

**EVALUACIÓN DE LAS CARGAS AMBIENTALES DE LAS
BLOQUERAS EN LA CIUDAD DE SAN CARLOS BASADO EN
EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

Requisito parcial para optar al grado de
Magister Scientiarum

AUTORA: Ing. María de los Ángeles Manzano

C.I: 13.785.606

TUTOR: MSc. Ernesto Hernández Gil

SAN CARLOS, MAYO DE 2018

**Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales
“EZEQUIEL ZAMORA”**

**Vicerrectorado de Infraestructura
y Procesos Industriales
Coordinación Área de Postgrado**



La Universidad que Siembra

**EVALUACIÓN DE LAS CARGAS AMBIENTALES DE LAS
BLOQUERAS EN LA CIUDAD DE SAN CARLOS BASADO EN
EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

Requisito parcial para optar al grado de
Magister Scientiarum

AUTORA: Ing. María de los Ángeles Manzano

TUTOR: MSc. Ernesto Hernández Gil

SAN CARLOS, MAYO DE 2018

AGRADECIMIENTO

A Dios:

Por haber puesto en mi camino los instrumentos, para un crecimiento personal y espiritual.

A mi esposo:

Por su paciencia, su apoyo incondicional en los momentos que me quedaba sin ánimo y por el amor que me ha entregado para que sea una mejor mujer y madre.

A mis hijas:

Por darme la razón de levantarme cada día y esforzarme por el presente y ser mi principal motivación, sin ustedes mi casa estaría limpia pero mi corazón vacío.

A los profesores:

MSc. Ernesto Hernández por su paciencia y dedicación y la Dra. Yarith Navarro, por brindarme los conocimientos para un desempeño ético, con calidad y profesional
Dios los bendiga siempre.

DEDICATORIA

Dedico este compendio de hojas a Néstor, mi esposo y a Carolyn y Astrid mis adoradas hijas, por haber tenido la confianza en que iba a salir adelante completando esta meta que hoy logro, concluyendo así una etapa más de mi preparación profesional.

Gracias por estar siempre a mi lado dándome todo su apoyo, amor y comprensión.

Los amo muchísimo.

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
APROBACION DEL TUTOR	ix
ACTDE PRESENTACION	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I. EL PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.2. Justificación.....	6
1.3. Objetivos de la Investigación.....	7
CAPITULO II. MARCO TEORICO	
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	8
2.2. Bases teóricas preliminares.....	13
2.2.1. Analisis de ciclo de vida.....	13
2.2.2. Fases del análisis de ciclo de vida.....	16
2.2.2.1. Definición del alcance y las metas.....	17
2.2.2.2. Análisis del inventario.....	20
2.2.2.3. Evaluación del impacto.....	20
2.2.2.4. Interpretación.....	20
2.2.3. Descripción de las principales categorías de impacto.....	21
2.2.4. Cemento portland.....	23
2.2.5. Agua.....	23
2.2.6. Agregados.....	23
CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO	
3.1. Enfoque de investigación.....	24
3.2. Tipo de investigación.....	24
3.3. Diseño de la investigación.....	24
3.4. Nivel de la investigación.....	24
3.4. Población y Muestra.....	25
3.4.1. Población.....	25
3.4.2. Muestra.....	25
3.6. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.....	25
CAPITULO IV. PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS	
4.1. Análisis de las bloqueras.....	27
4.2. Caracterización de las bloqueras.....	27
4.3. Caracterización de las paredes de bloques huecos de concreto.....	30
4.4. Base de datos a utilizar	31
4.5. Aplicación del análisis de ciclo de vida para 1m ² de pared.....	32

4.5.1. Definición del Objetivo y Alcance	32
4.5.1.1. Objetivo.....	32
4.5.1.2. Alcance.....	32
4.5.1.3. Límites del sistema.....	33
4.5.2. Análisis del inventario.....	34
4.5.2.1. Etapa del sub-producto (A1-A3).....	35
4.5.2.2. Etapa de construcción (A4-A5).....	35
4.5.2.2.1 Sub-etapa de transporte (A4).....	35
4.5.2.2.2. Sub-etapa de construcción (A5).....	37
4.5.2.3. Etapa de uso (B1-B7).....	37
4.5.2.4.1. Sub-etapa mantenimiento (B2).....	37
4.5.2.4. Etapa de fin de vida (C1-C4).....	38
4.5.2.4.1. Sub-etapa de escombros (C2).....	38
4.5.3. Evaluación del impacto.....	39
4.5.4. Interpretación de resultados	40
CONCLUSIONES.....	42
RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	44
ANEXOS	
A. Inventario de las bloqueras en el Municipio Ezequiel Zamora.....	50
B. Inventario de Bloqueras productoras para el momento del estudio.....	52
C. Instrumento de recolección de datos	55
D. Constancia de Validación de los Expertos.....	58
E. Bloquera Ferreconstrucciones Poderoso C.A.....	62
F. Bloquera Proyectos e Inversiones Vicjosvh C.A.....	65
G. Bloquera Cooperativa Monche R.L.....	67
H Bloquera Altamira C.A.....	69
I. Bloquera Cooperativa Yo Reinare Jesús R.L.....	72
J. Bloquera Empresa Mixta Cojedes Productivo	75

INDICE DE TABLAS

	Descripción	Pág.
1	Nomenclatura utilizada para la identificación de las bloqueras en estudio	28
2	Cantidad de insumos utilizados para la fabricación de 12,5 bloques (1m ²) de pared.	39
3	Bases de datos más populares.....	32
4	Emisiones, por unidad de medida, en la etapa del producto (A1-A3) de los insumos utilizados en la elaboración de bloque tomadas de la base de datos EcoInvent.....	34
5	Emisiones para 12,5 Bloques (1m ² de pared) en la etapa del producto (A1-A3)	35
6	Emisiones para el mortero de pega (0,02246 m ³) en la etapa del producto (A1-A3).....	35
7	Emisiones para 12,5 Bloques (1m ² de pared) en la sub-etapa de transporte (A4).....	36
8	Emisiones para el mortero de pega (0,02246 m ³) en la sub-etapa de transporte (A4).....	36
9	Emisiones para 12,5 Bloques (1m ² de pared) en la sub-etapa de transporte (A4) de la bloquera a la obra	37
10	Emisiones en la elaboración de 12,5 m ² de bloques (A5).....	37
11	Emisiones para 1m ² de pared en la sub-etapa mantenimiento (B2).....	38
12	Emisiones para 1m ² de pared en la sub-etapa transporte de escombros (C2) al vertedero.....	39
13	Emisiones para un 1m ² a lo largo del ciclo de vida (A1-C4).....	39
14	Porcentaje de las emisiones para un 1m ² a lo largo del ciclo de vida (A1-C4)	40
15	Emisiones para un 1m ² en la sub-etapa transporte (A4).....	40
16	Porcentaje de las emisiones en la sub-etapa transporte (A4).....	41
17	Valores de emisiones obtenidos por Hernández (2016).....	42

INDICE DE FIGURAS

	Descripción	Pág.
1	Fases del ACV.....	16
2	Etapas del ciclo de vida de un edificio estándar.....	18
3	Dimensiones del bloque hueco de concreto de e=15 cm.....	30
4	Detalles de 1 m ² de pared de bloques huecos de concreto.....	31
5	Límites del sistema del ACV de las bloqueras en estudio.....	33
6	Distancia entre la bloquera y el sitio de la obra.....	36
7	Distancia entre el sitio de la obra y el vertedero de Chaparralito.....	40
8	Porcentaje de emisiones por la sub-etapa de transporte (A4).....	41

CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo MSc. Ernesto Hernández, cédula de identidad N° 9.595.800, hago constar que he leído el Trabajo de Grado, Titulado: **EVALUACION DE LAS CARGAS AMBIENTALES DE LAS BLOQUERAS EN LA CIUDAD DE SAN CARLOS BASADO EN EL ANALISIS DE CICLO DE VIDA**, presentado por la ciudadana: María de los Ángeles Manzano de Mieres, C.I: 13.785.606, para optar al título de Magister Scientiarum en Ingeniería Ambiental, y considero que reúne las condiciones necesarias para ser defendido y evaluado por el jurado examinador que se designe.

En la ciudad de San Carlos, a los 05 días del mes de mayo del año 2017.

Nombre y Apellido. Ernesto Hernández

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ernesto Hernández', written over a horizontal line.

Firma de Aprobación del Tutor



UNIVERSIDAD NACIONAL
EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES
"EZEQUIEL ZAMORA"



Coordinación Área de Postgrado

ACTA DE PRESENTACIÓN / DEFENSA TRABAJO ESPECIAL DE GRADO, TRABAJO DE GRADO, TESIS DOCTORAL

Nosotros, miembros del jurado de:

Trabajo Especial de Grado	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de Grado	<input type="checkbox"/>	Tesis Doctoral	<input type="checkbox"/>
---------------------------	-------------------------------------	------------------	--------------------------	----------------	--------------------------

Titulado(a):

EVALUACIÓN DE LAS CARGAS AMBIENTALES DE LAS BLOQUERAS EN LA CIUDAD DE SAN CARLOS BASADO EN EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

Elaborado por el (la) participante:

Nombres, Apellidos y Cédula de Identidad

María de Los Angeles Manzano C.I: 13.785.606

Como requisito parcial para optar al grado académico de: Magister Scientiarum, el cual es ofrecido en el programa de: Maestría en Ingeniería Ambiental, de la Coordinación de Postgrado del Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales de la UNELLEZ -San Carlos, hacemos constar que hoy, 31/05/18, a las 11:00 AM se realizó la presentación / defensa del mismo, acordando:

- APROBAR LA PRESENTACIÓN / DEFENSA DEL TRABAJO / TESIS.
- APROBAR LA PRESENTACIÓN / DEFENSA DEL TRABAJO / TESIS, OTORGANDO MENCIÓN PUBLICACIÓN.
- APROBAR LA PRESENTACIÓN / DEFENSA DEL TRABAJO / TESIS, OTORGANDO MENCIÓN HONORÍFICA.
- APROBAR LA PRESENTACIÓN / DEFENSA DEL TRABAJO / TESIS, OTORGANDO MENCIÓN PUBLICACIÓN Y HONORÍFICA.

Dando fe de ello levantamos la presente acta, la cual finalizó a las: 12: 00 M,

1.- Jurado Coordinador (a)

MSc. Ezequiel Hernández

C.I: 9.563.800

(Pater-Coordinador)

UNELLEZ

2.- Jurado Principal

MSc. Pedro Flores

(UNELLEZ)

C.I: 12.367.401

3.- Jurado Principal

Dra. Evelyn Eren

(UPEL)

C.I: 9.504.049

4.- Jurado Suplente 1

MSc. Inirida Loreto

(UNELLEZ)

C.I.: 9.990.426

5.- Jurado Suplente 2

MSc. Eleadys Quiñones

(UNELLEZ)

C.I. 16.424.524



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS
OCCIDENTALES “EZEQUIEL ZAMORA”
VICERECTORADO DE INFRAESTRUCTURA Y PROCESOS INDUSTRIALES
COORDINACION AREA DE POSTGRADO

EVALUACIÓN DE LAS CARGAS AMBIENTALES DE LAS BLOQUERAS EN LA CIUDAD DE SAN CARLOS BASADO EN EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

AUTORA: Ing. María de los Ángeles Manzano
TUTOR: MSc. Ernesto Hernández Gil
AÑO: 2018

RESUMEN

El propósito de la investigación es evaluar las cargas ambientales de las bloqueras productivas de la ciudad de San Carlos, estado Cojedes, aplicando la técnica del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) al bloque de concreto de 15 cm. El ACV es una herramienta que cuantifica el impacto ambiental de un producto, tomando en cuenta diversas etapas desde la obtención de materia prima, fabricación hasta su uso y disposición final. Para el cumplimiento de los objetivos de la presente investigación, se utilizó un diseño no experimental, con una metodología de campo, a nivel descriptivo y enfoque cuantitativo. Se identificó la población que estaba constituida veintidós (22) bloqueras de las cuales diez (10) estaban en producción las cuales proveen de insumos al sector de la construcción de viviendas en la ciudad. La técnica utilizada para la recolección de datos, fue la encuesta y como instrumento se diseñó un cuestionario de quince (15) ítems con preguntas cerradas y respuestas múltiples, que se validaron mediante el juicio de expertos. Se obtuvo como resultado que las emisiones de CO₂ eq. es de 64,6 kg por m² de pared, la etapa de mayor impacto ambiental es la sub-etapa (A4) de transporte de cemento con un 77,2 % para la construcción de 1 m² de pared, se recomienda la construcción de plantas productoras de cemento en la ciudad de San Carlos para minimizar el impacto generado.

