desviándolo de la corriente de residuo tras el uso del consumidor (proceso de post-consumidor) y volviéndolo a reincorporar en una nueva vida útil como materia prima.

### 1. GENERALIDADES

Como se ha explicado, la actividad de la construcción en nuestra ciudad genera una cantidad importante de residuos, provenientes de la demolición de una construcción existente, de residuos en forma de sobrantes durante la realización de una obra, o también de las obras de refacción, restauración, rehabilitación y ampliación. Asimismo, he señalado el probable aumento de estos residuos por el hecho de que muchas de las edificaciones existentes en nuestra ciudad están llegando al final de su vida útil y por el continuo crecimiento que ha registrado el sector de la construcción en los últimos años.

Como vemos, es clara la problemática originada por este tipo de residuos, aunque hasta ahora no ha recibido la suficiente atención por parte de las autoridades locales, posiblemente porque aún no alcanza las dimensiones que tenía el problema de los desechos domésticos o por el carácter inerte de los RCD. En definitiva el daño al medio



ambiente está ahí, bien sea por los grandes espacios que ocupa el RCD, o por la degradación del paisaje cuando se vierten de manera incontrolada.

En el capítulo I se habló de la relevancia que se le está proporcionando a nivel mundial a temas como el deterioro del medio ambiente y la preservación de la naturaleza; de igual forma, ya se trató el grado de responsabilidad que tiene la actividad de la construcción, y la manera de cómo se podría dar solución o por lo menos frenar la polución existente. Deteniéndonos en cómo solucionar este inconveniente, se ve que la gestión adecuada que está llevando a efecto la administración del Municipio de Loja a través del departamento de Higiene con el Programa Gerencia Integral de Desechos Sólidos domiciliarios, debería extenderse también a los residuos provenientes de la construcción.

Un adecuado plan de manejo de los RCD, basado en los procesos de reutilización y reciclaje, puede minimizar el volumen de escombros generados y por lo tanto contribuir con el desarrollo sostenible de nuestra ciudad. Acciones como la clasificación in situ del RCD según sus componentes, facilitaría el aprovechamiento de los residuos para incorporarlos a un nuevo ciclo de vida mediante los procesos antes mencionados. También se debería incluir en la Ley Orgánica Municipal en lo que corresponde al Saneamiento Ambiental, nuevas ordenanzas que determinen el manejo y destino final de escombros para el cantón Loja, ya que con esto se garantizaría la participación de los actores sociales en la gestión integral de los residuos provenientes del sector de la construcción.

Los responsables de las diferentes actividades industriales, específicamente los de la industria de la construcción y los de la fabricación de materiales utilizados en este proceso, son los llamados a enfrentar el problema medioambiental por medio de la implementación de sistemas constructivos sustentables, el uso de materiales obtenidos con bajos consumos de energía y mediante la utilización de materias primas alternativas en la producción de nuevos materiales.



La elaboración de un nuevo elemento de mampostería como es el objeto de esta investigación, se propone usar como materia prima los residuos de la construcción y ofrecer al constructor la opción de un mampuesto reciclado cuya fabricación disminuya el consumo de energía preservando en parte nuestros recursos no renovables.

## **2. BLOQUE PROPUESTO DE RCD PARA MAMPOSTERÍA**

Se propone un modelo de bloque reciclado que cumpla con las especificaciones técnicas que determinan las normas INEN para la fabricación de bloques huecos de hormigón; se realizará ensayos para la elaboración del nuevo elemento, con dosificaciones correspondientes a la elaboración artesanal y a las obtenidas con el método ACI (método de diseño para hormigones, comúnmente utilizado), sustituyendo en cualquiera de estos casos el árido natural por el árido proveniente de los RCD; posteriormente se efectuarán las respectivas pruebas de laboratorio para determinar cuál de los ensayos cumple con las exigencias establecidas por las normas.

En el caso de ser técnicamente posible su elaboración y uso, se demostrará su capacidad competitiva frente a los elementos existentes en el mercado local y la posibilidad de constituirse, en el ámbito de la construcción, un aporte a las acciones que se están tomando a nivel mundial para la conservación del planeta; convirtiendo el accionar de los profesionales de la construcción en una alternativa amigable con la naturaleza.

## **3. FACTIBILIDAD TÉCNICA**

### **3.1. Especificaciones técnicas para el bloque propuesto de RCD**

El bloque cumplirá con determinadas especificaciones exigidas en la norma INEN 638<sup>37</sup> y 643<sup>38</sup>, será un bloque tipo D, con dimensiones de 40, 20 y 10 cm de largo, ancho y alto respectivamente, pudiendo ser utilizado en tabiques divisorios para interiores, con o sin

---

<sup>37</sup> Para Bloques Huecos de Hormigón – Definiciones, Clasificación y Condiciones Generales

<sup>38</sup> Bloques huecos de hormigón – requisitos

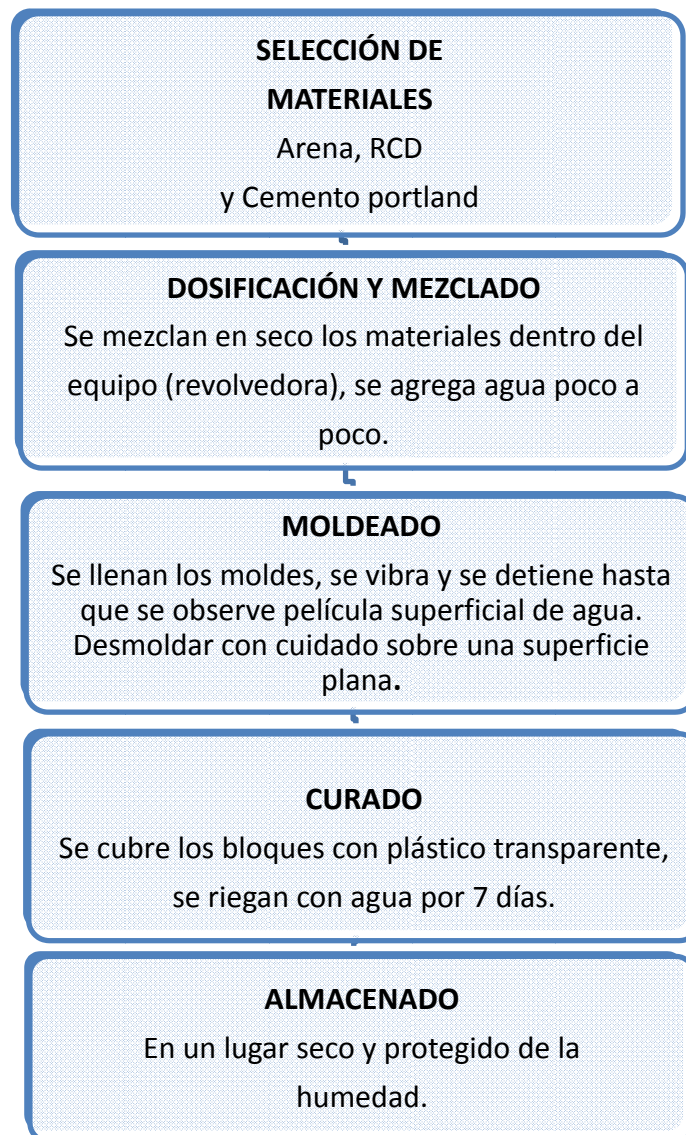


revestimiento. Otra característica de este bloque es la resistencia a la compresión, ésta será igual a 25.49 Kg/cm<sup>2</sup> según lo establece la norma y el porcentaje de absorción de agua no podrá ser mayor del 40 %.

Bajo estas especificaciones y estableciendo el flujo de producción del bloque propuesto, se procederá a los ensayos de elaboración del mismo realizando un análisis previo de los materiales que lo conforman.

### 3.2. Flujo de producción del bloque propuesto de RCD

#### DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCIÓN DEL BLOQUE PROPUESTO DE RCD







### **3.3. Requerimientos técnicos previos a la elaboración del Bloque de RCD**

#### **3.3.1. Materiales**

Los materiales que se emplearon en las diferentes fases son:

##### **3.3.1.1. Equipo de laboratorio**

Trituradora; balanza eléctrica marca UWE, con capacidad de 15Kg. y precisión 1 gr; prensa de hormigón modelo 002, serie 003, tipo 200Tn, rpm1.720; horno eléctrico marca MEMMERT; tamizadora eléctrica marca SOILTEST, modelo C1-308 con motor de ½ HP etc.

##### **3.3.1.2. Instrumental y material de laboratorio**

Cono con compactador, cuchara, tamices, combo, pala, recipientes metálicos, matraces y canastilla de metal.

#### **3.3.2. Fase de campo**

A la arena natural utilizada en este ensayo, no se le dio ningún tratamiento, se la usó tal como se la obtiene del los sitios donde se comercializa, lo que si se consideró, fue el grado de humedad, pues este material debe estar seco.

El RCD recogido de las escombreras estaba constituido por fragmentos cuyos tamaños no cabían por la entrada de la trituradora, por lo que fue necesario dividirlos en pedazos más pequeños (tamaños máximos de 15 cm), esta operación se la realizó manualmente con el uso de un combo (ver fotografías 26 y 27).Previa a la trituración del material (RCD), se regulo la trituradora hasta el punto de poder obtener fragmentos no más allá de 1.3 cm, esto en el caso de la trituradora del laboratorio de la UTPL.



Fotografía N° 26. Cascote de ladrillo del tamaño como se lo encuentra en las escombreras.



Fotografía N° 27. Cascote de ladrillo disgregado en pedazos más pequeños.



Fotografía N° 28. Trituradora para muestras del laboratorio de suelos de la UTPL.



Fotografía N° 29. Momentos en que se llevaba a cabo la trituración del casco de ladrillo.

Cuando se usó la trituradora de la fábrica de bloques, la regulación de ésta fue la misma utilizada para la trituración de la piedra pómez; hay que señalar que la regulación en las dos trituradoras es semejante, así como también su poca precisión, ya que estas máquinas no cuentan con una escala numérica que permita calibrar el tamaño de los



fragmentos a obtener; sino que, al momento de salir de la máquina se miden con una regla y de acuerdo a la necesidad, se aumenta o se disminuye la regulación.



Fotografía Nº 30 Trituradora de la fábrica de bloques usada para nuestro ensayo

### 3.3.3. Fase de Laboratorio

Los fragmentos obtenidos de la trituración se los clasificó en dos grupos: árido grueso, el material que se retiene en el tamiz Nº 4 y árido fino, el material que pasó por el mismo tamiz.

Esta sugerencia se obtuvo de un material didáctico para alumnos de la materia de Resistencia de Materiales I que contiene el método para dosificaciones ACI y dice “en el caso de mezclas de áridos finos y gruesos, el material debe separarse primeramente en 2 fracciones, utilizando el tamiz 4.75mm (Nº4); y la muestra de ensayo debe obtenerse por separado de cada una de las fracciones de árido fino y de árido grueso”, procediendo a obtener de estos materiales la información previa necesaria para el cálculo de la dosificación.



Fotografía N° 31 RCD fino y RCD grueso

#### 3.3.4. Determinación de las características físicas de los áridos de RCD

Previa a la realización del diseño de los bloques es necesario determinar las características físicas de los materiales que entran en su composición: cemento, arena y RCD.

En el caso del cemento la característica que necesitamos es su densidad real y que en los diferentes cementos portland que se comercializan en nuestro país es de 3,15 gr/cc. En cuanto a la arena se usaron datos que se han obtenido previamente en diferentes análisis hechos a este material. La arena utilizada en los ensayos es procedente de Malacatos que es una de las más comunes en nuestro medio sobre todo por la cercanía del lugar.

En lo que respecta a las características físicas del RCD, por ser un material sin precedentes, su estudio se realizó con el respaldo del laboratorio ESTSUELCON. CÍA. LTDA.; más adelante se detallan los procedimientos de los diferentes análisis realizados al *nuevo* material.



**Cuadro Nº 4.** Características físicas del árido natural usado en la investigación.

ARIDO FINO ARENA DE RIO MALACATOS.	
<b>MATERIAL:</b>	ARENA FINA
<b>PROCEDENCIA:</b>	DEPOSITO MATERIAL ING. FABIAN RODRIGUEZ.
<b>SITIO</b>	VIA MALACATOS
<b>CARACTERISTICAS FISICAS DEL MATERIAL</b>	
DENSIDAD DEAL DEL AGREGADO FINO EN ESTADO S.S.S. (g/cc):	2,641
DENSIDAD APARENTE DEL AGREGADO FINO EN ESTADO SUELTO (g/cc):	1,454
DENSIDAD APARENTE DEL ARIDO FINO EN ESTADO COMPACTADO (g/cc):	1,667
MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO (mm):	2,620
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (%):	1,380
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO (%):	0,940

**FUENTE:** Laboratorio Particular, Ing. María José Zúñiga.

**ELABORACIÓN:** Autora de la Tesis.

**a) Análisis granulométrico árido fino**

Para realizar este análisis se procedió primeramente a obtener la muestra del material mediante la técnica del cuarteo, esto con la finalidad de obtener resultados representativos del total del material.

Posterior a esto la muestra en cuestión es pasada a través de 6 tamices que se disponen uno sobre otro, en la parte superior se colocó el tamiz Nº 8, después el tamiz Nº 16, siguiendo el Nº 30 y sucesivamente el 50, 100 y terminando en el Nº 200, por último se colocó un fondo, luego se tapó y todo este conjunto de tamices fueron llevados a la máquina tamizadora eléctrica por un tiempo aproximado de 5 minutos, obteniéndose los siguientes resultados:

Por el tamiz Nº 4 pasó 791,49 gr.



Fotografía N° 32. Cuarteo para la obtención de la muestra.



Fotografía N° 33. Tamices usados en la obtención de la granulometría del Rcd fino.



Fotografía N° 34. Tamizadora eléctrica marca SOILTEST



**Cuadro Nº 5.** Resultados que se obtienen del paso por los tamices del RCD fino.

<b>Malla Nº</b>	<b>Masa retenida parcial (gr)</b>	<b>Masa retenida acumulada (gr)</b>	<b>% retenido acumulado</b>
# 8	135,50	135,50	17,12
# 16	130,90	266,40	33,66
# 30	113,23	379,63	47,96
# 50	111,00	490,63	61,99
# 100	115,39	606,02	76,57
# 200	81,39	687,41	86,85
Pasa # 200	104,08	104,08	
Suman	791,49	791,49	

**FUENTE:** Datos de la investigación.

**ELABORACIÓN:** Autora de la Tesis.

El porcentaje retenido acumulado se calcula mediante la siguiente fórmula:

—

**Donde:**

**%P:** es el porcentaje de árido retenido en un determinado tamiz o recogido en el fondo.

**A:** masa de la muestra retenida en un determinado tamiz o recogido en el fondo en gramos.

**B:** masa de la muestra de ensayo en gramos.

Con los resultados de este análisis granulométrico también podemos obtener el Módulo de Finura (M.F), que es igual a la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados hasta el tamiz Nº 100 y dividido para 100; en nuestro caso sería:

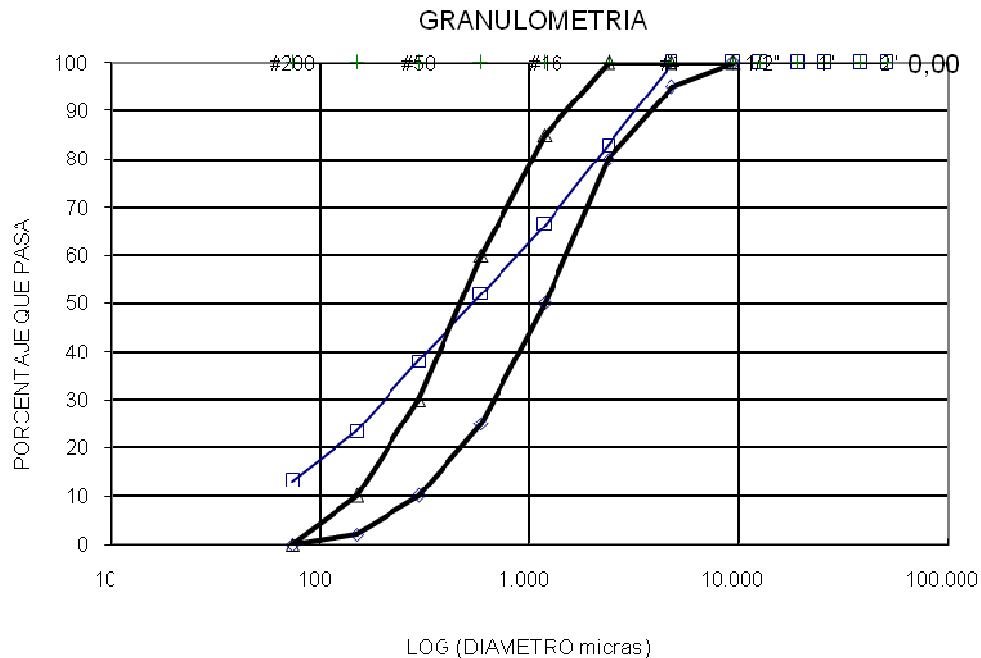
—



Entonces, el módulo de finura de este árido fino RCD es, **M.F.** = 2,37

Gráficamente existen dos curvas, la mínima y la máxima de los áridos, dentro de las cuales se deben colocar un tipo de material que cumpla con los requisitos para ser un árido normal, del análisis de esta gráfica, se puede determinar que el árido RCD tiene muchos finos, pues la línea sale de su límite superior.

El porcentaje de áridos que pasan por cada tamiz nos grafica la siguiente curva:



**Fig. N°9. Curva de la granulometría del árido fino de RCD.**

**FUENTE:** Datos de la Investigación.

**ELABORACIÓN:** Autora de la Tesis.

### **b) Análisis granulométrico árido grueso**

Es el mismo proceso que se utilizó para el árido fino; es decir, la técnica del cuarteo y en este caso el tamaño de la muestra que se obtuvo son de 4980 gr., los resultados se indican en el siguiente cuadro:





**Cuadro N°6.** Resultados que se obtienen del paso por los tamices del RCD grueso y algunos finos encontrados en la muestra.

Malla N°	Masa retenida parcial (gr)	Masa retenida acumulada (gr)	% retenido acumulado
1	0,00	0,00	0,00
3/4	0,00	0,00	0,00
1/2	119,05	119,05	2,39
3/8	542,41	661,46	13,28
# 4	3444,67	4106,13	82,45
Pasa # 4	873,87	873,87	17,55
# 8	117,12	117,12	15,20
# 16	113,15	230,27	12,92
# 30	97,88	328,15	10,96
# 50	95,94	424,09	9,03
# 100	99,73	523,82	7,03
# 200	70,37	594,19	5,62
Pasa # 200	279,68	279,68	
Suman	873,87	873,87	

FUENTE: Datos de la Investigación.

ELABORACIÓN: Autora de la Tesis

El porcentaje retenido acumulado se obtiene con la misma fórmula aplicada en el árido fino, así también para obtener el módulo de finura se suman los porcentajes retenidos acumulados hasta el tamiz N° 100 y se dividen para 100. Entonces:

---

Módulo de finura del árido grueso RCD es, **M.F.** = 5,43.



Fotografía Nº 35. Tamices usados en la obtención de la granulometría del árido grueso

Esta granulometría también se la grafica comparándola con los límites superiores e inferiores de un árido grueso apropiado, determinándose que la muestra no se enmarca dentro de la granulometría establecida y que consta de granos más pequeños a partir de la malla 1/2".

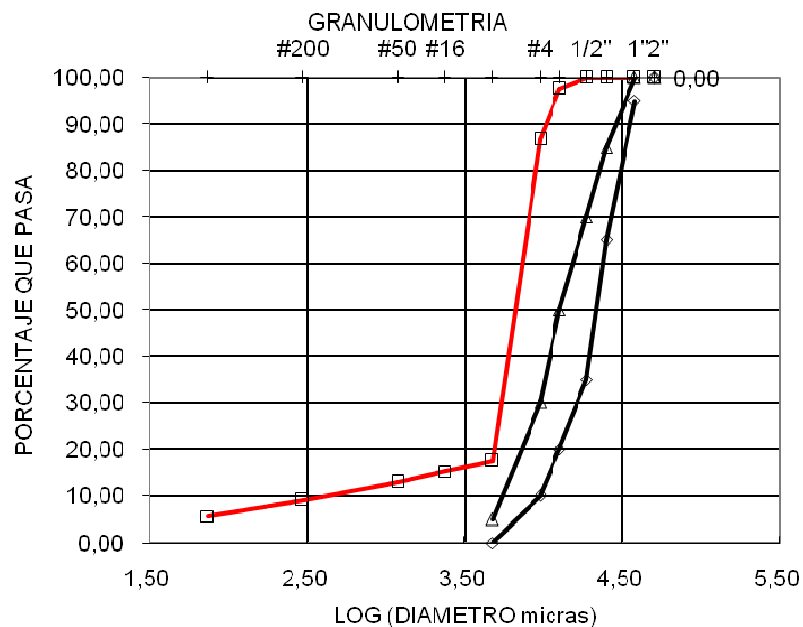


Fig. Nº 10. Curva de la granulometría del árido grueso RCD.

FUENTE: Datos de la Investigación.

ELABORACIÓN: Autora de la Tesis.



**c) Determinación de la densidad real en estado saturado superficialmente seco del árido fino**

Se seleccionó una muestra de aproximadamente 1000 gr. de árido fino mediante el método del cuarteo, para dejarlo sumergido en agua durante un período de 24 horas, al final de éstas el material se encontraba totalmente saturado en agua y se procedió a extenderlo sobre un recipiente plano de lata que se colocó cerca del horno, las partículas se revolvieron para que con ayuda del aire caliente emanado, la muestra seque en su superficie de manera uniforme.

Se comprobó que el material estaba listo, colocándolo en el interior de un cono que se asienta con la abertura de mayor diámetro sobre una superficie lisa, limpia y no absorbente, como se explica en la fotografía 37 y 38; se dejó caer 25 veces la varilla de compactación sobre el material y éste cayó después de retirar el cono, así quedó demostrado que el material está seco en su superficie, y se obtuvo la muestra en estado *saturado superficialmente seco (sss)*.



Fotografía N° 36. Árido fino sumergido en agua.



Fotografía N°37. Cono donde se introduce el RCD en estado saturado superficialmente seco



Fotografía N° 38. RCD en estado saturado superficialmente seco

Posteriormente, un matraz de vidrio cuya masa es de 447.97gr se llenó hasta el ras de agua obteniéndose una masa total de **1250.66 gr**; luego se procedió a dejar sólo 100 cc de agua en el recipiente con la finalidad de agregarle 500gr de la muestra del árido sss, se adicionó agua hasta llenar nuevamente el matraz, se eliminaron las burbujas de aire y se registró el peso total que contiene la muestra del árido más agua, es decir, **1437.06 gr**.