Palabras clave: análisis de ciclo de vida, impactos ambientales, producto.



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS
WESTERN "EZEQUIEL ZAMORA"
VICERECTORADO INFRASTRUCTURE AND INDUSTRIAL PROCESSES
COORDINATION THE AREA POSTGRADUATE

EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL LOADS OF THE BLOCKS IN THE CITY OF SAN CARLOS BASED ON THE LIFE CYCLE ANALYSIS

AUTHOR: Ing. María de los Ángeles Manzano

TUTOR: MSc. Ernesto Hernández Gil

Year: 2018

ABSTRACT

The purpose of the research is to evaluate the environmental burdens of the productive blocks in the city of San Carlos, Cojedes state, applying the Life Cycle Analysis (LCA) technique to the 15 cm concrete block. The ACV is a tool that quantifies the environmental impact of a product, taking into account various stages from obtaining raw materials, manufacturing to its use and final disposal. For the fulfillment of the objectives of the present investigation, a non-experimental design was used, with a field methodology, descriptive level and quantitative approach. The population was identified that was constituted twenty-two (22) blocks of which ten (10) were in production which provide inputs to the sector of housing construction in the city. The technique used for the data collection was the survey and as instrument a questionnaire was designed of fifteen (15) items with closed questions and multiple answers, which were validated by expert judgment. It was obtained as a result that CO₂ emissions eq. is 64.6 kg per m² of wall, the stage of greatest environmental impact is the sub-stage (A4) of cement transport with 77.2% for the construction of 1 m² of wall, the construction of plants is recommended cement producers in the city of San Carlos to minimize the impact generated.

Keywords: life cycle analysis, environmental impacts, emissions, product.

INTRODUCCIÓN

El golpe ambiental ocasionado por la industria de la Construcción desde la época de la Revolución Industrial establece un compromiso aún irresuelto que han de carear las colectividades industrializadas con vistas a un futuro más sustentable; no existe duda que la Revolución Industrial supuso un gran cambio en las metodologías empleadas en la fabricación de los materiales de construcción, debido a que antes de ella, las materias primas eran naturales, propios de la biosfera, originarios del ecosistema inmediato, de producción escueta y acomodada a las circunstancias regionales del espacio donde se producía la obra (BBC El legado tóxico de la Revolución Industrial, 2012).

El uso de materiales de construcción para viviendas derivan de materias primas cuyos procesos de extracción y producción generan altos consumos de energía, agua y combustibles fósiles, entre otros, causando impactos que por lo general no son tomados en cuenta por los constructores, arquitectos e ingenieros desde un enfoque sustentable.

El proceso de fabricación de los materiales y productos de la construcción tiene un impacto que afecta negativamente al ambiente, provocando la disminución de los recursos naturales y el aumento del gasto energético. La extracción del material natural, su transformación en materia prima, el proceso de fabricación del producto y el consumo de la energía derivada del petróleo, originan emisiones de todo tipo, muchas tóxicas, contaminantes y potencialmente peligrosas para la salud.

Los profesionales de la ingeniería dedicados a las funciones de proyectar, ejecutar y supervisar las obras en el estado Cojedes, la mayoría poseen poca formación en cuanto a la ingeniería ambiental y el que tiene conocimiento, no sabe cómo cuantificar estos impactos. La mayoría de los programas informáticos son comerciales de venta en dólares y se requiere de adiestramiento para su correcta utilización.

El siguiente proyecto presenta como objetivo principal desarrollar una metodología, aplicando Análisis de Ciclo de Vida (ACV), para cuantificar los impactos ambientales ocasionados en cada una de las etapas del ciclo de vida desde la elaboración del bloque de concreto hasta su disposición final en la ciudad de San Carlos, municipio Ezequiel Zamora, estado Cojedes.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

La industria de la construcción es uno de los principales contribuyentes a los impactos ambientales negativos que actualmente se padece, por ejemplo, la construcción consume el 40% de materia prima extraída para la industria general Mercader, Marrero, Solís, Montes y Ramírez,(2010), y en Europa el consumo total de energía corresponde a edificios (Unión Europea [UE], 2010). Asimismo Casanova, (2009), señala que el 50% de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) tienen su origen en la construcción, consumiendo 20% de agua dulce y generando 60% de residuos producto de la construcción y demolición.

En Venezuela, según la Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela (2005), las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) de la industria manufacturera y de la construcción es el 14,1% de las generadas por consumo de energía, mientras la producción de metales y de cemento es de 12,6% y 42,2% respectivamente, de los originados por los procesos industriales. Estas y otras actividades deben ser analizadas ya que Venezuela se comprometió en una reducción del 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero para el 2030, en el marco de la 21^a Conferencia de las Partes (COP) sobre el Cambio Climático de París (Panorama, 2015).

En el municipio Ezequiel Zamora del estado Cojedes, se concentran pequeñas empresas productoras de bloques de concreto, las cuales proveen de insumos al sector de la construcción de viviendas, contribuyendo en su mayoría a la Gran Misión Vivienda Venezuela la cual es un plan creado por el Gobierno con el objeto de paliar la carencia habitacional que sufre la población. En San Carlos como el resto del país, el crecimiento demográfico y habitacional es el principal responsable de los daños que está sufriendo el clima, pero sin negar que el deterioro del medio natural depende del tamaño y la distribución de la población y que el aumento del mismo está en parte

determinado por el crecimiento demográfico y de los niveles de urbanización, el análisis de impactos ambientales de los materiales de construcción debe hacerse desde la visión global de todo su ciclo de vida.

La presente investigación desarrollara el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para evaluar el proceso productivo de la fabricación de bloques de concreto en las empresas existentes en la ciudad de San Carlos, que permitirá identificar, cuantificar y caracterizar los diferentes impactos ambientales potenciales asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida de los bloques de concreto.

El desarrollo del ACV comienza en 1990, en que se proyectó el tema a nivel internacional, con la organización de tres seminarios sobre ACV: el primero en Washington, organizado por World Wildlife Found y patrocinado por la EPA, el segundo en Vermont, organizado por SETAC, y el tercero en Lovaina, organizado por Procter & Gamble.

Al mismo tiempo, diversas instituciones comenzaron a desarrollar estudios de sectores industriales o productos concretos. Es el caso de BUWAL (Swiss Federal Office of Environment, Forests and Landscape), APME (Association of Plastics Manufactures in Europe) y PWMI (European Centre for Plastics in the Environment).

Las primeras aplicaciones datan de la segunda mitad de los década de los ochenta, iniciándose los trabajos con software específicos desde finales de los noventa. El impulso del ACV viene motivado, en gran parte, por la promoción de políticas y programas en la Unión Europea que propugnan su utilización, tal como la política integrada de producto, estrategias sobre consumo de recursos, etc. En 1992 se creó la SPOLD (Society for the Promotion of LCA Development), asociación formada por 20 grandes compañías europeas, con el objetivo de potenciar y normalizar el uso del ACV.

En Europa, el uso de la técnica del ACV se inicia en los países nórdicos y en Suiza (destacan también el Reino Unido, Alemania y Suecia), los cuales destacan como los pioneros en el uso del ACV a nivel europeo; en la década de los noventa comenzaron el desarrollo de metodologías y guías para su uso. Suiza es el país donde primero se trabaja con ACV en Europa, pues ya en los setenta, el Laboratorio Federal Suizo para

Ensayos e Investigación de Materiales trabajó en su desarrollo. En la década de los noventa, lideró el desarrollo de bases de datos sobre ACV y, a primeros de este siglo, desarrolló la base de datos Ecoinvent.

En Holanda, en el año 1993, la Universidad de Leiden (CML) publica una metodología que supuso el inicio de la homogeneización de las metodologías de trabajo de ACV. El mismo organismo, en la segunda mitad de la década de los noventa, desarrolla la base de datos Ecoinvent95. En España, el trabajo con el ACV es más reciente. Actualmente, destacan las contribuciones de la Red Española de ACV y de la Red Catalana de ACV.

El propósito de la investigación es evaluar las cargas ambientales de las bloqueras productivas de la ciudad de San Carlos, estado Cojedes, aplicando la técnica del (ACV) al bloque de concreto de 15 cm. El ACV es una herramienta que cuantifica el impacto ambiental de un producto, tomando en cuenta diversas etapas desde la obtención de materia prima, fabricación hasta su uso y disposición final.

El análisis del ciclo de vida (ACV), es reconocido como una técnica de análisis holístico, tiene un enfoque útil para cuantificar los potenciales impactos ambientales asociados al ciclo de vida de un producto. En los últimos años se han publicado a nivel internacional, enfoques para realizar los ACV de edificaciones con metodología muy completas, pero generalmente no totalmente aplicables en la práctica, debido a la falta de información, el tiempo y los recursos necesarios para ponerlas en práctica Lasvaux, Périsset, Favre, Bony y Citherle, (2015).

El ACV cuantificación de todas las entradas y salidas de materia y de energía incluyendo todas las emisiones del sistema definido que puedan generar un impacto sobre el entorno. Esta fase comprende la obtención de datos y los procedimientos de cálculo para identificar y cuantificar todos los efectos ambientales adversos asociados a la unidad funcional. Lo determina la norma ISO 140-41(1998), la cual lo define como:” el análisis del inventario como el elemento del ACV que "se preocupa por la colección de los datos y los procedimientos de cálculos para cuantificar las entradas y salidas relevantes del sistema de producción en estudio".³¹ De una forma genérica denominaremos estos efectos ambientales como "carga ambiental". Esta se define

como la salida o entrada de materia y energía de un sistema causando un efecto ambiental negativo.

El siguiente trabajo tiene por objetivo principal plantear una metodología, basada en el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), para cuantificar los impactos ambientales como son (acidificación, eutrofización, toxicidad humana entre otros), ocasionados durante el ciclo de vida de los bloques de concreto de 15 cm, que son utilizados en viviendas de interés social construidas en la ciudad de San Carlos, municipio Ezequiel Zamora, estado Cojedes. La metodología propuesta considera contempla cuatro (4) etapas, como son: producción, procesos de construcción, uso y fin de vida.

1.2.- Justificación de la investigación

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), expresa en el artículo 127 que cada generación tiene el derecho y el deber de “proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado”. Además señala el Estado tiene la obligación de “garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley”, todo ello, con la activa contribución de la sociedad.

El Plan de la Patria 2013-2019 (2013), específicamente en el Gran Objetivo Histórico N° 5, 1^{er} Objetivo nacional, 4° y 5^{to} Objetivo Estratégico y General, referidos a “impulsar la protección del ambiente, la eficiencia en la utilización de recursos y el logro de un desarrollo sostenible, implementando la reducción y el reuso en todas las actividades económicas públicas y privadas”.

Finalmente, según el Plan General de Investigación de la UNELLEZ 2008-2012, el proyecto de investigación en cuestión, se enmarca en el área de “Ingeniería, Arquitectura y Tecnología” y la línea de investigación “Hábitat y Vivienda” y el área de “Área Ciencias del Agro y Ambientales” y la línea de investigación “Gestión Sustentable de los Recursos Naturales” UNELLEZ (2008). De acuerdo a las líneas

del Doctorado en Ambiente y Desarrollo se enmarca en el Desarrollo Sustentable UNELLEZ (2012).

Esta investigación puede ser utilizada por organismos e instituciones vinculadas al ordenamiento, planificación y construcción de viviendas, de la ciudad de San Carlos, a manera de consultar sobre los impactos ambientales generados en la construcción y la magnitud de los mismos, a objeto de propiciar soluciones que generen menores daños. Entre los alcances del presente trabajo se tiene lo siguiente:

- Determinar la materia prima necesaria para la elaboración de bloques de concreto de 15 cm.
- Cuantificar la dosificación de los materiales a utilizar en la elaboración de los bloques de concreto en cada una de las bloqueras visitadas en San Carlos.
- Aprender el tipo de maquinaria utilizada en la preparación de la mezcla final para la elaboración de los bloques.
- Calcular el traslado de la materia prima y el producto terminado.
- Conocer los efectos adversos al ambiente a lo largo del ciclo de vida del bloque de concreto.
- Evaluar en la fase de construcción 1m^2 de pared construida con bloque de concreto considerando el mortero a utilizar.