Fotografía N° 39. Registro del peso del Rcd en estado saturado superficialmente seco



Fotografía N° 40. Colocación de los 500 gr de Rcd en estado saturado superficialmente seco en un frasco con agua.



Fotografía N° 41. Proceso listo para la obtención de la densidad real Rcd fino en estado saturado superficialmente seco

En otro recipiente se colocó la misma cantidad de muestra sss; es decir 500gr, para llevarlo al horno a una temperatura de 105°C por un tiempo de 24 horas, se registró la masa de la muestra seca, que en este caso fue **440 gr**.

Teniendo completa esta información se procedió a obtener las características físicas del material, mediante la aplicación de fórmulas.

**d) Densidad del árido fino en estado saturado superficialmente seco:**

\_\_\_\_\_

**Donde:**

**Dsss:** Densidad del árido fino en estado saturado superficialmente seco en gr/cc.

**B:** Masa del matraz más agua hasta la marca de aforo en gramos.

**C:** Masa del matraz más agua más muestra en gramos.



---

**e) Porcentaje de absorción de agua del árido fino**

**Donde:**

**Pa:** Porcentaje de absorción %.

**A:** Masa de la muestra seca al horno en gramos.

---

**f) Determinación de la densidad real en estado saturado superficialmente seco del árido grueso**

Se tomó la muestra de forma similar que en el árido fino, se eliminó todo el material que pasa por el tamiz Nº 4 y se dejó el material sumergido en agua por 24 horas. Al término de las 24 horas, se escurrió el agua del material y se secó los granos con ayuda de una franela, hasta que la capa superficial de agua haya sido eliminada, de este modo se obtuvo la muestra del árido grueso en estado de saturación superficialmente seco (sss).



Fotografía N° 42. Árido grueso sumergido en agua.



Fotografía N° 43. Árido grueso secado con una franela



Fotografía N° 44. Registro del peso RCD grueso en estado saturado superficialmente seco

Esta muestra del árido sss se la pesó, como indica la fotografía 44, dando un resultado de **3275 gr.** Luego se colocó el material en una canastilla de alambre apropiada para sumergirlo en el agua y se registró una masa de **1615 gr.**



Fotografía N° 45. Canastilla metálica para medir el peso de materiales bajo el agua



Fotografía N° 46. Registro del peso RCD grueso bajo el agua



Fotografía Nº 47. Secado de la muestra del RCD en el horno

Finalmente, la muestra se sacó del agua y después de escurrir todo el líquido, se colocó en el horno a temperatura de 105°C por el tiempo de 24 horas, el resultado de este proceso fue una masa de **2825 gr**.

**g) Densidad del árido grueso en estado saturado superficialmente seco:**

\_\_\_\_\_

**Donde:**

**D<sub>ss</sub>**: Densidad del árido grueso en estado saturado superficialmente seco en gr/cc.

**B**: Masa de la muestra en estado saturado superficialmente seco en gramos.

**C**: Masa de la muestra sumergida en el agua en gramos.

\_\_\_\_\_





**h) Porcentaje de absorción de agua del árido grueso**

---

**Donde:**

**Pa:** Porcentaje de absorción %.

**A:** Masa de la muestra seca al horno en gramos.

**B:** Masa de la muestra en estado saturado superficialmente seco en gramos.

---

**i) Densidad aparente en estado suelto**

Tanto para el árido fino RCD como para el árido grueso RCD, el procedimiento para obtener la densidad aparente en estado suelto es el mismo. Se llenó un recipiente de masa y volumen conocido con el respectivo árido, en primer lugar el fino y luego el grueso, y se obtuvo el peso correspondiente; este proceso fue realizado por 4 ocasiones tomando diferente material. Las diferentes densidades obtenidas determinaron el promedio que se indica en los cuadros siguientes:



**Cuadro Nº 7.** Datos de la densidad aparente en estado suelto del árido fino RCD.

<b>Nº repeticiones</b>	<b>Peso Neto (gr)</b>	<b>Volumen recipiente (cc)</b>	<b>Densidad unitaria (gr/cc)</b>
1	3.205	4.001	0,801
2	3.195	4.001	0,799
3	3.250	4.001	0,812
4	3.185	4.001	0,796
<b>Valor Promedio</b>			0,802

FUENTE: Datos de la Investigación.

ELABORACIÓN: Autora de la Tesis.

**Cuadro Nº 8.** Datos de la densidad aparente en estado suelto del árido grueso RCD.

<b>Nº repeticiones</b>	<b>Peso Neto (gr)</b>	<b>Volumen recipiente (cc)</b>	<b>Densidad unitaria (gr/cc)</b>
1	2.165	4.001	0,541
2	2.180	4.001	0,545
3	2.180	4.001	0,545
4	2.200	4.001	0,550
<b>Valor Promedio</b>			0,545

FUENTE: Datos de la Investigación.

ELABORACIÓN: Autora de la Tesis.

#### **j) Densidad aparente en estado compactado**

Para la densidad en estado compactado del árido fino y grueso RCD, se realizó el siguiente procedimiento, un recipiente fue llenado poco a poco y por cada cantidad que se agregó se procedió a compactar con una varilla; el número de golpes fueron los necesarios para acomodar el material en el recipiente, luego se midió el peso. Este proceso se realizó por



4 ocasiones, con diferentes muestras. El recipiente debe tener masa y volumen conocidos.

**Cuadro Nº 9.** Datos de la densidad aparente en estado compactado del árido fino RCD.

<b>Nº repeticiones</b>	<b>Peso Neto (gr)</b>	<b>Volumen recipiente (cc)</b>	<b>Densidad unitaria (gr/cc)</b>
1	3.530	4.001	0,882
2	3.570	4.001	0,892
3	3.575	4.001	0,894
4	3.590	4.001	0,897
Valor Promedio			0,891

FUENTE: Datos de la Investigación.

ELABORACIÓN: Autora de la Tesis.

**Cuadro Nº 10.** Datos de la densidad aparente en estado compactado del árido grueso RCD.

<b>Nº repeticiones</b>	<b>Peso Neto (gr)</b>	<b>Volumen recipiente (cc)</b>	<b>Densidad unitaria (gr/cc)</b>
1	2.585	4.001	0,646
2	2.600	4.001	0,650
3	2.620	4.001	0,655
4	2.615	4.001	0,654
Valor Promedio			0,651

FUENTE: Datos de la Investigación.

ELABORACIÓN: Autora de la Tesis.



**Fotografía N° 48. Compactación del Rcd fino durante el procedimiento para obtener la densidad aparente en estado compactado**



**Fotografía N° 49. Registro del peso del árido fino compactado**



**Fotografía N° 50. Compactación del Rcd grueso durante el procedimiento para obtener la densidad aparente en estado compactado**



**Fotografía N° 51. Registro del peso del árido fino compactado**

El peso neto de los cuadros 7, 8, 9 y 10 nos indica el valor del material sin el peso del recipiente que los contenía y las densidades parciales obtenidas son el resultado de la división de estos pesos netos para el volumen del recipiente.



A continuación se detalla el resumen de las características hasta aquí obtenidas de los áridos finos y gruesos de RCD.

**Cuadro Nº 11.** Características físicas de los áridos RCD obtenidas en laboratorio.

Densidad real de la arena estado sss	1,590 gr/cc
Densidad real de la grava estado sss	1,970 gr/cc
Densidad aparente arena estado suelto	0,802 gr/cc
Densidad aparente grava estado suelto	0,545 gr/cc
Densidad aparente arena estado compactado	0,891 gr/cc
Densidad aparente grava estado compactado	0,651 gr/cc
Módulo de finura de la arena	2,37
Módulo de finura de la grava	5,43
Tamaño máximo del árido grueso	12,7 mm
Capacidad de absorción de la arena	12,47 %
Capacidad de absorción de la grava	15,93 %

**FUENTE:** Datos de la investigación.

**ELABORACIÓN:** Autora de la tesis.

### **3.3.5. Especificaciones de diseño para la dosificación del bloque propuesto con el método ACI**

Este diseño de dosificación a seguir, como se mencionó anteriormente, es el del método ACI, el mismo que en nuestro medio solo se ha aplicado para el diseño de hormigones con árido natural, por lo que puede presentar ciertas imprecisiones al momento de su aplicación.



### **a) Resistencia**

Las características del nuevo elemento requieren lo que establece la norma INEN 643 para el bloque divisorio de interiores, y es una resistencia a la compresión de 25.49 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

### **b) Relación agua/cemento para la condición de resistencia a la compresión (a/c).**

La relación agua/cemento está dada por la condición de resistencia a la compresión, y ésta debe corresponder al requerimiento del bloque propuesto (25.49 kg/cm<sup>2</sup>).

La tabla I del método ACI, solamente establece relaciones de a/c para elementos con características especiales y de alta resistencia, por lo que se analizó la información del hormigón sin aire incorporado de la tabla II del mismo método, en la que notablemente se identifica que a menor resistencia requerida, mayor será la relación agua/cemento. Los análisis realizados a los áridos de RCD, detallaron que éstos poseen un alto porcentaje de absorción, por lo tanto se necesitará mayor cantidad de agua en la mezcla.

Estas dos consideraciones sumadas a ensayos previos de dosificación tipo artesanal donde se pudo observar la cantidad referencial de agua utilizada, nos llevaron a establecer una relación a/c igual a 2.5; esto quiere decir, que por una cantidad de cemento tendremos 2.5 veces más de agua (2.5:1).



Tabla II del método ACI.

Relación agua/cemento, en peso	Resistencia probable a compresión a 28 días, en kg/cm <sup>2</sup>
	Hormigón sin aire incorporado
0,35	420
0,44	350
0,53	280
0,62	225
0,71	175
0,80	140

En la tabla observamos que a menor resistencia requerida, mayor la relación agua/cemento.

### c) Tamaño máximo del árido grueso

En este caso se tomó como referencia el tamaño máximo del árido grueso de los bloques de piedra pómez que se fabrican en la localidad, como se señala anteriormente la trituración se la realizó con ayuda de una máquina trituradora cuya ventaja es la de obtener una buena distribución de los tamaños de los granos, lo que evitara la cantidad de vacíos entre los mismos y mejorará la calidad de la mezcla.

El tamaño máximo obtenido de los resultados del análisis granulométrico es de 12,7 mm.

La inclusión de los áridos gruesos en nuestro diseño nos permitirá una menor participación del cemento en la mezcla, punto positivo para disminuir costos.



**d) Cantidad de agua.**

La tabla V del método ACI, determina la cantidad de agua a usar en el diseño, debido a que en ésta no se establece la cantidad para un asentamiento igual a 0, tomaremos la cifra correspondiente a nuestro tamaño máximo de árido grueso (12,7mm) y el menor asentamiento en la tabla; es decir la cantidad de agua a tomar es de 198 dm<sup>3</sup>.