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

- Evaluar de las cargas ambientales de las bloqueras en la ciudad de San Carlos basado en el Análisis de Ciclo de Vida.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar los insumos de materia prima para la producción de bloques de concreto en la ciudad de San Carlos.
- Cuantificar las emisiones producidas por el bloque de concreto a lo largo de su ciclo de vida.
- Determinar la etapa de mayor impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida para 1m^2 de pared.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Según Tamayo, M. y Tamayo, M. (2005), expresan “Que los antecedentes de la investigación, comprende las conclusiones de cada una de las investigaciones que puedan servir de base para que se prosiga con la misma” (p. 130).

El uso de la técnica de análisis de ciclo de vida como una herramienta de gestión ambiental se inicia en la década de 1960, siendo la Compañía Coca-Cola en 1969 la primera en realizar un ACV para cuantificar los efectos ambientales de los envases de principio hasta su final Hunt, Franklin (1996), o mejor conocido como: desde la cuna a la tumba. En estos años, su uso estaba dirigido primordialmente en los aspectos de la generación de residuos sólidos, las descargas y las emisiones al ambiente Trama y Troiano (2001). En el año 1975, producto de la crisis del petróleo, que afectó principalmente a los países no productores, el interés se volvió a la energía.

En las últimas décadas ha aumentado la preocupación por los efectos del hombre sobre el clima. El llamado cambio climático se ha identificado como uno de los grandes problemas ambientales de nuestro tiempo debido al gran deterioro que viene sufriendo seriamente el planeta, en los que se aprecia elevados niveles de: consumo de recursos naturales(incluyendo tierras fértiles), contaminación de la atmosfera y agotamiento y/o contaminación de los recursos hidrológicos, todo esto producto de la actividad humana, trayendo como consecuencia, además de la alteración de los ecosistemas, que son perjudiciales a la salud humana, vegetal y animal, también representan grandes pérdidas de la calidad humana en algunas zonas del mundo, lo que ha causado gran inquietud en sectores representativos de nuestra sociedad.(¿Qué es el cambio climático y como nos afecta?)

A continuación, se presentan algunos estudios realizados que guardan relación con la presente investigación, estableciendo un marco de referencia para el estudio realizado:

Ortiz, Pasqualino y Castells (2010), elaboraron un trabajo experimental denominado “Evaluación ambiental basado en el Análisis del Ciclo de vida (ACV) en la fase de construcción de una edificación en Cataluña”, mediante la aplicación de la metodología del Análisis del Ciclo de Vida evaluaron el impacto ambiental de la fase de construcción a partir de los materiales de construcción, transporte, energía, y la gestión de residuos. Toda la masa de materiales usados durante el ciclo de vida de la fase de construcción fue determinado en $1.88E+03 \text{ kg/m}^2$ del cual la estructura representa el 41%, cimientos 25% y cerramientos (exteriores e interiores) 11%. El total del impacto ambiental del cambio climático en la fabricación de materiales fue de $8.40E+02 \text{ kg CO}_2\text{-Eq/m}^2$. El consumo de energía total fue de $2.88E+04 \text{ MJ}$ (4% recursos renovables y 96% para recursos no renovables), permitiendo concluir que: La utilización de acero representa el mayor aporte al impacto ambiental en la mayoría de las categorías estudiadas, en particular en la acidificación, cambio climático y el consumo de energía. Permitiendo confirmar que los resultados del análisis del inventario del producto, cuantifica los posibles impactos medioambientales en etapas consta de una fase técnica, considerada obligatoria por la metodología del ACV.

Aguilón, Robles y Arista (2011), realizaron un estudio denominado “Análisis de ciclo de vida de materiales y tecnologías sustentables para la vivienda”. que tenía como finalidad evaluar factores de impacto ambiental por medio del ACV que sean altamente nocivos para la ecología y sustentabilidad del hábitat, como resultado de la materialización física del espacio, la habitabilidad de éste considerando la calidad de vida de los habitantes, además del diseño sustentable de productos y objetos indispensables en el uso y conformación del espacio. Como lo son la extracción de materias primas, la producción de insumos para la construcción, la edificación y usos de los espacios y la disposición final de los escombros, con la finalidad de alcanzar una edificación más sustentable. El estudio comparativo evaluó el comportamiento ambiental de 1 m^2 de muros fabricados con materiales convencionales y alternos; con el objetivo de conocer los impactos ambientales generados durante la fase de producción del material y la fase de construcción de paneles para uso exclusivo en la edificación de panel-muro para viviendas de bajo costo, materiales convencionales

como el prefabricado ya insertado en el mercado de la industria de la construcción llamado panel-w se considera como la vida útil del panel-w con 20 años de durabilidad y los materiales comunes es decir, cemento, arena y agua. Analizando los impactos de los datos evaluados, se concluye que como materias primas, el cemento, y la malla de acero son los responsables de los mayores impactos. El transporte en la primera etapa alcanza mayores impactos que los impactos generados por las materias primas, siendo la arena la más representativa, en algunas conclusiones del estudio se tiene que la sub-etapa transporte (A4) genera el mayor impacto ambiental que en todas las categorías analizadas, es decir, cambio climático, acidificación potencial, agotamiento del ozono estratosférico, toxicidad humana y agotamiento del agua.

Aguilón, Robles y Guzmán (2011), en esta investigación “Análisis de ciclo de vida de materiales de construcción convencionales y alternativos”, se efectuó un análisis comparativo de procesos o productos convencionales relacionados con la industria de la construcción y la vivienda en México, con la finalidad de aminorar el impacto ambiental de su fabricación, uso y disposición, así como proponer procesos o productos alternativos, con la finalidad de obtener en su ciclo de vida menores impactos ambientales. La evaluación se realizó en cinco tipos de muro distintos mediante Análisis del ciclo de vida; dos convencionales contruidos a base de blocks huecos de concreto y de ladrillo macizo artesanal; y tres alternativos contruidos con tecnologías menos agresivas al ambiente, en este caso de adobe mecanizado estabilizado con cemento, cal o yeso. El estudio comparativo evaluó el comportamiento ambiental de 1 m² de cada tipo de muro desde la extracción de los materiales hasta la etapa de construcción (de la cuna a la puerta) y se recopilan datos que son la base de un inventario local de materiales involucrados en la fabricación de muros en San Luis Potosí. Analizando los impactos de los datos evaluados, se concluye que la producción de cemento y la quema de combustibles peligrosos para la cocción de ladrillo artesanal son los daños más elevados de la comparación y la implementación de adobes mecanizados en la construcción de muros puede ser una solución ambientalmente posible en un intento por reducir los impactos ambientales

generados en el entorno. Demostrando que el ACV permite realizar un análisis en detalle, tanto del inventario como de los impactos, de forma cualitativa y cuantitativa.

Wankanapona, Chindapolb y Tantasavasdia (2013), realizaron un estudio sobre la “Evaluación de impacto ambiental para materiales de construcción de viviendas típicas e innovadoras en Tanzania”, estos analizaron los impactos ambientales de materiales comunes e innovadores en la construcción de viviendas en Tailandia, aplicando ACV, para proporcionar directrices en la selección de los materiales para un diseño ecológico de los edificios nuevos y la rehabilitación de los existentes. El método de evaluación de impacto utilizado fue el de CML 2001 y las categorías de impacto consideradas fueron: el agotamiento de los recursos, calentamiento global, acidificación, la eutrofización, el agotamiento de ozono, formación de foto-oxidantes, ecotoxicidad y toxicidad en humanos. Esto permitió aplicar la metodología del ACV para llevar a cabo un análisis selectivo (tomando sólo en consideración datos genéricos y abarcando el Ciclo de Vida de forma superficial), seguido de una simplificación (centrándose en las etapas más importantes) y un análisis de la fiabilidad de los resultados.

Hernández (2017), desarrollo un estudio para Evaluar los impactos potenciales de las viviendas de interés social (VIS) en la ciudad de San Carlos, estado Cojedes, aplicando la técnica de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), a las partidas de obra con codificación COVENIN, utilizadas en la construcción de las viviendas. El estudio es un diseño no experimental, transversal, cuantitativo y el tipo de investigación descriptivo. Inicialmente se caracterizó los sistemas constructivos utilizados en las viviendas, se identifican los materiales de uso más común y las técnicas utilizadas, dosificaciones, espesores, procedencia de los insumos, entre otros. Con esta información se realizó un listado de las partidas de obra y se procedió al análisis unitario de los materiales de las partidas, en función de su unidad de medición, para posteriormente se desarrolló el ACV de cada partida aplicando las fases previstas en la ISO 14040 (2006), tales como: definición de objetivos y alcances, análisis del inventario, evaluación de impactos e interpretación de resultados. Se confeccionó la base de datos con 532 partidas de obra COVENIN con los aportes de las categorías de

impacto consideradas. Se procedió a realizar la comparación entre tres viviendas construidas en la ciudad, una del Ministerio de Vivienda y Hábitat, la otra del Programa SUVI de estructura de concreto armado y la SUVI de estructura de perfiles metálicos, se adicionaron dos vivienda patrones, con cambios en el material y acabado de las paredes y en el techo utilizado. Las viviendas actuales generan emisiones de CO₂-Eq de al menos 287 Kg por m² de construcción. En las viviendas patrones se logró reducir hasta un 62,4% en la categoría de impacto Cambio Climático y hasta un 144,8% en la Toxicidad Humana, con solo cambiar el tipo de mampostería utilizada. Se constató que la metodología del ACV es una herramienta viable de gestión medioambiental cuya finalidad es analizar de forma objetiva, metódica, sistemática y científica, el impacto ambiental originado por un proceso/producto durante su ciclo de vida completo (esto es, de la cuna a la tumba). En los inicios de su uso se le denominaba también ecobalance o análisis del perfil ambiental.

Universidades como el Instituto Politécnico de Madrid (Cardim, et al. 2000) y la Universidad Nacional del Nordeste (Bannon, C.A., 1995), entre otras, han desarrollado investigaciones a nivel doctoral, en las que se abordan temas relacionados con el reciclaje y reutilización de residuos de construcción y demolición, con el fin de conocer la procedencia, volumen, composición general y destino de los mismos; todo esto aplicado a vivienda y obra civil basados en el ACV.

En Venezuela la aplicación de la metodología análisis de ciclo de vida en la construcción ha sido poco estudiada, la mayoría de los estudios están referidos a madera y productos forestales, tal es el caso de Cloquell, Contreras, Owen y Vivancos (2006), se exponen las bases conceptuales y prácticas del método ACV – Coclown, para el análisis de ciclo de vida de productos forestales de la Industria Forestal de Venezuela. Igualmente Contreras, Cloquell y Owen (2008), estudian el nivel de sostenibilidad de tableros aglomerados a partir de caña brava, y resto de gramíneas (bambú y guadua), para su uso en la construcción, la evaluación se realizó a través del método ACV-Coclown.

2.2. Bases teóricas preliminares

A partir de la década del 70 se comenzó a dar más atención a los aspectos energéticos del sector, en un intento por reducir el consumo de combustibles fósiles sobre todo en países de fuerte dependencia externa para su aprovisionamiento de combustibles, y en países de climas rígidos gran parte del consumo energético de un país es originado en el sector terciario y residencial, dependiendo el orden de magnitud de las condiciones climáticas, socioculturales y económicas del país al que se refiere. También la cantidad de desechos producidos por el sector es muy importante (impacto ambiental a escala local), teniendo en cuenta aquellos generados durante las obras de construcción, durante la demolición y la rehabilitación. (Arena, 2008).

2.2.1. Análisis de ciclo de vida

El desarrollo del ACV se originó casi simultáneamente en Estados Unidos y Europa. Si bien el primer ACV fue realizado en 1969 por el Midwest Research Institute (MRI) para la Coca-Cola. En Europa, estudios similares se realizaron en la década de los sesenta.

Esta metodología se basa en el enfoque “desde la cuna a la tumba” y permite la identificación y evaluación sistemática de las oportunidades para minimizar las consecuencias medioambientales del uso de los recursos naturales y las descargas medioambientales. Los esfuerzos por desarrollar la metodología de ACV iniciaron en Estados Unidos en la década de los setenta (SETAC, 1993). En la actualidad, la Sociedad de Toxicología Medioambiental y Química (SETAC-Norteamérica) y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US-EPA) han patrocinado y desarrollado talleres y otros proyectos que intentan promover un acuerdo general en su estructura, de manera que exista información estandarizada de los resultados de los análisis de inventario y de evaluación del impacto del ciclo de vida. Esfuerzos similares han sido emprendidos por SETAC-Europa, otras organizaciones internacionales (como la Organización de las Normas Internacional, ISO), y practicantes de LCA mundial.

Como resultado de estos esfuerzos, se ha logrado un acuerdo general para el planteamiento de una estructura global de ACV y una metodología del inventario bien definida (Unep-Setac, 2001). El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta versátil para cuantificar (bajo el enfoque “desde la cuna a la tumba”) todos los impactos ambientales de una actividad (producto, proceso, o servicio). El objetivo fundamental es elegir la mejor actividad con el menor efecto sobre el entorno (salud humana, recursos naturales y ecosistemas). Existen otros objetivos que van desde probar que un producto es ambientalmente superior al de la competencia, hasta establecer una línea base de información sobre el uso total de los recursos de un sistema, el consumo de energía, y las cargas ambientales (US EPA, 2001).

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta versátil para cuantificar (bajo el enfoque “desde la cuna a la tumba”) todos los impactos ambientales de una actividad (producto, proceso, o servicio). El objetivo fundamental es elegir la mejor actividad con el menor efecto sobre el entorno (salud humana, recursos naturales y ecosistemas). Existen otros objetivos que van desde probar que un producto es ambientalmente superior al de la competencia, hasta establecer una línea base de información sobre el uso total de los recursos de un sistema, el consumo de energía, y las cargas ambientales (US EPA, 2001). Para la organización internacional de estandarización (ISO, 1997).

Un Análisis del Ciclo de Vida es un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, mediante la identificación y cuantificación de la energía y los materiales usados, así como los residuos emitidos al entorno, para analizar el impacto de éstos sobre el medio ambiente y evaluar e implementar posibles mejoras. Una tercera definición de ACV es: el Análisis de Ciclo de vida es una herramienta que permite identificar flujos de materia y energía, asociados con un producto a través de todo su ciclo de vida, de manera que los impactos ambientales puedan ser determinados (Castells et al, 1995). Existen varias decisiones básicas que deberían ser tomadas para dar inicio a un análisis de ciclo de vida, de manera que se pueda hacer un efectivo uso de tiempo y dinero, y por lo tanto,

darle respuesta a importantes interrogantes, que los tomadores de decisiones se plantean al momento de diseñar una actividad (SETAC-Europe, 1999).

Otro aspecto fundamental, es la forma como los datos o información necesaria deben ser organizados y como los resultados deben ser mostrados. Para este efecto, es necesario definir una unidad funcional, la que según (Wenzel 1997) debe no sólo ser un punto de referencia fijado para la evaluación ambiental, sino también describir apropiadamente la función principal de la actividad estudiada, puesto que la comparación entre diferentes actividades debe hacerse con base en la misma unidad funcional (Wenzel et al, 1997). Finalmente, en la definición de un ACV, es necesario determinar que etapas de la actividad serán incluidas en el estudio, de manera que este claramente definido hasta donde se pretende llegar.

El análisis del ciclo de vida (ACV), es un método que sirve para cuantificar y evaluar las cargas ambientales generadas en un proceso, actividad o producto; y es definido por la norma ISO, como “el conjunto de etapas consecutivas e interrelacionadas del sistema, producto desde la adquisición de las materias primas o generación de recursos naturales hasta su eliminación final”. En tal sentido el ACV es una herramienta de gestión, para la creación de eco-diseños, el desarrollo de políticas públicas, planeación estratégica, eco-etiquetas, entre otros, se han desarrollado distintos software y bases de datos para facilitar su aplicación (Vivancos et, 2001).

Los pasos operativos para que se lleve a cabo el ACV de un sistema o producto, incluyen el manejo de gran cantidad de datos de los inventarios, seguidos de diversas operaciones de cálculo que se aplican a los factores de caracterización. Estos aspectos serán más viables con el soporte de sistemas informáticos que faciliten las tareas a realizar (Muñoz, 2008).

En el país, hasta ahora, a pesar de contar con la normativa correspondiente (COVENIN-ISO 14020, 2000 y COVENIN-ISO 14024, 2000) no se implementa el uso de las Declaraciones Ambientales del Producto (DPA), que es un etiquetado donde se indican, entre otras, los impactos ambientales ocasionados en su elaboración, a falta de este es necesario realizar este tipo de investigación para conocer estos aportes y que sirva como herramienta para que en el proceso de diseño

de la vivienda pueda hacer comparaciones en cuanto a materiales o insumos y hacer la mejor elección que garantice los menores impactos ambientales.

El desarrollo del ACV se limitara al estudio de la producción de bloques de concreto de 15 cm, en diez (10) bloqueras productivas localizadas en la ciudad de San Carlos, estado Cojedes, Parroquia San Carlos de Austria, para su distribución y uso del producto se consideró el sector de la construcción local. El estudio abarca desde la obtención de materia prima (tanto para unidades como para la junta de mortero empleado en la construcción), la producción, su uso que consiste en la construcción de un 1 m² de pared y hasta su disposición final.

2.2.2. Fases del análisis de ciclo de vida

La ISO 14040 (*op. cit*) señala las cuatro fases contempladas en el ACV: definición del objetivo y el alcance, el análisis del inventario del ciclo de vida, la evaluación de los impactos y, finalmente, la interpretación de los resultados, en la figura 1 se indican las fases señaladas

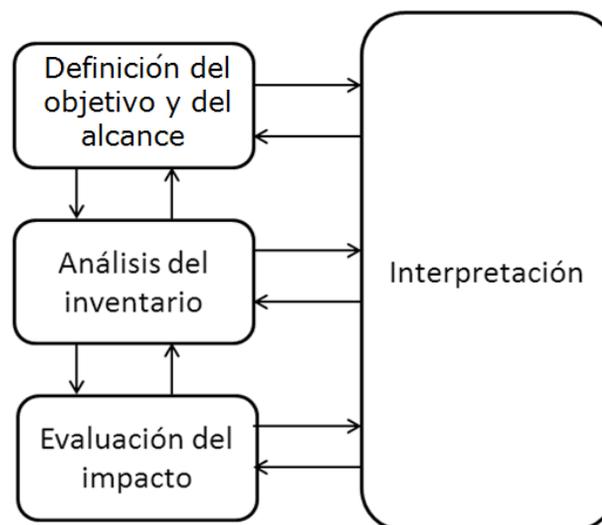


Figura 1.- Fases del ACV

Fuente: Adaptado de ISO 14040 (2006)

2.2.2.1. Definición del objetivo y del alcance

En esta primera fase del ACV, se define y describe el producto, proceso o actividad que va a ser analizada. Es decir, se debe señalar de forma precisa las razones para elaborar el estudio, indicar a que público va dirigido y si los resultados van a ser usados con propósitos de comparación. Los campos a considerar son los siguientes:

a. Función principal: se indican las características de operación del producto, proceso o actividad. Esta información tiene vital importancia al momento de comparar dos sistemas, no pueden compararse una edificación educativa con una residencial o comercial, debido a que la función principal es diferente.

b. Unidad funcional: es la unidad de comparación que asegura que los productos comparados tengan un nivel equivalente de la función o servicio. Es difícil establecer la equivalencia funcional en la industria de la construcción, a manera de ejemplo, puede ser: metro cuadrado (m^2), el metro cúbico (m^3), el metro cúbico por kilómetro ($m^3 \times km$), el kilogramo fuerza (kgf), entre otros. En este ítem se incluye la vida útil estimada del sistema en estudio.

c. Límites del sistema: se define como una interfaz entre un sistema de producto y el ambiente o de otros sistemas de productos. En él se definen las actividades y procesos que se incluirán en cada etapa del ciclo de vida para el ACV y los que serán excluidos. El Comité Europeo de Estandarización (CEN) a través de su Comité Técnico (TC), en la normativa CEN/TC 350 (2011), recomiendan las siguientes cuatro (4) etapas del ciclo de vida, como son: producción, procesos de construcción, uso y fin de vida, cada una de ellas segmentada en sub-etapas, tal como se indica en la figura 2.

Etapa del producto			Etapa de procesos de construcción		Etapa de uso							Etapa de fin de vida			
A1: Suministro de materias primas	A2: Transporte	A3: Manufactura	A4: Transporte	A5: Procesos on-site de construcción	B1: Uso	B2: Mantenimiento	B3: Reparación	B4: Reemplazo	B5: Rehabilitación	B6: Consumo de energía operacional	B7: Consumo de agua operacional	C1: Desconstrucción-demolición	C2: Transporte	C3: Tratamiento de residuos	C4: Disposición final

Figura 2. Etapas del ciclo de vida de un edificio según el estándar EN 15643-2 del CEN/TC 350

Fuente: Adaptado del EN 15643-2 del CEN/TC 350

d. Categorías y metodología de evaluación de impactos: se debe seleccionar la metodología, las categorías y los impactos que se van a analizar. Entre las metodologías están:

- CML 2001: es un método muy utilizado, con una caracterización relativamente simple y numerosas opciones de normalización. Las categorías de impacto son: agotamiento de los recursos abióticos, cambio climático, agotamiento del ozono estratosférico, toxicidad humana, ecotoxicidad acuática de agua dulce, ecotoxicidad marina, formación de foto-oxidante, acidificación y eutrofización. Su ámbito geográfico es global, exceptuando la acidificación y la formación de foto-oxidantes, que es para Europa.

- RECIPE: es una combinación de los métodos Eco-indicator 99 y CML 2002. Los impactos abordados son: agotamiento del ozono, toxicidad humana, radiación ionizante, formación de oxidantes fotoquímicos, formación de materia particulada, acidificación terrestre, cambio climático, ecotoxicidad terrestre, ocupación del suelo agrícola, ocupación del suelo urbano, transformación del suelo natural, ecotoxicidad marina, eutrofización marina, eutrofización del agua dulce, ecotoxicidad de agua dulce, agotamiento de combustibles fósiles, agotamiento de los minerales y agotamiento del agua fresca. El ámbito geográfico es de Europa, pero global para el cambio climático, el agotamiento de la capa de ozono y los recursos.

- EDIP 2003: es una metodología de Dinamarca, que se presenta como una actualización de la metodología EDIP 97. La principal innovación de EDIP2003 radica en el intento constante para incluir la exposición en el modelado de la

caracterización de las principales categorías de impacto no globales. Las categorías de impacto consideradas son: calentamiento global, agotamiento del ozono, acidificación, eutrofización terrestre, eutrofización acuática (N-eq), eutrofización acuática (P-eq), formación de ozono (humana), formación de ozono (vegetación), toxicidad humana (vía de exposición a través del aire), toxicidad humana (vía de exposición a través del agua), toxicidad humana (vía de exposición a través del suelo), ecotoxicidad (aguda agua), ecotoxicidad (crónica de agua), ecotoxicidad (crónica del suelo), residuos peligrosos, escorias / cenizas, residuos de gran tamaño, desecho radioactivo y recursos. EDIP2003 originalmente se puede utilizar con y sin diferenciación espacial.

- TRACI 2.1: fue desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA, por sus siglas en inglés) como un método que representa las condiciones ambientales en los EE.UU. en su conjunto o por estado. Las categorías de impacto son: agotamiento del ozono, calentamiento global, smog, acidificación, eutrofización, cancerígenos, no cancerígenos, efectos respiratorios, ecotoxicidad, agotamiento de combustibles fósiles, demanda de energía acumulada, no renovables (fósiles), no renovable (nuclear), renovables (biomasa), renovables (eólica, solar y geotérmica) y renovable (agua). La acidificación, la eutrofización y la formación de smog, para EE.UU. y global para el agotamiento del ozono y el calentamiento global.