Tabla V del método ACI

Asiento en el cono de Abrams	Agua, en dm <sup>3</sup> para los tamaños máximos, en mm							
	9,5	<u>12,7</u>	19	25	38	50	76	152
<b>Hormigón sin aire incorporado</b>								
2,5 a 5	208	<u>198</u>	183	178	163	153	143	124
7,5 a 10	228	218	203	193	178	168	158	139
15 a 17,5	242	228	213	203	188	178	168	148
Aire ocluido en huecos en la masa, en %	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2

**e) Cantidad de cemento**

La cantidad de cemento **C** en este caso es para desarrollar el proceso de dosificación y no se debe confundir con la cantidad a utilizarse en este ensayo, su fórmula para obtenerse es:

$$C = \text{cantidad de agua} / \text{relación a/c}$$





$$C = 198 / 2,5$$

$$C = 79,20 \text{ Kg/m}^3$$

**f) Cantidad de árido grueso**

Esta cantidad la interpolamos de la tabla VI que nos establece el método ACI, entonces: el volumen de árido grueso lo definiremos para el módulo de finura de nuestro árido fino RCD que es igual a 2,37. Así:

Tabla VI del método ACI

Tamaño máximo del árido (mm)	Volumen de árido grueso, compactado en seco, por unidad de volumen de hormigón, para diversos módulos de finura en la arena			
	<u>2,40</u>	2,60	2,80	3,00
9,5	0,46	0,44	0,42	0,40
<u>12,5</u>	<u>0,55</u>	0,53	0,51	0,49
19	0,65	0,63	0,61	0,59
25	0,70	0,68	0,66	0,64
38	0,76	0,74	0,72	0,70
50	0,79	0,77	0,75	0,73
75	0,84	0,82	0,80	0,78
150	0,90	0,88	0,86	0,84

$$\begin{array}{r} 2,20 \\ - 2,40 \\ \hline - 0,20 \\ 0,17 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 0,57 \\ - 0,55 \\ \hline 0,02 \\ X \end{array} \qquad X = - 0,017$$



$$\text{Vol. aparente árido grueso} = 0,57 + (- 0,017) = 0,553 \text{ m}^3$$

Puesto que el método ACI establece su dosificación en unidades de  $\text{m}^3$ , convertiremos los resultados a  $\text{dm}^3$ .

$$\text{Vol. aparente árido grueso} = 0,553 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ dm}^3/\text{m}^3$$

$$\text{Vol. aparente árido grueso (Vap)} = 553 \text{ dm}^3$$

Además del volumen aparente del árido grueso es necesario obtener más información para llegar a determinar la cantidad del árido fino, así tenemos las siguientes fórmulas.

$$\text{Vol. real del árido grueso} = \text{Vap} \times \text{Dap compact. grava} / \text{Dsss grava}$$

$$\text{Vol. real del árido grueso} = 553 \text{ dm}^3 \times 0,651\text{gr}/\text{cm}^3 / 1,97\text{gr}/\text{cm}^3$$

$$\text{Vol. real del árido grueso (Vg)} = 182,74 \text{ dm}^3$$

$$\text{Vol. de cemento} = \text{cantidad de cemento} / \text{densidad real del cemento}$$

$$\text{Vol. de cemento} = 79,20 / 3,15$$

$$\text{Vol. de cemento} = 79,20 / 3,15$$

$$\text{Vol. de cemento (Vc)} = 25,14 \text{ dm}^3$$

#### **g) Cantidad de árido fino**

“Se obtendrá por diferencia, restando de 1000 los volúmenes de árido grueso, cemento, agua y aire”<sup>39</sup>. El volumen de aire lo consideraremos 0 para nuestro diseño, pues establecimos que no tendrá aire incorporado:

$$\text{Volumen de arena} = 1000 - (\text{Vg} + \text{Vc} + \text{Va})$$

$$\text{Volumen de arena} = 1000 - (182,74 + 25,14 + 198) \text{ dm}^3$$

<sup>39</sup> Método ACI.



$$\text{Volumen de arena (Vn)} = 594,12 \text{ dm}^3$$

Además es necesario obtener el peso de la grava y la arena, entonces tendremos ya todos los datos para incluirlos en nuestra tabla de dosificación:

$$\text{Peso de grava} = Vg \times D_{ss}$$

$$\text{Peso de grava} = 182,74 \times 1,97$$

$$\text{Peso de grava} = 359,99 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de arena} = Vn \times D_{ss}$$

$$\text{Peso de arena} = 594,12 \times 1,59$$

$$\text{Peso de arena} = 944,65 \text{ kg}$$

#### h) Dosificación calculada en peso

**Cuadro N° 11.** Resumen de la dosificación calculada con el método ACI.

<b>Materiales</b>	<b>Dosificación en peso Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Dosificación unitaria</b>
Cemento	79,20	1,00
Agua	198	2,5
Arena RCD	944,65	11,93
Grava RCD	359,99	4,55
Total	1581,84	

FUENTE: Datos de la Investigación.

ELABORACIÓN: Autora de la Tesis.

La dosificación unitaria resulta de dividir cada uno de los pesos de los componentes para el peso del cemento.



Una vez obtenida esta información se procedió a la elaboración de los bloques.

### 3.4. Elaboración de los bloques y pruebas de laboratorio.

Se elaboraron bloques correspondientes a dosificaciones artesanales y del método ACI, en ambos casos el procedimiento de elaboración fue el mismo.

Inicialmente se procedió a obtener la cantidad necesaria para cinco bloques, que es el número de elementos que requiere el molde de la máquina ocupada en los ensayos.

Se midió el peso necesario de cada uno de los componentes con una balanza de precisión, se limpió determinada área del piso para realizar la mezcla de los áridos con el cemento; esta operación se llevo a cabo con el uso de una pala, volteando una y otra vez los elementos hasta conseguir una mezcla homogénea seca; posteriormente se añadió poco a poco el agua, mezclando siempre con la pala.



Fotografía N° 51. Medición del peso de los materiales componentes de los bloques



Fotografía N° 52. Homogenización de todos los materiales componentes de los bloques



Fotografía N° 53. Momento en que se agrega el agua a la mezcla de materiales.



Fotografía N° 54. Batido del hormigón

Se conoce que la mezcla ha recibido suficiente cantidad de agua cuando es tomada y presionada con la mano y, guarda la forma que se le ha dado sin que haya escurrimiento de agua; se estima entonces que está lista para ir a la máquina que le dará la forma de un bloque.



Fotografías N° 55 y 56. Colocación del hormigón en la máquina donde se moldearan los bloques



Fotografía N° 57 y 58. Momento en que los bloques salen de la máquina fija de moldeo de bloque



Fotografía Nº 59. Bloques de RCD fuera de la máquina fija de moldeado de bloque

Hay que anotar un aspecto importante, la cantidad de agua sugerida en las dosificaciones, no fue suficiente, siempre fue necesaria una mayor cantidad para obtener la mezcla apropiada, esto se observó en todos los ensayos.

### 3.5. Curado de los bloques

Un día después de su confección, los bloques deben ser sometidos al proceso de curado; se sumergen en agua hasta un día antes de las pruebas a compresión. Este proceso no dio resultado en los ensayos preliminares por tratarse de material cuyo porcentaje de absorción hace que se expanda con el agua.

Los ensayos posteriores recibieron otro tipo de curado, éste consistió en hidratar diariamente los bloques y luego cubrirlos con un plástico; estado en el que se mantuvieron hasta un día antes de medir su compresión, dando resultados alentadores.



### 3.6. Medición de la resistencia a la compresión



Fotografía N° 60 y 61. Medición de la resistencia de los bloques del ensayo No. 5

La medición de la resistencia se efectuó a los 14 días y 28 días, para este fin se requirió una prensa de hormigón modelo 002, serie 003, tipo 200 Tn. La medición estuvo a cargo del laboratorio de suelos de la UTPL y del laboratorio ESTSUELCON CIA. LTDA.

### 3.7. Medición del porcentaje de absorción

A los bloques que alcanzaron la resistencia deseada se les realizó el ensayo de absorción a los 28 días en un lapso de 48 horas. Estando a cargo el laboratorio ESTSUELCON CIA. LTDA.

### 3.8. Resultados

Antes de exponer los resultados de los ensayos realizados, creo necesario mencionar que se llevaron a cabo ensayos preliminares donde la dosificación utilizó gran cantidad de cemento; comparar este procedimiento con la elaboración artesanal de los bloques de



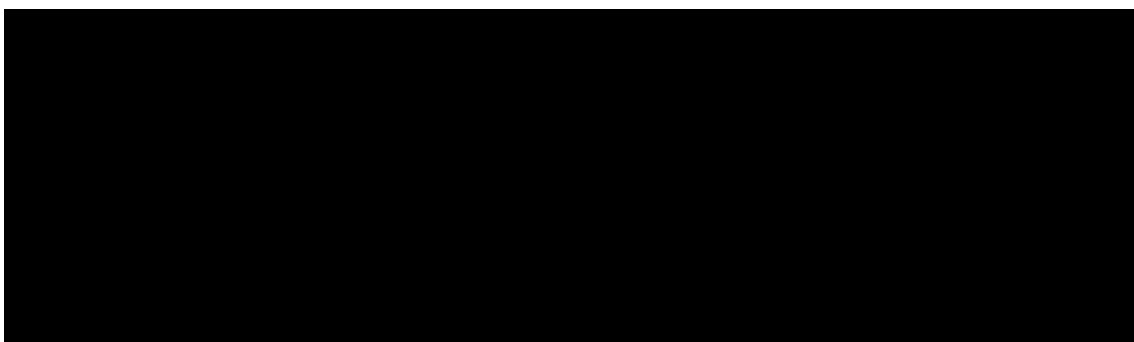
concreto en la ciudad de Loja, nos permitió disminuir esta cantidad en los ensayos posteriores.

La dosificación de los bloques artesanales requiere la cantidad de un saco de cemento (50 kg) para obtener de 100 a 90 unidades de bloques como máximo y mínimo, respectivamente; por tal razón establecimos la cantidad mínima de 500 gr. de cemento por unidad de bloque y una máxima de 550 gr.

**Primer ensayo.** Para este ensayo se usó el criterio artesanal en lo que respecta a la proporción de los materiales constitutivos de los bloques alivianados, reemplazando la piedra pómez por un material proveniente de RCD no tamizado, es decir, tal como sale de la trituradora. Se tomó como referente los bloques que contienen piedra pómez por la similitud de la granulometría obtenida.

El porcentaje de sustitución del primer ensayo es de 96.80 %, se refiere al porcentaje de RCD que reemplaza al árido natural. La resistencia de 7,24 kg/cm<sup>2</sup> a los 10 días y 17.27 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, nos indica que la dosificación del ensayo no es la adecuada para obtener bloques que pudieran usarse en la construcción.

**Cuadro N° 12.** Primer ensayo.



**FUENTE:** Datos de la investigación.

**ELABORACIÓN:** Autora de la tesis.





**Segundo ensayo.** El segundo ensayo realizado corresponde a la dosificación que se calculó por medio del método ACI, para una cantidad de 500 gr. de cemento por cada unidad de bloque.

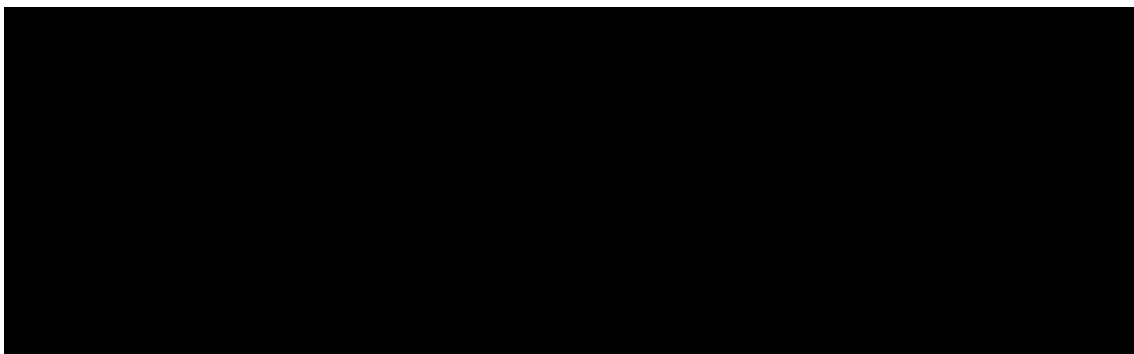
**Cuadro Nº 13.** Resumen de la dosificación calculada con el método ACI.

<b>Material</b>	<b>Dosificación Unitaria</b>	<b>Peso (gr)</b>
Cemento	1	2500
Agua	2,5	6250
ArenaRCD	11,93	29825
Grava RCD	4,55	11375

**FUENTE:** Datos de la investigación.  
**ELABORACIÓN:** Autora de la tesis.

Una particularidad que se debe destacar en este ensayo, es la que se presentó con la cantidad de agua establecida, pues debió añadirse 1275 gr, además, la cantidad de cemento tuvo que ser aumentada en 50 gr por cada bloque.

**Cuadro Nº 14.** Segundo ensayo.



**FUENTE:** Datos de la investigación.  
**ELABORACIÓN:** Autora de la tesis.



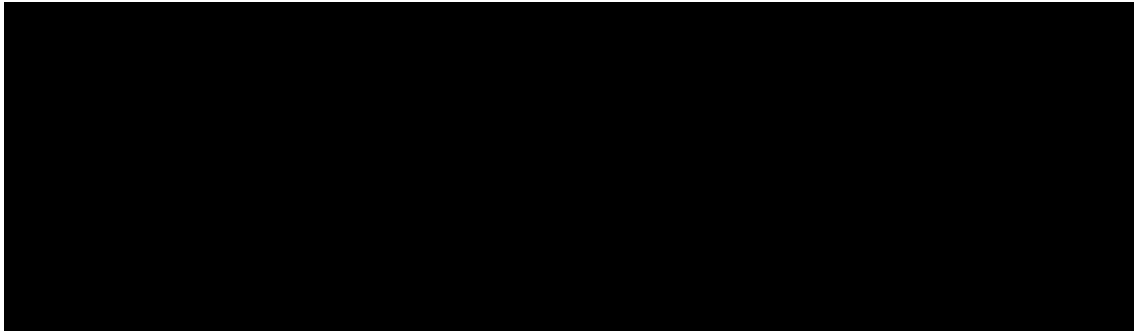
Después de aplicar la dosificación diseñada con el método ACI podemos afirmar lo siguiente:

- Mientras se preparaba el material, la utilización de los áridos reciclados, requirió aumentar la cantidad de agua y cemento con el fin de obtener la mezcla apropiada para la confección de los bloques.
- Una vez colocada la mezcla en la máquina de vibrado, se constató un excedente de la misma, esto puede atribuirse a la baja densidad de los RCD en comparación con los áridos naturales, lo que aumentó el volumen del material preparado.
- La resistencia obtenida a los 28 días se encuentra a casi seis unidades por debajo de la exigida por la norma de calidad en nuestro país.
- El modelo de dosificación diseñado con el método ACI, no funciona para los áridos reciclados.
- Es necesario reemplazar un porcentaje de arena RCD por arena natural, pues la densidad (mayor) del árido natural permitirá disminuir el volumen de mezcla, aprovechando de mejor manera la cantidad de cemento de la dosificación, así como utilizar menos agua en su preparación por su bajo porcentaje de absorción, mejorando sus características de resistencia.
- Los siguientes ensayos se realizarán reemplazando un porcentaje de arena RCD por arena natural, se iniciará reemplazando en un 5, 10 y 15% para comprobar su resistencia.



### Tercer ensayo.

**Cuadro Nº 15.** Se incluye un 5% de árido natural.



FUENTE: Datos de la investigación.

ELABORACIÓN: Autora de la tesis.

### Cuarto ensayo.

**Cuadro Nº 16.** Se incluye un 10% de árido natural.

Dosificación en peso (gr) RCD (5bl)						
Materiales	Peso (gr)	Relación a/c	Porc. Tot. (%)	Porc. sustituido (%)	R. Pr. 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )	R. Pr. 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )
Cemento	2750,00		5,36			
Arena	2982,50		5,81			
Arena RCD	26842,50	2,68	52,31	92,76	16,19	21,43
Grava RCD	11375,00		22,17			
Agua	7367,00		14,36			
<b>total</b>	<b>51317,00</b>		<b>100,00</b>			

FUENTE: Datos de la investigación.

ELABORACIÓN: Autora de la tesis.

### Quinto ensayo.

**Cuadro Nº 17.** Se incluye un 15% de árido natural.

Dosificación en peso (gr) RCD (5bl)						
Materiales	Peso (gr)	Relación a/c	Porc. Tot. (%)	Porc. sustituido (%)	R. Pr. 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )	R. Pr. 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )
Cemento	2750,00		5,38			
Arena	4473,75		8,75			
Arena RCD	25351,25	2,62	49,56	89,14	17,75	21,82
Grava RCD	11375,00		22,24			
Agua	7203,00		14,08			
<b>total</b>	<b>51153,00</b>		<b>100,00</b>			

FUENTE: Datos de la investigación.

ELABORACIÓN: Autora de la tesis.



El tercero, cuarto y quinto ensayo se realizaron el mismo día, reemplazándose la arena RCD en un 5, 10 y 15% por arena natural respectivamente, pretendiéndose con esto, elevar la resistencia de 19.62 % obtenida en el segundo ensayo, a 25 kg/cm<sup>2</sup> como dice la norma INEN, lográndose llegar solo hasta 21.82 kg/cm<sup>2</sup> (cuadro 17) cuando se agregó el árido natural en un 15 %.

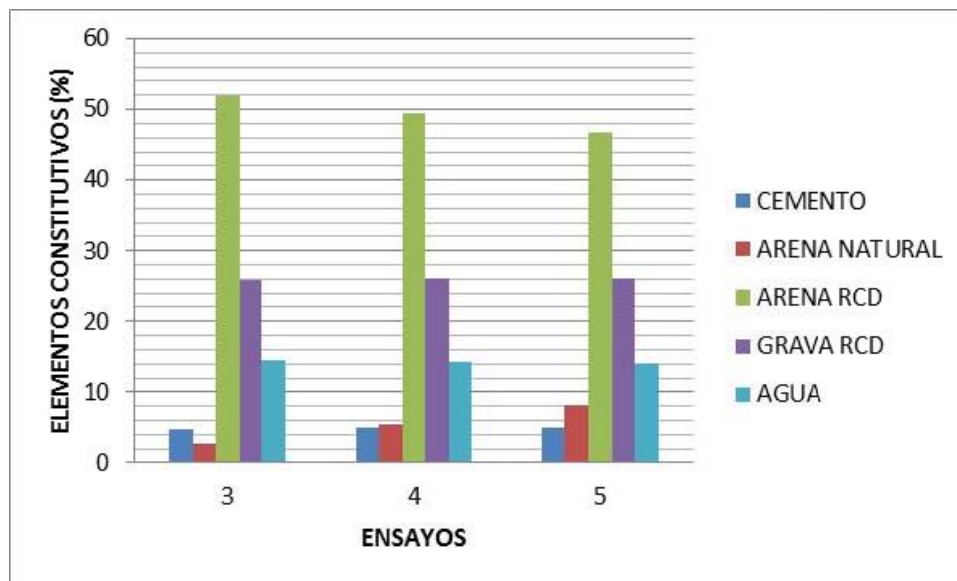


Fig. N° 11. Se observa el incremento de la cantidad de arena y la disminución de arena RCD conjuntamente con la cantidad del agua.

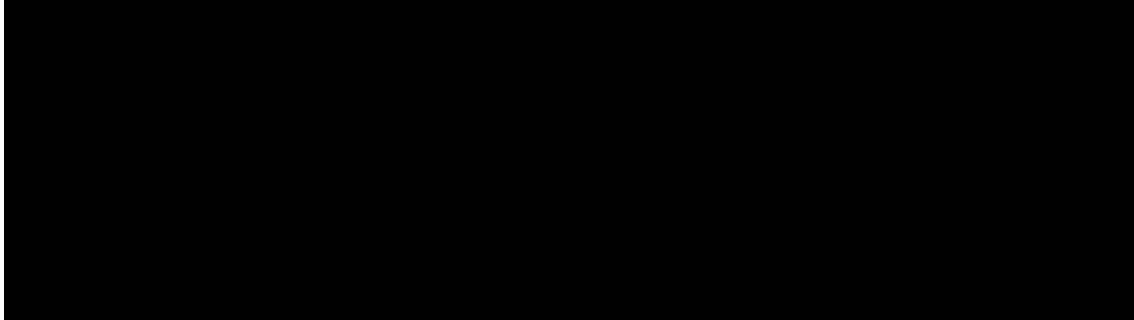
FUENTE: Datos de la investigación.  
ELABORACIÓN: Autora de la tesis.

Se considera necesario realizar otros ensayos, pues es claro el aumento de la resistencia de los bloques a medida que se incrementa el porcentaje de árido natural. Además, el volumen de la mezcla ha disminuido pero sigue existiendo un excedente después de elaborar los 5 bloques requeridos. Si aumentamos el porcentaje de la arena natural en 20, 25 y 30% es posible mejorar los resultados hasta aquí obtenidos. Los siguientes ensayos contienen estas alternativas, esperando obtener el bloque propuesto en esta investigación.



**Sexto ensayo.**

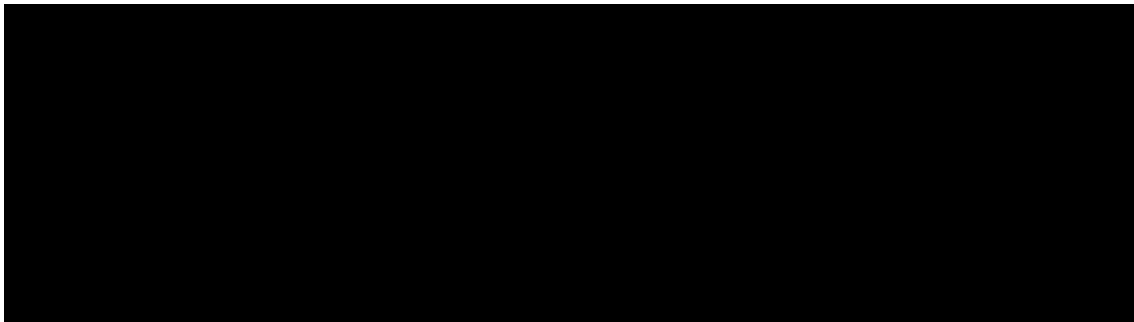
**Cuadro Nº 18.** Se incluye un 20% de árido natural.



FUENTE: Datos de la investigación.  
ELABORACIÓN: Autora de la tesis.