- Selected LCI results: Para esta metodología, en la mayoría de los casos, es la suma de las sustancias seleccionadas emitida a todos los diferentes sub-compartimentos. En algunos casos, las sustancias diferentes se suman para cuantificar los parámetros de uso frecuente, como el metano no volátil de carbono orgánico (NMVOC). Los indicadores considerados son: recurso (ocupación del suelo), recurso (agua), recurso (carbono, biogénico y fijado), aire (monóxido de carbono), aire (CO₂, fósil), aire (plomo), aire (metano), aire (N₂O), aire (óxido de nitrógeno), aire (NMVOC), aire (partículas, <2,5 um), aire (partículas, > 2,5 um y <10 um), aire (partículas, > 10 um), aire (partículas), aire (dióxido de azufre), aire (zinc), aire (radón radiactivo), aire (gas noble radiactivo), aire (aerosol radiactivo), aire (actínidos radiactivos), suelo (cadmio), agua (BOD), agua (radio radiactivo), agua (tritio radiactivo), agua

(radionucleidos), agua (actínidos radiactivos), aceites totales y calor total (residuos). El ámbito geográfico es global.

2.2.2.2. Análisis del inventario

Es la compilación y cuantificación de entradas y salidas de un producto, proceso o actividad, es decir, es un procedimiento objetivo, sistemático, por etapas para la cuantificación de la energía y el requisito de materias primas, emisiones a la atmósfera, al agua y al suelo, los residuos sólidos, entre otros, desde la producción industrial, la construcción, uso y fin de vida. Es muy común la creación de diagramas de flujo de proceso que servirá de guía en el análisis del proceso.

Como señala la ISO 14040 (*op. cit*), es un proceso interactivo, ya que al conocer más el sistema e iniciar la recopilación de datos, pueden encontrarse limitaciones o nuevas exigencias que obliguen a una modificación en el proceso de recolección de datos, de tal manera que el objetivo planteado pueda lograrse.

2.2.2.3. Evaluación del impacto

El propósito es evaluar los resultados del inventario del ciclo de vida de un sistema con el objetivo de mejorar la comprensión de su importancia con respecto a la afectación del ambiente. La evaluación de impacto utiliza categorías de impacto e indicadores para simplificar resultados del inventario, en relación con uno o más parámetros ambientales. La evaluación de impacto incluye el análisis del inventario para ayudar a identificar los posibles problemas ambientales asociados con diversas actividades hechas por el hombre.

2.2.2.4. Interpretación

Es la fase de cierre, en la que se tratan los resultados del ACV, se presentan en la forma más explícita posible, considerando la necesidad y las posibilidades de reducir el impacto del producto o servicio en el ambiente, por lo tanto, los resultados de esta fase es directamente útil en la toma de decisiones. Como se indicó con anterioridad, el ACV es un proceso iterativo, que puede conducir a cambios en el diseño propuesto, que a su vez puede retornar a la primera fase de este proceso.

Para la ISO 14040 (*op. cit*), es una técnica sistemática para identificar, valorar, verificar y evaluar los hallazgos producidos en el análisis del inventario y en la evaluación de los impactos, presentados con el objeto de cumplir con las metas propuestas.

La evaluación de impactos de ciclo de vida es esencialmente significativa para mejorar el entendimiento de los resultados de la fase de inventario (ISO, 2006). En síntesis las categorías de impacto son los efectos sobre el medio ambiente que causan los aspectos medioambientales del sistema o producto en estudio. En efectos serán seleccionados y definidos teniendo en cuenta el potencial impacto que pueda generar el sistema o producto en estudio (Carvalho, 2001).

2.2.3. Descripción de las principales categorías de impacto.

- Cambio climático: La tierra absorbe la radiación del sol. Esta energía es redistribuida por la atmósfera y los océanos y retorna en forma de radiación de infrarrojo térmico. Parte de esta radiación es absorbida por los gases existentes en la atmósfera, lo que provoca el calentamiento del planeta; a dicho fenómeno se le denomina efecto invernadero. Estos gases son principalmente el vapor de agua y el dióxido de carbono (CO₂) y otros gases como metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O). La acción humana ha provocado un incremento de las emisiones de estos gases lo que puede llevar a un sobrecalentamiento del planeta y, por lo tanto, a la alteración de sus condiciones.
- Agotamiento del ozono estratosférico: La capa de ozono está presente en la estratósfera y actúa como filtro, absorbiendo la radiación ultravioleta. La disminución de la capa de ozono provoca un incremento de la cantidad de radiación uv-b que llega a la superficie de la Tierra. Dichas radiaciones son causa del aumento de algunas enfermedades en humanos (cáncer de piel, supresión del sistema inmunitario, cataratas, etc.), afectan la producción agrícola, degradan los materiales plásticos e interfieren en los ecosistemas. Por lo tanto afectan a las cuatro grandes áreas de protección: salud humana, entorno natural, entorno modificado por el hombre y recursos naturales. La mayoría de los cloruros y

- bromuros, procedentes de compuestos clorofluorocarbonados (cfc, por sus siglas en inglés) y otras fuentes, reaccionan en presencia de las nubes estratosféricas polares (psc, por sus siglas en inglés) emiten cloruros y bromuros activos, que bajo la acción catalizadora de los rayos uv provocan la descomposición del ozono.
- Agotamiento del agua: Es el mal uso y gestión del agua y conllevan diversas consecuencias que afectan y repercuten sobre la calidad del recurso.
 - Acidificación Potencial: Impacto producido por las emisiones atmosféricas que contribuyen a una disminución del pH del entorno (NO_x, SO_x, HCl). Unidad de referencia: kg equivalentes de SO₂. Mediante la liberación de ácidos en el suelo y en el agua, varían la acidez del medio afectando a la flora y fauna que habita en él, produce deforestación y puede afectar a los materiales de construcción
 - Toxicidad humana: Aquí se contemplan los efectos sobre los humanos y los ecosistemas acuáticos y terrestres por sustancias tóxicas existentes en el ambiente. Estas categorías son las que tienen mayor importancia, porque afectan a las áreas de protección, salud humana, entorno y recursos naturales. Un contaminante no permanece en el medio o compartimento ambiental (como el aire, suelo, agua superficial, agua subterránea, mar, etc.) en que es emitido, sino que puede desplazarse y alcanzar otros compartimentos que serán, a su vez, contaminados.

2.2.4. Cemento Portland

Según la norma venezolana COVENIN 28-2003, el cemento portland es el producto obtenido por la pulverización de clinker portland, el cual consiste esencialmente en silicatos de calcio hidráulico, con la adición de agua y sulfato de calcio. Su densidad es de 3,15 kg/l.

2.2.5. Agua

El agua recomendada para la preparación del concreto es la potable, la cual es incolora, inodora e insípida, fresca y que no contiene impurezas (sólidos, ácidos, cloro, magnesio, materia orgánica). Si el agua no es potable se puede utilizar cuando su análisis químico no supere las siguientes cantidades, según la Norma COVENIN 2385-2000:

- ✓ Sólidos disueltos 5.000 p.p.m. (partes por millón)
- ✓ Cloruro, (Cl) 500 p.p.m.
- ✓ Materia orgánica por consumo de oxígeno 250 p.p.m.
- ✓ pH de 5,0 a 7,5

Las proporciones de cloruros (Cl) pueden ser aceptables hasta 2.000 p.p.m. en el agua de mezclado, cuando la obra no esté situada en un ambiente agresivo. La materia orgánica es aceptable hasta 5.000 p.p.m. cuando se compruebe químicamente que no se trata de azúcares.

2.2.6. Agregados

Según Porrero y colaboradores *op. cit.* (2008), más del 75% del concreto está ocupado por los agregados, por lo que las propiedades de los mismos tienen influencia definitiva sobre el comportamiento del hormigón. Una buena graduación de los agregados da lugar a hormigones de mejores características y más económicos, para conseguir una granulometría adecuada se mezclan en proporciones adecuadas al menos dos tipos de agregados.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de la Investigación

El presente trabajo se enmarca dentro del paradigma positivista con enfoque cuantitativo, en este sentido Palella y Martins (2006), señalan que:

El paradigma con enfoque cuantitativo se fundamenta en el positivismo el cual percibe la uniformidad de los fenómenos, aplica la concepción hipotética-deductiva como una forma de acotación que la materialización del dato es el resultado de procesos derivados de las experiencias.

3.2. Tipo de Investigación

Es una investigación de campo, debido a que el análisis del objeto de estudio se efectuó directamente en el ambiente en el que se desarrolla, para el cual Sabino (2007), expresa que este tipo de investigación “se basa en información obtenida directamente de la realidad, permitiendo al investigador cerciorarse de las condiciones reales en que se han conseguido los datos”.

3.3. Diseño de la Investigación

Este estudio se fundamenta en el diseño no experimental, que según Hernández, Fernández y Baptista (2010), se basa en la observación del fenómeno tal como ocurre en la naturaleza, sin la manipulación de las variables, de campo, además por su prolongación en el tiempo es una investigación transversal o transeccional y por la naturaleza de los datos es meramente cuantitativa. El investigador no sustituye intencionalmente las variables independientes. Se observan los hechos tal y como se presentan en su contexto real y en un tiempo determinado o no” .Es decir, no existe intencionalidad para ejercer acción sobre las variables, lo que se hace es observar el fenómeno tal y como se desarrolla en el contexto natural donde ocurre, para luego ser analizado.

3.4. Nivel de Investigación

Se realizó una investigación de nivel descriptivo el cual es definida por Hurtado (2012), como aquella que tiene el propósito exponer el evento estudiado,

haciendo una enumeración detallada de sus características, de modo tal que los resultados se pueden exponer dos niveles dependiendo del fenómeno y el propósito del investigador: un nivel más elemental en el que se logra clasificar la información con características comunes y un nivel sofisticado en el cual se ponen en relación los elementos observados a fin de obtener una descripción más detallada”. En este sentido se investigó el objeto de estudio y sus características, es decir se analizó el proceso del ACV del bloque de concreto de 15 cm desde la obtención de materia prima hasta su disposición final en el vertedero.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Según Hurtado (2012), “son las entidades (personas, objetos, regiones, instituciones, documentos, plantas, animales, productos...) que poseen el evento de estudio”. Para esta investigación se identificó la población que estaba constituida veinte (20) bloqueras de la ciudad de San Carlos, municipio Ezequiel Zamora, Parroquia San Carlos de Austria del estado Cojedes. (Ver anexo A).

3.5.2. Muestra

Tamayo y Tamayo (2010), definen la muestra como “una parte o subconjunto de una población normalmente seleccionada de tal modo que ponga de manifiesto las propiedades de la población” (p. 127). El estudio contempló diez (10) bloqueras que se encontraban productivas para el momento de la investigación (Ver anexo B), las cuales proveen de bloques de 15 cm al sector de la construcción de viviendas en la ciudad.

3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La fuente primaria para la recolección de datos fue la observación directa y la encuesta, definida por Delgado (2008), como aquella que “Es muy utilizada en Ciencias Sociales, representa un procedimiento cómodo para obtener datos objetivos de interlocutor. Por esta vía se capta tanto las opiniones como los criterios personales del encuestado y mediante ellos se profundiza en los juicios emitidos”.

El instrumento para este estudio fue el cuestionario, definido por Arias, F. (2012), como “La modalidad de encuesta que se realiza de forma escrita mediante un

instrumento o formato de papel contentivo de una serie de preguntas”.

El cuestionario aplicado estuvo constituido por quince (15) ítems de preguntas cerradas y respuestas múltiples (Ver anexo C). Para la validez y confiabilidad que según Delgado et, (2002) “son cualidades esenciales que deben estar presentes en todos los instrumentos de carácter científico para la recogida de datos” , el instrumento se sometió a juicio de tres (03) profesionales: uno en el área estadística, otro en el área del Ambiente y desarrollo y el otro en el área de sociología. Por consiguiente, se hizo las observaciones y correcciones necesarias para el diseño definitivo del cuestionario que los mismos plantearon. El instrumento validado por los expertos se coloca (Ver anexo D).

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

FASE 1. Analizar los insumos de materia prima para la producción de bloques de concreto en la ciudad de San Carlos.