**Séptimo ensayo.**

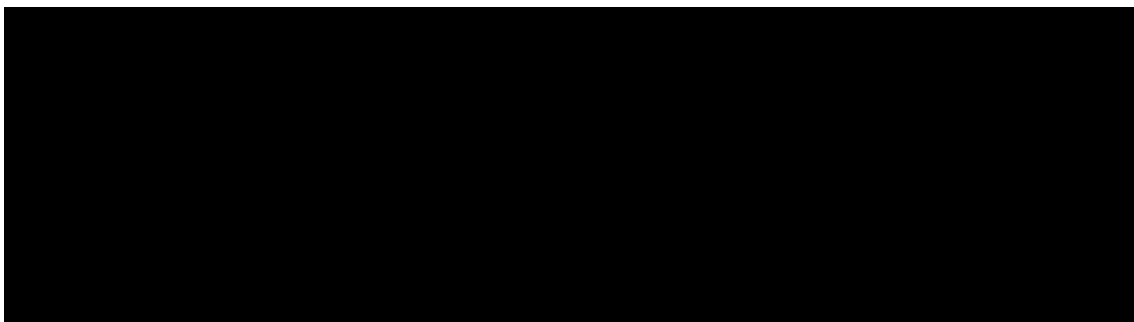
**Cuadro Nº 19.** Se incluye un 25% de árido natural.



FUENTE: Datos de la investigación.  
ELABORACIÓN: Autora de la tesis.

**Octavo ensayo.**

**Cuadro Nº 20.** Se incluye un 30% de árido natural.



FUENTE: Datos de la investigación.  
ELABORACIÓN: Autora de la tesis.



La resistencia obtenida en el octavo ensayo a los 28 días fue 26.07 kg/cm<sup>2</sup> sobrepasando al requerido por la norma, con una relación de a/c de 2.54, integrando una cantidad de RCD igual al 78.28% del total de la mezcla dosificada; dato que considero alentador en términos ambientales, porque si se llevara a la práctica la construcción de los bloques utilizando RCD cada fábrica estaría disminuyendo en un 78.28% el consumo de arena natural, arena que es producto de la degradación de nuestros ríos, y los RCD de la ciudad de Loja tendrían un uso diferente al que hoy tienen.

Este último ensayo corresponde a una dosificación cuyo volumen obtenido alcanza con exactitud para los 5 bloques elaborados, aprovechando al máximo todos sus componentes, situación que se refleja en la resistencia obtenida. Además el proceso de elaboración es similar a los utilizados en las fábricas de bloque de nuestra ciudad.

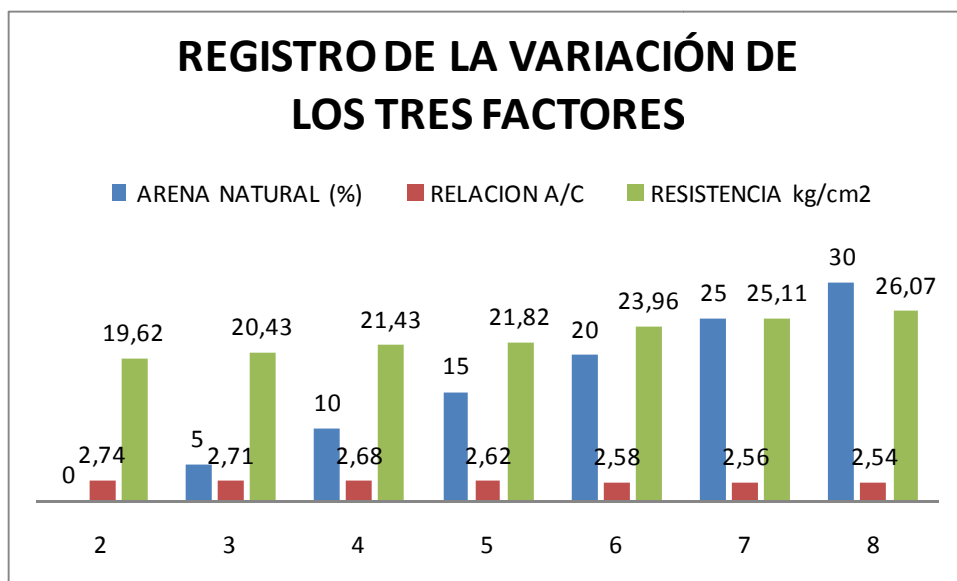


Fig. Nº 12. Incremento de la resistencia de los bloques de los ensayos a partir del segundo a medida que aumenta el porcentaje de arena y disminuye la relación agua cemento

FUENTE: Datos de la investigación.

ELABORACIÓN: Autora de la tesis.

Como último análisis me referiré a los datos que proporciona la figura 12, donde se muestra como el incremento de arena natural provoca la disminución de la relación a/c y con ello el aumento de la resistencia a la compresión de los bloques a partir del segundo



ensayo; por lo que podríamos concluir que, la resistencia de los bloques es directamente proporcional al aumento en el porcentaje de la arena natural e inversamente proporcional a la relación agua/cemento, constatándose de esta manera que algunos de los enunciados del el método de diseño para dosificaciones ACI si se cumplen.



## CONCLUSIONES

- Los resultados de esta investigación me permiten verificar que la hipótesis se cumple y que los objetivos planteados al inicio de esta investigación se han podido llevar a efecto.
- Las partículas provenientes de los cascotes de ladrillo y mortero pueden considerarse como un árido reciclado capaz de ser utilizado en la elaboración de bloques.
- El método ACI no aporta con una dosificación adecuada en lo que respecta a la cantidad de agua, cuando se trata de hormigones para la elaboración de bloques que tienen entre sus componentes RCD procedente de los cascotes de ladrillo y mortero.
- El elemento de mampostería elaborado es un bloque que contiene un 79.64 % de RCD entre sus componentes. Para que un material o producto pueda ser denominado reciclado debe contener por lo menos un contenido reciclado del 25% de material post-consumidor en peso. Por lo expuesto se puede considerar al elemento obtenido en la presente investigación como un bloque reciclado, valor agregado que lo convierte en una buena alternativa para el sector de la construcción comprometido con el cuidado del medio ambiente.
- La preparación del hormigón para bloques con RCD resultante de ladrillo y mortero requiere más cantidad de agua que los que se elaboran con áridos naturales debido a la cantidad de arcilla.
- Los bloques reciclados por estar elaborados mayoritariamente por RCD, presentan un peso menor a los bloques elaborados con arena natural, puesto que el RCD presenta una densidad menor que la arena natural; esta característica puede resultar conveniente al momento de la manipulación. Por el contrario al ser comparados con los bloques de piedra pómez resulta ser más pesados pero con la





ventaja de tener una resistencia a la compresión acorde a lo que exige la norma INEN 643.

- La elaboración de los bloques con materiales reciclados como el RCD, contribuiría a reducir la demanda de arena natural en un 79.64 %, por parte de las fábricas dedicadas a esta actividad.
- El reciclaje de los RCD para producir el componente principal de los nuevos bloques tendrá su repercusión en la vida útil de las escombreras puesto que parte de los RCD ya no tendrían este destino.
- Al momento de utilizar un bloque reciclado se estará contribuyendo con la disminución del consumo energético que tienen la industria de los materiales de construcción.
- Los nuevos bloques con material reciclados aportan en gran medida a la conservación del medio ambiente.
- Los bloques propuestos son técnica y ecológicamente competitivos.



## RECOMENDACIONES

- Proponer en la Ordenanza que determina el Manejo y Destino Final de Escombros para el Cantón Loja, como responsabilidad de los constructores la clasificación de los escombros en el mismo sitio de la obra, para una mejor optimización, en este caso de los cascotes de ladrillo y evitar la contaminación con los otros residuos que desmejorarían su calidad como materia prima.
- Considerar las técnicas de aprovechamiento de los RCD que se mencionan en esta investigación para diseñar un plan de manejo integral de los RCD en la ciudad de Loja.
- Socializar con la comunidad los puntos autorizados para el desalojo de los residuos, para evitar la contaminación de ciertos sectores por el vertido inapropiado.
- Considerar la diferente calidad de los ladrillos artesanales que se comercializan en la ciudad de Loja, ya que pueden variar las características físicas del RCD.
- La presencia de residuos de ladrillo en el bloque propuesto le proporciona una coloración amarillenta, se puede intentar agregar pigmentación para definir su tonalidad.
- El comportamiento de las materiales obtenidos de un proceso post-consumidor, es diferente a los áridos naturales, por lo que, al momento de utilizar los métodos para dosificación de hormigones, presentan imprecisiones en la dosificación.
- Probar otros tipos de curados en los bloques con contenido de RCD, el curado que consiste en sumergir los elementos en agua, afecta la resistencia a la compresión de los bloque de RCD por su alto contenido de arcilla.
- Investigaciones que tengan por objeto utilizar el RCD de la forma como sale del proceso de triturado, sin los procesos de tamizado.
- Elaboración y ejecución de un plan por parte del municipio destinado a hacer un control de las escombreras clandestinas y un buen uso de los RCD.



- Elaboración y ejecución de ordenanzas por parte del cabildo, orientadas a concientizar y estimular en la colectividad el uso de materiales reciclados para la construcción.
- Continuidad en investigaciones como la presente, por parte de las Universidades.



## BIBLIOGRAFÍA

- ARREDONDO F. “Dosificación de Hormigones”. U. T. P. L. Loja – Ecuador.
- BEDOYA M. Carlos M. (2003). “EL CONCRETO RECICLADO CON ESCOMBROS COMO GENERADOR DE HÁBITATS URBANOS SOSTENIBLES” Tesis de Magíster. Universidad nacional de Colombia sede Medellín. Pag. 41- 45 y 52-54.
- CADENAS M. Alfredo. Et al. (2011). “Desarrollo sostenible en España en el final del siglo XX”. Universidad de Málaga - España. Pg.12 y 17.
- DELGADO M. Jaime R. (2003). “Reciclaje y tratamiento de los desechos de la construcción en el desarrollo sustentable de la ciudad de Loja”. Trabajo de Tesis de Grado. U. T. P. L. Pag. 29 y 32.
- EDWARDS BRIAN Y HYATT PAUL. Guía Básica de la Sostenibilidad. Pg. 1, 2, 7, 8, 10, 54 y 61.
- HIGUERAS E. (2006). “Urbanismo Bioclimático” Barcelona – España. Pag. 12
- MOROCHO G. (2006). José Luis. “Análisis Comparativo del Comportamiento Físico Estructural de modelos de mampostería regular y coloidal fabricados con ladrillos y morteros óptimos”. Trabajo de Tesis de Grado. Pg. 18, 19 y 24.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. et al. (2007). “Geoloja”. Loja – Ecuador. Pag. 37.
- RAMÍREZ R. Nubia. 2008. “Los impactos ambientales en el proceso de construcción de las edificaciones de la ciudad de Loja”. Trabajo de Tesis de Grado. UTPL. Pg. 2, 33 y 133.
- RAMOS C. José R. (2010). “La Ingeniería Ambiental como Eje Defensor de la Sostenibilidad Económica Agroindustrial”. Perú. Pg. 9.
- STEVEN H. et al. 2004. “Diseño y Control de Mezclas de Concreto”. Pag. 6.
- MUNICIPIO DE LOJA. (2009) “PLAN DE ORDENAMIENTO URBANO DE LOJA” LOJA – ECUADOR.