4.1. Inventario de las bloqueras

Inicialmente se procedió a realizar un inventario de las bloqueras existentes en la ciudad de San Carlos, encontrándose veinte (20) bloqueras de las cuales se seleccionaron diez (10) bloqueras totalmente productivas.

4.2. Caracterización de las bloqueras

A las bloqueras se le aplico la técnica de recolección de datos por medio de una encuesta con un cuestionario que consta de quince (15) ítems (Ver anexo C), donde se consultó sobre cantidad de insumos (cemento, agregados y agua), procedencia, dosificación, rendimiento, horas de trabajo de los equipos, energía eléctrica, entre otras.

Con esta información se analizó las entradas al sistema en la etapa del producto, correspondientes a la fabricación de los bloques de concreto de 15 cm. Es de acotar que la procedencia de los agregados es muy variada, desde local, como del río San Carlos, hasta de Estados vecinos como Portuguesa. La distancia de las minas de extracción de agregados y de las plantas de cemento, se realizará con la herramienta con Google Maps (Google, 2017). Para efectos del estudio se denominaran las bloqueras de la siguiente manera:

Tabla 1. Nomenclatura utilizada para la identificación de las bloqueras en estudio

Bloquera	Nombre de la bloquera	Observaciones
1	FERRECONSTRUCCIONES PODEROSO C.A.	Informe fotográfico(Anexo E)
2	ASOCIACION CIVIL CONSTRUCCIONES AVILARA	Informe fotográfico(Anexo F)
3	PROYECTOS E INVERSIONES VICJOSVH C.A	Informe fotográfico(Anexo G)
4	COOPERATIVA MONCHE R.L.	Informe fotográfico(Anexo H)
5	BLOQUERA ALTAMIRA C.A	Informe fotográfico(Anexo I)
6	ASOCIACION COOPERATIVA YO REINARE JESUS R.L.	Informe fotográfico(Anexo J)
7	EMPRESA MIXTA COJEDES PRODUCTIVO	Informe fotográfico(Anexo K)
8	BLOQUERA CONQUISTANDO CAMINO R.L	Informe fotográfico(Anexo L)
9	INVERSIONES CARLOS ABISAY	Informe fotográfico(Anexo M)
10	ASOCIACION COOPERATIVA ORFATRAB: ORGANIZACION FAMILIAR PARA EL TRABAJO R.L.	Informe fotográfico(Anexo N)

A continuación se presenta el cálculo típico de A1-A3 para la bloquera 1, se realizó un procedimiento similar para las plantas elaboradoras de bloques. Los resultados mostrados en la tabla 3, son referentes al promedio de las diez (10) boqueras.

- Cemento (kg)= 42,50/55 bloques=0,77 kg/bloque*12,5 bloques/m²= $\boxed{9,66}$ Kg/m²
- Arena _{1(Acarigua)} (kg)= 30 paladas/55 bloques=5,5 kg/paladas=3 kg/bloque*12,5 bloques= $\boxed{37,5\text{Kg/m}^2}$
- Arena _{2(orupe)} (kg)= 30 paladas/55 bloques=5,5kg/paladas=3 kg*12,5 bloque/m²= $\boxed{37,5\text{ kg/m}^2}$
- Agua _{bloque} (Its)= 11,35 lts/55 bloques=0,21 lts/bloque*12,5 bloques/m²= 2,58 lts

- Agua curado (lts)=2 días/curado* 3 veces/día*10 min*0,21 lts/seg
 $0,21\text{lts/seg} * 10 \text{ min} * 60 \text{ seg/1 min} = 126 \text{ lts} * 3 \text{ veces al día} * 2 \text{ días} =$
 $756 \text{ lts}/1200 \text{ bloques} = 0,63 \text{ lts/bloque} * 12,5 \text{ bloques/m}^2 = 7,75 \text{ lts/m}^2$
 Agua bloque (lts)+ Agua curado (lts)= $2,58 \text{ lts/m}^2 + 7,75 \text{ lts/m}^2 = \boxed{10,45 \text{ lts/m}^2}$

- Electricidad

Mezcladora eléctrica

Tiempo de funcionamiento diario: 10 horas

Potencia del motor: 5 HP

$5\text{HP} * 1 \text{ vatio}/0.00134102 \text{ HP} = 3.728,5 \text{ Vatios} * 1 \text{ KW}/100 \text{ Vatios} = 3,73 \text{ Kw} * 10$

$\text{horas} = 37,30 \text{ Kwh} \rightarrow 37,30\text{Kwh}/\text{Bloques} * 12,5 \text{ Bloques/m}^2 = \boxed{0,038 \text{ Kwh/m}^2}$

Ponedora eléctrica

Tiempo de funcionamiento diario: 10 horas

Potencia del motor: 6 HP

$0,038 \text{ Kwh/m}^2 * 6\text{Hp}/5\text{Hp} = \boxed{0,0466 \text{ Kwh/m}^2}$

Tabla 2. Cantidad de insumos utilizados para la fabricación de 12,5 bloques (1m²) de pared.

Bloquera	Cemento (Kg)	Arena 1(kg)	Arena 2 (kg)	Agua (lt)		Electricidad (Kwh)	
				bloque	curado	mezcladora	ponedora
1	9,66	37,50	37,50	2,58	7,75	0,0388	0,0466
2	11,81	45,83	61,11	3,16	7,27	0,0447	0,0112
3	5,31	44	0	1,38	3,30	0,0280	0,0134
4	10,625	41,25	41,25	1,5	6,48	0,0261	0,0019
5	10,63	20,63	20,63	2,00	3,456	0,0224	0,0224
6	11,18	43,42	14,47	1,32	4,74	0,0261	0,0186
7	9,66	37,5	37,5	1,36	3,27	0,0224	0,0186
8	5,31	20,63	20,63	1	2,16	0,0186	0,0224
9	8,85	34,38	45,83	1,46	1,68	0,0186	0,0224
10	8,85	34,38	34,38	2,08	2,40	0,0224	0,0261

En base a la información del cuadro anterior se desprende las siguientes observaciones:

Para el cemento los valores promedios van desde 8 kg y 12 kg, que se utilizan para 1 m^2 de pared y entre (0,66 kg-1 kg) de cemento por bloque.

Para los agregados se utiliza en promedio un valor cercano a 67 paladas para la preparación de los bloques correspondientes a 1 m^2 de pared y 5,40 kg de agregado por bloque.

Existe en el uso del agua de las bloqueras de la ciudad de San Carlos una gran variación con valores que van de (3 lts a 10 lts) para 1 m^2 de pared y entre (0,25 lts-0,83 lts) por bloque.

El consumo de electricidad en promedio es de 0,05 kwh por cada m^2 de pared y 0,004 kwh.

4.3. Caracterización de las paredes de bloques huecos de concreto.

Para el estudio se tomo en cuenta el bloque hueco de tres ojos de concreto de 15 cm de espesor, altura 19 cm y longitud de 39 cm con las siguientes dimensiones:

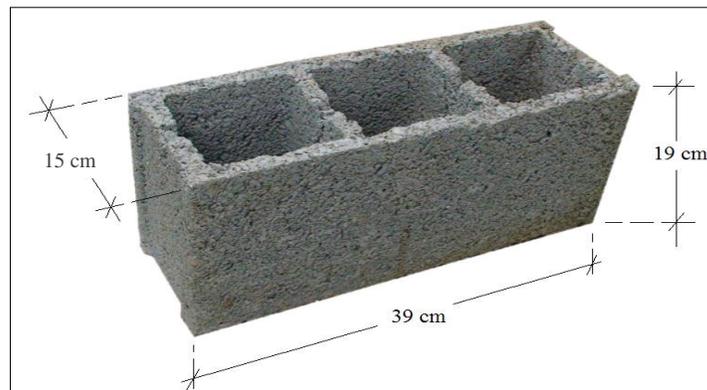


Figura 3.-Dimensiones del bloque hueco de concreto de $e=15 \text{ cm}$.

Cómputos del bloque:

Bloques huecos = 2,5 piezas por hilada x 5 hiladas = 12,5 piezas

En el caso del mortero de pega se tomo las siguientes especificaciones:

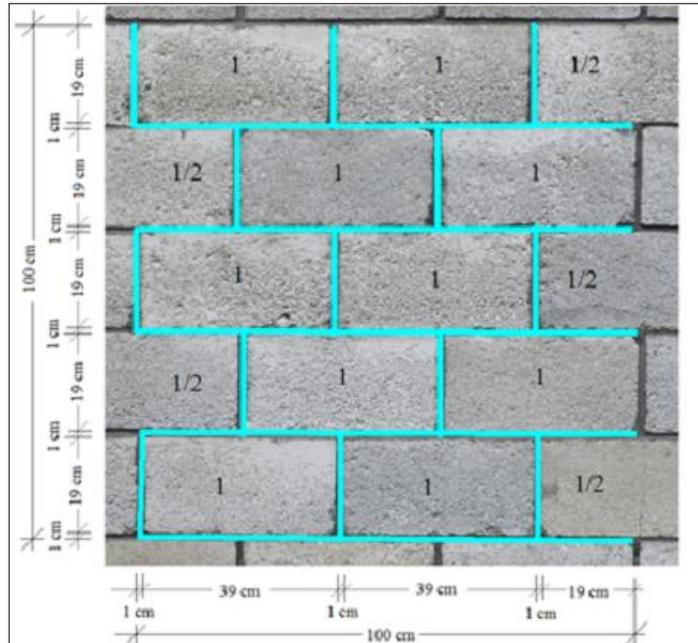


Figura 4.- Detalles de 1 m² de pared de bloques huecos de concreto

La pared construida tendrá un acabado obra limpia por ambas caras. Para la junta vertical del mortero, el valor es 13, y para la junta horizontal son 5.

$$\text{Junta vertical} = 13 \times 0,01 \text{ m} \times 0,19 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} = 0,003705 \text{ m}^3$$

$$\text{Junta horizontal} = 5 \times 1 \text{ m} \times 0,025 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} = 0,018750 \text{ m}^3$$

$$\text{Mortero total de pega} = 0,02246 \text{ m}^3$$

4.4. Base de datos a utilizar

Para el modelamiento del proceso se utilizara la base de datos de ECOINVENT como referencia ya cuenta con la información de más de 4000 procesos, Esta base de datos contiene una buena documentación y especificación de los datos inciertos y es una de las más utilizadas en Latinoamérica (Muñoz, 2012), contiene información más amplia, detallada y actualizada sobre materiales de construcción. Esta información de Ecoinvent puede ser consultada desde el portal Web AMEEdiscover (2018) y el

programa OpenLCA 1.4 (creado por Green Delta). El primero de acceso gratuito y el último un software libre.

Tabla 4. Bases de datos más populares

Nombre	País de origen	Alcance
ECOINVENT v2.2	Suiza	Más de 4.000 procesos con energía, transporte, materiales de construcción, compuestos químicos, papel, cartón y gestión de residuos.
ETH-ESU 96	Suiza	Más de 1.200 procesos relacionados con generación de electricidad y procesos relacionados como transporte, procesado y gestión de residuos.
BUWAL-250	Suiza	248 procesos relacionados con materiales de envase(plásticos, papel, vidrio, cartón, metales) energía, transporte y gestión de residuos
IDEMAT 2001	Holanda	508 procesos relacionados con materiales ingenieriles (metales, aleaciones, plásticos, madera, energía y transporte.
IVAN LCA v4.0	Holanda	1.350 procesos relacionados con materiales, transporte. Energía y tratamientos de residuos.
ELCD	Europa	316 procesos relacionados con materiales, transporte, energía y tratamiento de residuos.

Fuente: Rivera, 2012

4.5. Aplicación del análisis de ciclo de vida para 1m² de pared.

4.5.1. Definición del Objetivo y Alcance

4.5.1.1. Objetivo

Determinar las cargas ambientales potenciales en la elaboración de los bloques en la ciudad de San Carlos, elaboración del mortero de pega y la construcción de 1m² de pared a lo largo de su ciclo de vida.

4.5.1.2. Alcance

- La unidad funcional

Será 1m², para los bloques será por pieza y para el mortero m³, en caso de los bloques son 12,5 piezas y 0,02246 m³ de mortero para 1m² de pared.

- Descripción del Producto

El bloque será de concreto de tres ojos de espesor 15cm, altura de 19 cm y longitud de 39 cm. La pared construida será de acabado obra limpia por ambas caras.