## PAGINAS WEB

- [http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura\\_sustentable](http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_sustentable)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura>
- <http://ecoportal.net/content/view/full/28031>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Reutilización>
- [1 http://es.wikipedia.org/wiki/Reciclaje](http://es.wikipedia.org/wiki/Reciclaje)
- <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html>
- <http://www.fida.es:8001/fida/VisNot?id=35f0b73dbdde40de4dc38271030767e>
- <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/aconst1.html>
- [http://www.construmatica.com/construpedia/Definiciones\\_Básicas\\_en\\_la\\_Gestión\\_y\\_Tratamiento\\_de\\_Residuos](http://www.construmatica.com/construpedia/Definiciones_Básicas_en_la_Gestión_y_Tratamiento_de_Residuos)
- [http://www.construmatica.com/construpedia/Residuos\\_Generados\\_en\\_las\\_Obras\\_de\\_Construcción](http://www.construmatica.com/construpedia/Residuos_Generados_en_las_Obras_de_Construcción)
- [http://www.casado, 1996. habitat.aq.upm.es/b/n4/apala.html](http://www.casado,1996.habitat.aq.upm.es/b/n4/apala.html)
- [http://www.lanting, 1996. habitat.aq.upm.es/b/n4/apala.html](http://www.lanting,1996.habitat.aq.upm.es/b/n4/apala.html)
- [WWF, 1993. habitat.aq.upm.es/b/n4/apala.html](http://www.wwf.org/es/temas/tema10/tema10_01.html)
- [http://www.construmatica.com/construpedia/Definiciones\\_Básicas\\_en\\_la\\_Gestión\\_y\\_Tratamiento\\_de\\_Residuos](http://www.construmatica.com/construpedia/Definiciones_Básicas_en_la_Gestión_y_Tratamiento_de_Residuos)
- [Http://www.portalplanetasedna.com.ar/poblacion01.htm.](http://www.portalplanetasedna.com.ar/poblacion01.htm)



# ANEXOS



ELABORACIÓN DE UN ELEMENTO ALTERNATIVO PARA MAMPOSTERÍA A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON RCD.



ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA  
Telfax: 2346594. Celular: 093983061-09962308 Email: estsuelcon@gmail.com

**PRUEBAS EN BLOQUES DE HORMIGÓN**

PROYECTO:	TESIS BLOQUES CON MATERIAL RECICLADO		
OBRA:	PRUEBAS DE CALIDAD		
CONSTRUYE:	SHIRLEY CUENCA	FECHA =	29-Oct-10
UBICACIÓN:	LOJA	DIMENSION	40,00 cm. 10,00 cm.

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA FUNDICIÓN	TIEMPO DIAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg.	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>	PESO kg
1	BLOQUE N° 2	15-Oct-10	14	29-Oct-10	40,00	10,00	400,00	5.906,0	14,77	9,12
2	BLOQUE N° 2	15-Oct-10	14	29-Oct-10	40,00	10,00	400,00	5.872,0	14,68	9,17
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
PROMEDIO									14,72	

  
LABORATORIO  
ING DIEGO CASTILLO  
**ESTSUELCON CIA. LTDA.**  
Estudios de Suelos, Laboratorio,  
Construcción y Consultoría  
Loja-Ecuador

CONSTRUYE  
SHIRLEY CUENCA



ELABORACIÓN DE UN ELEMENTO ALTERNATIVO PARA MAMPOSTERÍA A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON RCD.



**ESTSUELCON CIA. LTDA.**

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA  
Télex-fax: 2540594. Celular: 093983041-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

**PRUEBAS EN BLOQUES DE HORMIGÓN**

PROYECTO:	TESIS BLOQUES CON MATERIAL RECICLADO		
OBRA:	PRUEBAS DE CALIDAD		
CONSTRUYE:	SHIRLEY CUENCA	FECHA =	12-Nov-10
UBICACIÓN:	LOJA	DIMENSION	40,00 cm. 10,00 cm.

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA FUNDICIÓN	TIEMPO DÍAS	FECHA ROTURA	LARGO cm	ANCHO cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg.	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>	PESO kg
1	BLOQUE N° 2	15-Oct-10	28	12-Nov-10	40,00	10,00	400,00	7.741,0	19,35	9,02
2	BLOQUE N° 2	15-Oct-10	28	12-Nov-10	40,00	10,00	400,00	7.958,0	19,89	9,21
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
PROMEDIO									19,82	

LABORATORIO  
ING. DIEGO CASTILLO  
**ESTSUELCON CIA. LTDA.**  
Estudios de Suelos, Laboratorio,  
Construcción y Consultoria  
Loja-Ecuador

CONSTRUYE  
SHIRLEY CUENCA





ELABORACIÓN DE UN ELEMENTO ALTERNATIVO PARA MAMPOSTERÍA A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON RCD.



**ESTSUELCON CIA. LTDA.**  
 ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA  
 Tele-fax: 2640594. Celular: 093182061-099692325 Email: estsuelcon@gmail.com

**PRUEBAS EN BLOQUES DE HORMIGÓN**

PROYECTO:	TESIS BLOQUES CON MATERIAL RECICLADO		
OBRA:	PRUEBAS DE CALIDAD		
CONSTRUYE:	SHIRLEY CUENCA	FECHA =	27-Nov-10
UBICACIÓN:	LOJA	DIMENSION	40,00 cm. 10,00 cm.

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA FUNDICION	TIEMPO DÍAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	ÁREA cm²	CARGA Kg.	RESIST. Kg/cm²	PESO kg.
1	BLOQUE N° 3 (5%)	13-Nov-10	14	27-Nov-10	40,00	10,00	400,00	6.026,0	15,07	9,18
2	BLOQUE N° 3 (5%)	13-Nov-10	14	27-Nov-10	40,00	10,00	400,00	6.224,0	15,56	9,11
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
<b>PROMEDIO</b>									<b>15,31</b>	

LABORATORIO  
 ING. DIEGO CASTILLO  
**ESTSUELCON CIA. LTDA.**  
 Estudios de Suelos, Laboratorio,  
 Construcción y Consultoría  
 Loja-Ecuador

CONSTRUYE  
 SHIRLEY CUENCA



ELABORACIÓN DE UN ELEMENTO ALTERNATIVO PARA MAMPOSTERÍA A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON RCD.



ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA  
Tele-fax: 2340594. Celular: 093843061-096692335 Email: estsuelcon@gmail.com

PRUEBAS EN BLOQUES DE HORMIGÓN

PROYECTO:	TESIS BLOQUES CON MATERIAL RECICLADO		
OBRA:	PRUEBAS DE CALIDAD		
CONSTRUYE:	SHIRLEY CUENCA	FECHA =	11-Dic-10
UBICACIÓN:	LOJA	DIMENSION	40,00 cm. 10,00 cm.

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA FUNDICIÓN	TIEMPO DÍAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>	PESO kg
1	BLOQUE N° 3 (5%)	13-Nov-10	28	11-Dic-10	40,00	10,00	400,00	8.245,0	20,61	9,15
2	BLOQUE N° 3 (5%)	13-Nov-10	28	11-Dic-10	40,00	10,00	400,00	8.105,0	20,26	9,06
3	BLOQUE N° 3 (5%)	13-Nov-10	28	11-Dic-10	40,00	10,00	400,00	8.169,0	20,42	9,11
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
PROMEDIO									20,43	

  
LABORATORIO  
ING. DIEGO BASTILLO  
**ESTSUELCON CIA. LTDA.**  
Estudios de Suelos, Laboratorio,  
Construcción y Consultoría  
Leja-Ecuador

CONSTRUYE  
SHIRLEY CUENCA



ELABORACIÓN DE UN ELEMENTO ALTERNATIVO PARA MAMPOSTERÍA A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON RCD.



ESTSUELCON CIA. LTDA.


ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA  
Telfo-Fax: 2640594. Celular: 093982061-099692333 Email: estsuelcon@gmail.com

**PRUEBAS EN BLOQUES DE HORMIGÓN**

PROYECTO:	TESIS BLOQUES CON MATERIAL RECICLADO				
OBRA:	PRUEBAS DE CALIDAD				
CONSTRUYE:	SHIRLEY CUENCA	FECHA =	27-Nov-10		
UBICACIÓN:	LOJA	DIMENSION	40,00 cm.	10,00 cm.	

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA FUNDICIÓN	TIEMPO DIAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	ÁREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg.	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>	PESO kg
1	BLOQUE Nº 2 (10%)	13-Nov-10	14	27-Nov-10	40,00	10,00	400,00	6.592,0	16,48	9,20
2	BLOQUE Nº 2 (10%)	13-Nov-10	14	27-Nov-10	40,00	10,00	400,00	6.362,0	15,91	9,11
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
<b>PROMEDIO</b>									<b>16,19</b>	

  
LABORATORIO  
ING. DIEGO CASTILLO  
ESTSUELCON CIA. LTDA.  
Estudios de Suelos, Laboratorio,  
Construcción y Consultoría  
Loja-Ecuador

CONSTRUYE  
SHIRLEY CUENCA



ELABORACIÓN DE UN ELEMENTO ALTERNATIVO PARA MAMPOSTERÍA A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON RCD.



**ESTSUELCON CIA. LTDA.**  
 ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCION Y CONSULTORIA  
 Tele-fax: 2346594. Celular: 093863041-099623328 Email: estsuelcon@gmail.com

**PRUEBAS EN BLOQUES DE HORMIGÓN**

PROYECTO:	TESIS BLOQUES CON MATERIAL RECICLADO		
OBRA:	PRUEBAS DE CALIDAD		
CONSTRUYE:	SHIRLEY CUENCA	FECHA =	11-Dic-10
UBICACIÓN:	LOJA	DIMENSION	40,00 cm. 10,00 cm.

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA FUNDICIÓN	TIEMPO DÍAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	AREA cm²	CARGA Kg.	RESIST. Kg/cm²	PESO kg
1	BLOQUE Nº 2 (10%)	13-Nov-10	28	11-Dic-10	40,00	10,00	400,00	8561,0	21,40	9,16
2	BLOQUE Nº 2 (10%)	13-Nov-10	28	11-Dic-10	40,00	10,00	400,00	8436,0	21,09	9,11
3	BLOQUE Nº 2 (10%)	13-Nov-10	28	11-Dic-10	40,00	10,00	400,00	8722,0	21,81	9,07
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
<b>PROMEDIO</b>									<b>21,43</b>	

LABORATORIO  
**ESTSUELCON CIA. LTDA.**  
 Estudios de Suelos, Laboratorio,  
 Construcción y Consultoría  
 Loja-Ecuador

CONSTRUYE  
 SHIRLEY CUENCA



ELABORACIÓN DE UN ELEMENTO ALTERNATIVO PARA MAMPOSTERÍA A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON RCD.



ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA  
Télex-Fax: 2510594. Celular: 099983041-099693305 Email: estsuelcon@gmail.com

**PRUEBAS EN BLOQUES DE HORMIGÓN**

PROYECTO:	TESIS BLOQUES CON MATERIAL RECICLADO		
OBRA:	PRUEBAS DE CALIDAD		
CONSTRUYE:	SHIRLEY CUENCA	FECHA =	27-Nov-10
UBICACIÓN:	LOJA	DIMENSION	40,00 cm. 10,00 cm.

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA FUNDICION	TIEMPO DÍAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg.	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>	PESO kg
1	BLOQUE N° 1 (15%)	13-Nov-10	14	27-Nov-10	40,00	10,00	400,00	7.015,0	17,54	9,11
2	BLOQUE N° 1 (15%)	13-Nov-10	14	27-Nov-10	40,00	10,00	400,00	7.186,0	17,97	9,05
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
PROMEDIO									17,75	

LABORATORIO  
**ESTSUELCON CIA. LTDA.**  
Estudios de Suelos, Laboratorio,  
Construcción y Consultoría  
Loja-Ecuador

CONSTRUYE  
SHIRLEY CUENCA



ELABORACIÓN DE UN ELEMENTO ALTERNATIVO PARA MAMPOSTERÍA A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON RCD.



ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA  
 Tele-fax: 2160594. Celular: 099892041-09662335 Email: estsuelcon@gmail.com

**PRUEBAS EN BLOQUES DE HORMIGÓN**

PROYECTO:	TESIS BLOQUES CON MATERIAL RECICLADO		
OBRA:	PRUEBAS DE CALIDAD		
CONSTRUYE:	SHIRLEY CUENCA	FECHA =	11-Dic-10
UBICACIÓN:	LOJA	DIMENSION	40,00 cm. 10,00 cm.

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA FUNDICIÓN	TIEMPO DÍAS	FECHA ROTURA	LARGO cm	ANCHO cm	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>	PESO kg
1	BLOQUE Nº 1 (15%)	13-Nov-10	28	11-Dic-10	40,00	10,00	400,00	8.852,0	21,63	9,07
2	BLOQUE Nº 1 (15%)	13-Nov-10	28	11-Dic-10	40,00	10,00	400,00	8.806,0	22,02	9,14
3	BLOQUE Nº 1 (15%)	13-Nov-10	28	11-Dic-10	40,00	10,00	400,00	8.724,0	21,81	9,01
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
<b>PROMEDIO</b>									<b>21,82</b>	

LABORATORIO  
 ING. DIEGO CASTILLO  
**ESTSUELCON CIA. LTDA.**  
 Estudios de Suelos, Laboratorio,  
 Construcción y Consultoría  
 Loja-Ecuador

CONSTRUYE  
 SHIRLEY CUENCA



ELABORACIÓN DE UN ELEMENTO ALTERNATIVO PARA MAMPOSTERÍA A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON RCD.



ESTSUELCON CIA. LTDA.

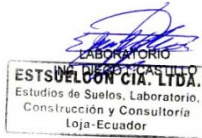
ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA  
Telfo-fax: 0540594. Celular: 09983041-09969335 Email: estsuelcon@gmail.com

PRUEBAS EN BLOQUES DE HORMIGÓN

PROYECTO:	TESIS BLOQUES CON MATERIAL RECICLADO		
OBRA:	PRUEBAS DE CALIDAD		
CONSTRUYE:	SHIRLEY CUENCA	FECHA =	29-Dic-10
UBICACIÓN:	LOJA	DIMENSION	40,00 cm. 10,00 cm.

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA FUNDICION	TIEMPO DIAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	ÁREA cm²	CARGA Kg.	RESIST. Kg/cm²	PESO kg
1	BLOQUE N° 3 (20%)	15-Dic-10	14	29-Dic-10	40,00	10,00	400,00	7.404,0	18,51	9,17
2	BLOQUE N° 3 (20%)	15-Dic-10	14	29-Dic-10	40,00	10,00	400,00	7.568,0	18,92	9,24
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
PROMEDIO									18,72	



CONSTRUYE  
SHIRLEY CUENCA



ELABORACIÓN DE UN ELEMENTO ALTERNATIVO PARA MAMPOSTERÍA A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON RCD.



**ESTSUELCON CIA. LTDA.**  
 ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA  
 Tele-fax: 2340594. Celular: 093982061-099652335 Email: estsuelcon@gmail.com

**PRUEBAS EN BLOQUES DE HORMIGON**

PROYECTO:	TESIS BLOQUES CON MATERIAL RECICLADO
OBRA:	PRUEBAS DE CALIDAD
CONSTRUYE:	SHIRLEY CUENCA
UBICACION:	LOJA
	DIMENSION 40,00 cm. 10,00 cm. FECHA = 12-Ene-11

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA FUNDICION	TIEMPO DIAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>	PESO kg
1	BLOQUE N° 3 (20%)	15-Dic-10	28	12-Ene-11	40,00	10,00	400,00	9.818,0	24,05	9,17
2	BLOQUE N° 3 (20%)	15-Dic-10	28	12-Ene-11	40,00	10,00	400,00	9.527,0	23,82	9,24
3	BLOQUE N° 3 (20%)	15-Dic-10	28	12-Ene-11	40,00	10,00	400,00	9.606,0	24,02	9,12
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
<b>PROMEDIO</b>									<b>23,96</b>	

LABORATORIO  
 ING. DIEGO P. CASTILLO  
**ESTSUELCON CIA. LTDA.**  
 Estudios de Suelos, Laboratorio,  
 Construcción y Consultoría  
 Loja-Ecuador

CONSTRUYE  
 SHIRLEY CUENCA





ELABORACIÓN DE UN ELEMENTO ALTERNATIVO PARA MAMPOSTERÍA A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON RCD.



ESTSUELCON CIA. LTDA.


ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA  
Tele-Fax: 2040594. Celular: 093863061-099693305 Email: estsuelcon@gmail.com

PRUEBAS EN BLOQUES DE HORMIGÓN

PROYECTO:	TESIS BLOQUES CON MATERIAL RECICLADO		
OBRA:	PRUEBAS DE CALIDAD		
CONSTRUYE	SHIRLEY CUENCA	FECHA =	29-Dic-10
UBICACIÓN:	LOJA	DIMENSION	40,00 cm. 10,00 cm.

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA FUNDICIÓN	TIEMPO DIAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	ÁREA cm²	CARGA Kg.	RESIST. Kg/cm²	PESO kg
1	BLOQUE N°2 (25%)	15-Dic-10	14	29-Dic-10	40,00	10,00	400,00	7.862,0	19,66	9,12
2	BLOQUE N° 2 (25%)	15-Dic-10	14	29-Dic-10	40,00	10,00	400,00	8.126,0	20,32	9,13
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
PROMEDIO									19,99	

  
LABORATORIO  
INÉS DÁVALOS CASTILLO  
ESTSUELCON CIA. LTDA.  
Estudios de Suelos, Laboratorio,  
Construcción y Consultoría  
Loja-Ecuador

CONSTRUYE  
SHIRLEY CUENCA



ELABORACIÓN DE UN ELEMENTO ALTERNATIVO PARA MAMPOSTERÍA A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON RCD.



ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIO DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA  
Télex-Fax: 2346594. Celular: 093882061-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

PRUEBAS EN BLOQUES DE HORMIGÓN

PROYECTO:	TESIS BLOQUES CON MATERIAL RECICLADO		
OBRA:	PRUEBAS DE CALIDAD		
CONSTRUYE:	SHIRLEY CUENCA	FECHA =	12-Ene-11
UBICACIÓN:	LOJA	DIMENSION	40,00 cm. 10,00 cm.

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA FUNDICIÓN	TIEMPO DIAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg.	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>	PESO kg
1	BLOQUE N° 2 (25%)	15-Dic-10	28	12-Ene-11	40,00	10,00	400,00	10.231,0	25,58	9,12
2	BLOQUE N° 2 (25%)	15-Dic-10	28	12-Ene-11	40,00	10,00	400,00	10.014,0	25,04	9,15
3	BLOQUE N° 2 (25%)	15-Dic-10	28	12-Ene-11	40,00	10,00	400,00	9.896,0	24,74	9,17
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
PROMEDIO									25,12	

  
ESTSUELCON CIA. LTDA.  
Estudios de Suelos, Laboratorio,  
Construcción y Consultoría  
Loja-Ecuador

CONSTRUYE  
SHIRLEY CUENCA



ELABORACIÓN DE UN ELEMENTO ALTERNATIVO PARA MAMPOSTERÍA A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON RCD.



ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIONES Y CONSULTORÍA  
Tels-Fax: 2540334. Celular: 09380061-09652335 Email: estsuelcon@gmail.com

PRUEBAS EN BLOQUES DE HORMIGÓN

PROYECTO:	TESIS BLOQUES CON MATERIAL REICLADO		
OBRA:	PRUEBAS DE CALIDAD	FECHA =	29-Dic-10
CONSTRUYE:	SHIRLEY CUENCA		
UBICACION:	LOJA	DIMENSION	40,00 cm. 10,00 cm.

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA FUNDICION	TIEMPO DIAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>	PESO kg
1	BLOQUE N° 1 (30%)	15-Dic-10	14	29-Dic-10	40,00	10,00	400,00	8.629,0	21,57	9,13
2	BLOQUE N° 1 (30%)	15-Dic-10	14	29-Dic-10	40,00	10,00	400,00	8.951,0	22,38	9,16
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
PROMEDIO									21,98	

LABORATORIO  
ING. DIOSDADO CASTILLO  
ESTSUELCON CIA. LTDA.  
Estudios de Suelos, Laboratorio,  
Construcción y Consultoría  
Loja-Ecuador

CONSTRUYE  
SHIRLEY CUENCA



ELABORACIÓN DE UN ELEMENTO ALTERNATIVO PARA MAMPOSTERÍA A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON RCD.



ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA  
Tele-fax: 2540384. Celular: 093980061-099492333 Email: estsuelcon@gmail.com

**PRUEBAS EN BLOQUES DE HORMIGÓN**

PROYECTO:	TESIS BLOQUES CON MATERIAL RECICLADO		
OBRA:	PRUEBAS DE CALIDAD		
CONSTRUYE:	SHIRLEY CUENCA	FECHA =	12-Ene-11
UBICACION:	LOJA	DIMENSION	40,00 cm 10,00 cm.

REPORTE DE RESULTADOS

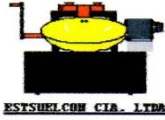
#	OBRA	FECHA FUNDICION	TIEMPO DIAS	FECHA ROTURA	LARGO cm	ANCHO cm	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg	RESIST Kg/cm <sup>2</sup>	PESO kg
1	BLOQUE Nº 1 (30%)	15-Dic-10	28	12-Ene-11	40,00	10,00	400,00	10.532,0	26,33	9,07
2	BLOQUE Nº 1 (30%)	15-Dic-10	28	12-Ene-11	40,00	10,00	400,00	10.321,0	25,80	9,11
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
<b>PROMEDIO</b>									<b>26,07</b>	

LABORATORIO  
ESTSUELCON CIA. LTDA.  
Estudios de Suelos, Laboratorio,  
Construcción y Consultoría  
Loja-Ecuador

CONSTRUYE  
SHIRLEY CUENCA



ELABORACIÓN DE UN ELEMENTO ALTERNATIVO PARA MAMPOSTERÍA A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON RCD.



**ESTSUELCON CIA. LTDA.**

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA  
Tele-fax: 2540594. Celular: 093883061-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com


PESO ESPECIFICO

PROYEC:	TESIS BLOQUES CON MATERIAL RECICLADO		
OBRA:	PRUEBAS DE CALIDAD	FECHA:	13 DE ENERO 2010
CONSTRUYE SHIRLEY CUENCA			
LOCALIZ: LOJA			

PESO ESPECIFICO DE BLOQUE

NORMA DE ENSAYO: ASTM C-127

DATOS:		
PESO EN EL AIRE:	9085,00	gr
PESO SUMERGIDO:	3995,00	gr
PESO SECO:	7965,00	gr
DENSIDAD MASIVA:	1,56	gr/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SSS:	1,78	gr/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD APARENTE:	2,01	gr/cm <sup>3</sup>
ABSORCION:	14,06%	

  
Ing. Diego Castillo  
LABORATORIO

**ESTSUELCON CIA. LTDA.**  
Estudios de Suelos, Laboratorio,  
Construcción y Consultoría  
Loja-Ecuador