4.5.1.3. Límites del Sistema

Los límites comprenden los insumos en la etapa del producto (A1-A3), que es referente a la producción industrial de los insumos (cemento, arena y agua) y su referido transporte (A4), tanto a la bloquera como a la obra para preparar el mortero de pega, además del transporte (A4) del bloque a la obra para la construcción de la pared incluyendo su mantenimiento (B2) en la fase de uso, la demolición(C1) al final de su vida útil y el transporte de los escombros al vertedero(C2).

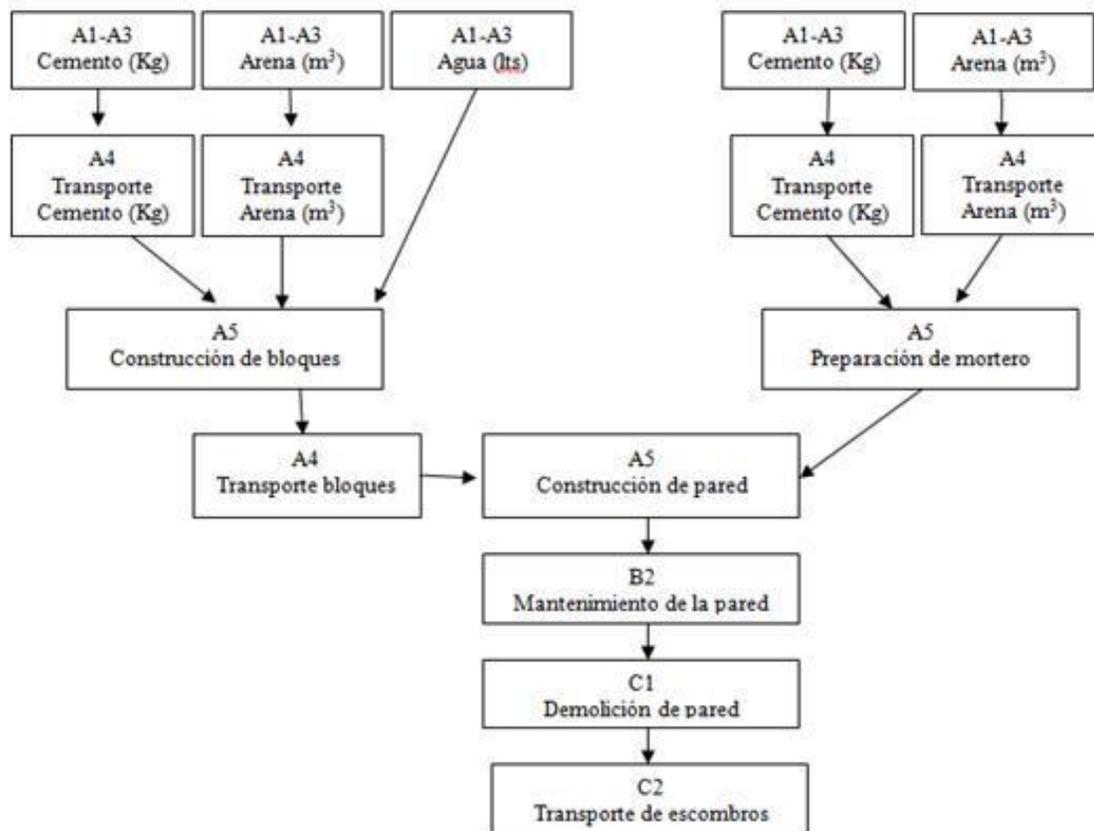


Figura 5. Límites del sistema del ACV de las bloqueras en estudio
Elaboración propia

FASE 2. Cuantificar las emisiones producidas por el bloque de concreto a lo largo de su ciclo de vida

4.5.2. Análisis del Inventario

La información correspondiente a la etapa del producto (A1-A3), se tomó de la información procedente de bases de datos de EcoInvent, por ser una de las más utilizadas en Latinoamérica (Muñoz, Zaror, Saelzer y Cuchí, 2012; Centro Mario Molina, 2014; Cáceres, 2016 y Crespo, *op. cit*) y en España (Zabalza, 2011; Ortiz, Rodríguez, Castells y Sonnemann, 2012; Cuellar y Azapagic, 2012; Sanz, 2012 y Hernández, *op. cit*) y a decir de Zabalza (*op.cit*), contiene la información más amplia, detallada y actualizada sobre materiales de construcción. Esta información de Ecoinvent puede ser consultada desde el portal Web AMEEdiscover (2017) y el programa OpenLCA 1.4 (creado por GreenDelta). El primero de acceso gratuito y el último un software libre. Es de acotar que el programa comercial SimaPro (creado por PRÉConsultants), también permite descargar la información de los distintos materiales en la etapa del producto, incluso en la versión demo.

Tabla 5. Emisiones, por unidad de medida, en la etapa del producto (A1-A3) de los insumos utilizados en la elaboración de bloque tomadas de la base de datos EcoInvent

INSUMO	UNIDA D	CATEGORIA DE IMPACTOS				
		CC kg CO2- Eq	AP kg SO2-Eq	AOE kg CFC-11- Eq	TH kg 1,4- DCB-Eq	AA Kg
Cemento	Kg	0,7189	0,0011724	2,0637E-08	0,058245	0,00085021
Arena 1	Kg	0,0024064	0,0000181	2,8243E-10	0,002413	0,000027841
Arena 2	Kg	0,0024064	0,0000181	2,8243E-10	0,002413	0,000027841
Agua	lts	0,0001675	6,8177E-07	1,3568E-11	0,00013056	1,1311
Electricidad	Kwh	0,372238	0,0022154	6,58482E-10	0,1139419	3,831235829
Transporte	Ton/Km	0,0641775	3,51594E-05	1,33104E-10	0,00380913	0,016276115

4.5.2.1. Etapa del producto (A1-A3)

Comprende todos los aspectos ambientales desde la extracción de la materia prima, el transporte hasta la planta, incluyendo el proceso industrial hasta el producto terminado, con su respectivo almacenamiento.

Tabla 6. Emisiones para 12,5 bloques (1m² de pared) en la etapa del producto (A1-A3)

INSUMO	UNIDAD	CATEGORIA DE IMPACTOS				
		CC kg CO2-Eq	AP kg SO2-Eq	AOE kg CFC-11-Eq	TH kg 1,4-DCB-Eq	AA Kg
Cemento	Kg	6,94457435	0,01077333	1,8964E-07	0,53522077	0,00781269
Arena 1	Kg	0,08651114	0,00065308	1,0153E-08	0,08676998	0,0010009
Arena 2	Kg	0,07539086	0,00056913	8,8483E-09	0,07561643	0,00087224
Agua	lts	0,00101085	4,1135E-06	8,1862E-11	0,00078773	6,82447943

Tabla 7. Emisiones para el mortero de pega (0,02246 m³) en la etapa del producto (A1-A3)

INSUMO	UNIDAD	CATEGORIA DE IMPACTOS				
		CC kg CO2-Eq	AP kg SO2-Eq	AOE kg CFC-11-Eq	TH kg 1,4-DCB-Eq	AA Kg
Cemento	Kg	4,831008	0,00787853	1,3868E-07	0,3914064	0,00571341
Arena	Kg	0,11064627	0,00083527	1,2986E-08	0,11097733	0,00128013
Agua	lts	0,00075326	3,0652E-06	6,1002E-11	0,000587	5,0854256

4.5.2.2. Etapa Construcción (A4-A5)

4.5.2.2.1. Sub-etapa Transporte (A4)

El transporte de la planta a la obra (A4) se adecuará a la realidad nacional, es decir se tomará la distancia existente entre la industria y la ciudad de San Carlos. Para determinarla se utilizó el Google Maps (Google, 2017)

Tabla 8. Emisiones para 12,5 bloques (1m² de pared) en la sub-etapa de transporte (A4)

INSUMO	UNIDAD	CATEGORIA DE IMPACTOS				
		CC kg CO2-Eq	AP kg SO2-Eq	AOE kg CFC-11-Eq	TH kg 1,4-DCB-Eq	AA Kg
Cemento	Ton/Km	22,2054422	0,01216516	4,6054E-08	1,31795899	5,63153589
Arena 1	Ton/Km	4,48729629	0,00245835	9,3066E-09	0,26633437	1,13802598
Arena 2	Ton/Km	2,81675392	0,00154315	5,8419E-09	0,16718272	0,7143587

Tabla 9. Emisiones para el mortero de pega ($0,02246 \text{ m}^3$) en la sub-etapa de transporte (A4)

INSUMO	UNIDAD	CATEGORIA DE IMPACTOS				
		CC kg CO2-Eq	AP kg SO2-Eq	AOE kg CFC-11-Eq	TH kg 1,4-DCB-Eq	AA Kg
Cemento	Ton/Km	22,0129094	0,01205968	4,5655E-08	1,3065316	5,5827076
Arena	Ton/Km	5,38449884	0,00294988	1,1167E-08	0,31958601	1,3655661

Otro transporte a considerar, además de la planta (agregado y cemento) a la bloquera, está el correspondiente al transporte de la bloquera al sitio de obra. Para efecto de este estudio se consideró un 1 m^2 de pared ubicado en la Urb. San Ramón, la bloquera más próxima es la Ferreconstrucciones Poderoso (Bloquera 1). Para determinar la distancia en km entre estos dos sitios se utilizó la herramienta de Google Maps (Google, 2017).

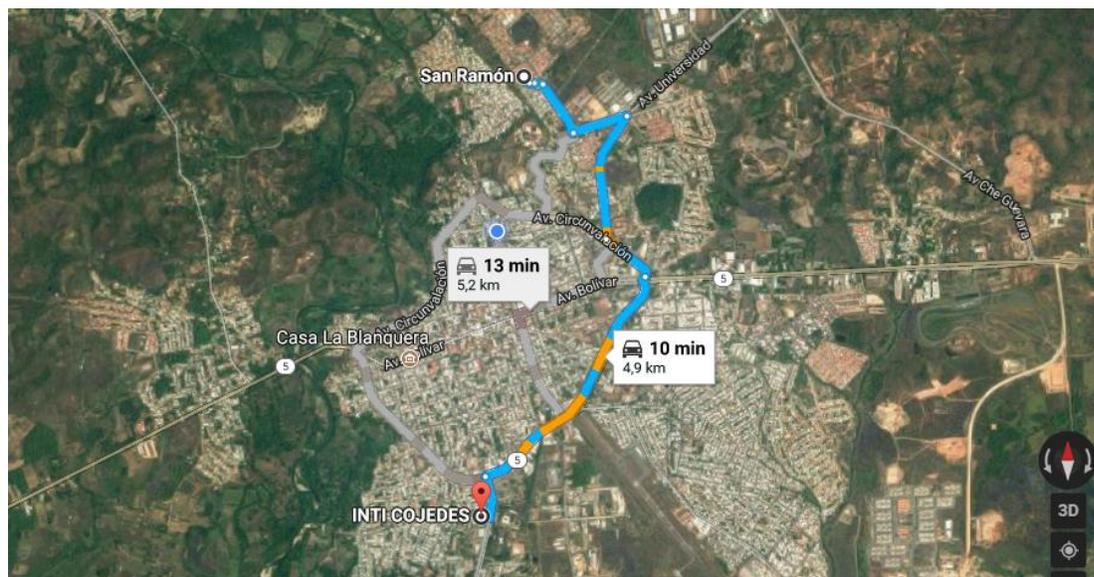


Figura 6. Distancia entre la bloquera 1 y el sitio de obra.

Fuente: (Google, 2017)

En la tabla siguiente se calculan las emisiones producidas por este transporte aplicando la misma metodología utilizada para las tablas 8 y 9.

Tabla 10. Emisiones para 12,5 bloques (1 m^2 de pared) en la sub-etapa de transporte (A4) de la bloquera a la obra

INSUMO	UNIDAD	CATEGORIA DE IMPACTOS				
		CC kg CO2-Eq	AP kg SO2-Eq	AOE kg CFC-11- Eq	TH kg 1,4-DCB- Eq	AA Kg
Bloques	Ton/km	0,03930877	2,1535E-05	8,1526E-11	0,00233309	0,00996912

4.5.2.2.2. Sub-etapa de construcción (A5)

En esta sub-etapa comprenderá las labores realizadas en la elaboración de los bloques y en la confección de la pared para efectos de la fabricación del bloque solo se considera el uso de electricidad tanto de la mezcladora como la ponedora, esta información se observa en la tabla 11. Con respecto a la construcción de la pared el mortero se prepara a mano lo que implica que no existe consumo de combustible diesel ni electricidad.

Tabla 11. Emisiones en la elaboración de 12,5 m² de bloques (A5)

INSUMO	UNIDAD	CATEGORIA DE IMPACTOS				
		CC kg CO2-Eq	AP kg SO2-Eq	AOE kg CFC-11- Eq	TH kg 1,4-DCB- Eq	AA Kg
Elec. mezcladora	Kwh/m ²	0,0099813	5,9404E-05	1,7657E-11	0,00305526	0,1027314
Elec. ponedora	Kwh/m ²	0,0075779	4,5101E-05	1,3405E-11	0,00231959	0,0779949

4.5.2.3. Etapa del uso (B1-B7)

4.5.2.3.1. Sub- etapa mantenimiento (B2)

En la fase de uso (B1 a B7), no se consideran las sub-etapas B1, B3, B5, B6 y B7. Para las sub-etapas B2 se requiere el lapso de mantenimiento, el porcentaje (%) a ser reparados y la frecuencia de ese mantenimiento a lo largo de la vida útil del m² de pared, para conocer el número de mantenimiento, se calcula con la cantidad total del insumo se multiplica por la magnitud de los impactos unitarios generados por ese insumo entre las sub-etapas A1 y A4. Se esquematiza este procedimiento de la siguiente manera:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de mantenimiento} = \frac{\text{vida útil}}{\text{Frecuencia de reparaciones}} - 1 = \frac{50 \text{ años}}{10 \text{ años}} - 1 = 4$$

Se realizaran cuatro (4) reparaciones debido a que el último año se procede a demoler la pared.

$$\% \text{ de pared reparada por lapso de mantenimiento} = 2\%$$

$$\% \text{ de pared en mantenimiento a lo largo de su vida útil} = 4 \text{ reparaciones} \times 2\% \rightarrow 8\%$$

Tabla 12. Emisiones para 1m² de pared en la sub-etapa mantenimiento (B2)

INSUMOS	UNIDAD	CATEGORIA DE IMPACTOS				
		CC kg CO2-Eq	AP kg SO2-Eq	AOE kg CFC-11-Eq	TH kg 1,4-DCB-Eq	AA Kg
A1-A5	S.G.	5,49401226	0,0041615	3,8287E-08	0,36693338	2,12395792

4.5.2.4. Etapa de fin de vida (C1-C4)

4.5.2.4.1. Sub-etapa transporte de escombros (C2)

Se va considerar la sub-etapa C1 correspondiente a demolición y la sub-etapa C2 para el transporte de los escombros, en la etapa C1 no genera ningún tipo de emisiones debido a que se realizara la demolición a mano, descartándose el uso de combustible y/o energía. En la sub-etapa C2 se determinó la distancia desde la obra hasta el vertedero de Chaparralito tal como se indica en la figura siguiente:

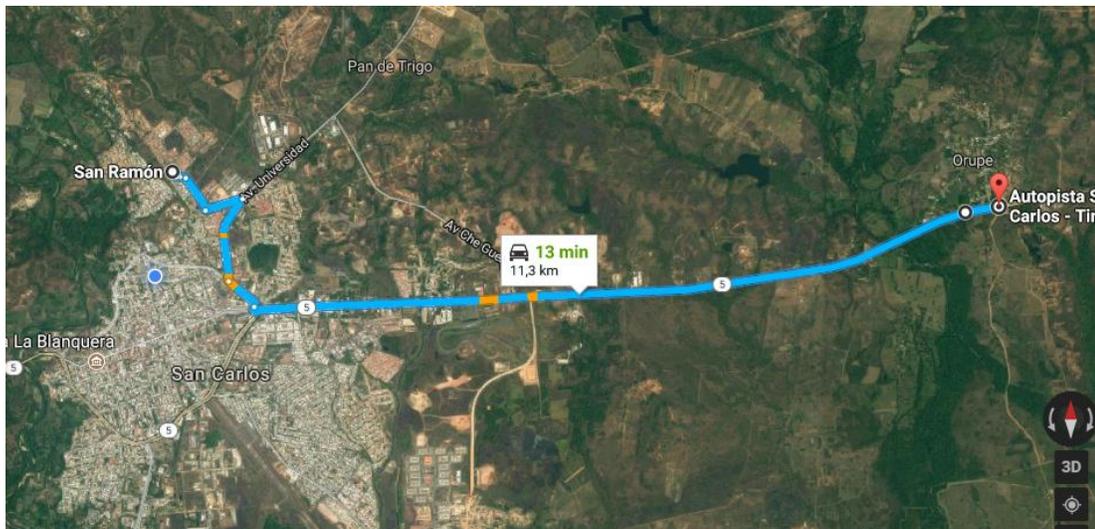


Figura 7. Distancia entre el sitio de obra y el vertedero de Chaparralito.

Fuente: (Google, 2017)

A continuación se presenta en cálculo del volumen correspondiente al cálculo de los escombros, dado que se computa en función de ton/km se calcula el peso del m² de pared conformado por los 12,5 bloques y 0,02246m³ de mortero de pega:

$$12,5 \text{ bloques} \times 10\text{kg/bloque} = 125 \text{ kg}$$

$$0,02246 \text{ m}^3 \times 2200 \text{ kg/m}^3 = 49,41 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 125 \text{ kg} + 49,41\text{kg} = 174,41 \text{ kg}$$

Tabla 13. Emisiones para 1m² de pared en la sub-etapa transporte de escombros (C2) al vertedero

INSUMOS	UNIDAD	CATEGORIA DE IMPACTOS				
		CC kg CO2-Eq	AP kg SO2-Eq	AOE kg CFC-11-Eq	TH kg 1,4-DCB-Eq	AA Kg
Transporte de escombros	Ton*Km	0,12648459	6,9294E-05	2,6233E-10	0,00750725	0,03207787

4.5.3. Evaluación del impacto

En la tabla 14, se indican los impactos ambientales potenciales generados por la construcción de 1m² de pared con bloques de concreto acabado obra limpia

Tabla 14. Emisiones para un 1m² a lo largo del ciclo de vida (A1-C4)

ETAPAS	Emisiones a lo largo del ciclo de vida de la pared				
	CC kg CO2-Eq	AP kg SO2-Eq	AOE kg CFC-11-Eq	TH kg 1,4-DCB-Eq	AA Kg
A1-A3	2,04936859	0,00495946	8,309E-08	0,41855284	11,9151576
A4	56,8675919	0,03115469	1,1794E-07	3,3752606	14,4222251
A5	0,01755918	0,00010451	3,1062E-11	0,00537485	0,1807263
B2	5,49401226	0,0041615	3,8287E-08	0,36693338	2,12395792
C2	0,12648459	6,9294E-05	2,6233E-10	0,00750725	0,03207787
A1-C4	64,5550165	0,04044945	2,3961E-07	4,17362892	28,6741447

Fase 3. Determinar la etapa de mayor impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida para 1m² de pared.

Tabla 15. Porcentaje de las emisiones para un 1m² a lo largo del ciclo de vida (A1-C4)

ETAPAS	Emisiones a lo largo del ciclo de vida de la pared				
	CC kg CO2-Eq	AP kg SO2-Eq	AOE kg CFC-11-Eq	TH kg 1,4-DCB-Eq	AA Kg
A1-A3	3,2	12,3	34,7	10	41,6
A4	88,1	77	49,2	80,9	50,3
A5	0	0,3	0	0,1	0,6
B2	8,5	10,3	16	8,8	7,4
C2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1

En todas las categorías de impacto la mayor carga ambiental se produce en la etapa de construcción, específicamente en la sub-etapa de transporte con valores superiores al 50,3%. En la categoría cambio climático la sub-etapa mantenimiento

(B2) posee un valor máximo de 8,8%, sin embargo en el resto de los impactos ambientales la que genera mayores aportes después de sub-etapa transporte (A4) es la etapa del producto (A1-A3), la menor emisión se genera en las sub-etapa construcción (A5) y la de transporte de escombros (C2).

4.5.4. Interpretación de resultados

Tabla 16. Emisiones para un $1m^2$ en la sub-etapa transporte (A4)

CATEGORIA DE IMPACTOS						
INSUMOS	UNIDAD	CC	AP	AOE	TH	AA
		kg CO2-Eq	kg SO2-Eq	kg CFC-11-Eq	kg 1,4-DCB-Eq	Kg
Cemento	Ton*Km	44,2183516	0,02422484	9,1709E-08	2,62449059	11,21424344
Arena 1	Ton*Km	4,48729629	0,00245835	9,3066E-09	0,26633437	1,13802598
Arena 2	Ton*Km	2,81675392	0,00154315	5,8419E-09	0,16718272	0,7143587
Arena	Ton*Km	5,38449884	0,00294988	1,1167E-08	0,31958601	1,36556607
Bloques	Ton*Km	0,03930877	2,1535E-05	8,1526E-11	0,00233309	0,00996912

Tabla 17. Porcentaje de las emisiones en la sub-etapa transporte (A4)

CATEGORIA DE IMPACTOS						
INSUMOS	UNIDAD	CC	AP	AOE	TH	AA
		kg CO2-Eq	kg SO2-Eq	kg CFC-11-Eq	kg 1,4-DCB-Eq	Kg
Cemento	Ton*Km	77,6	77,6	77,6	77,6	77,6
Arena 1	Ton*Km	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Arena 2	Ton*Km	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
Arena	Ton*Km	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
Bloques	Ton*Km	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

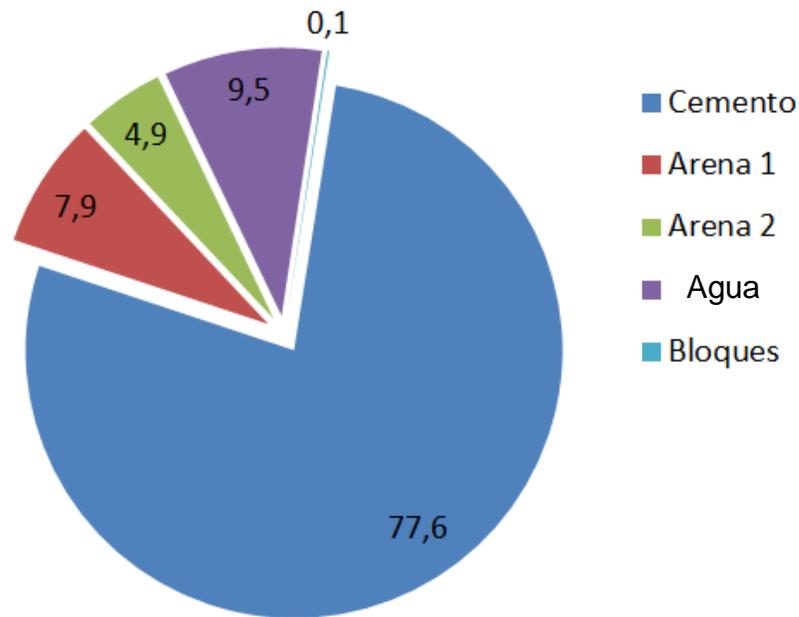


Figura 8. Porcentaje de emisiones generadas por la sub-etapa de transporte (A4)

Fuente: Elaboración propia

El transporte del cemento representa el 77,6% de los impactos generados en la sub-etapa (A4), notoriamente superior a los generados por el resto de los insumos, en total para la categoría cambio climático esta sub-etapa produce el 68,4% de las emisiones a lo largo de su ciclo de vida la pared de bloque (1m^2); el 62,8% en la categoría toxicidad humana, tendencia que no cambian en el resto de los impactos. Este aporte del cemento ocurre en aproximadamente 4 horas de recorrido y el resto a lo largo de los 50 años de vida útil.

CONCLUSIONES

Con este trabajo se demostró que el análisis de ciclo de vida (ACV) es una herramienta viable, confiable, integradora y precisa para cuantificar los impactos ambientales en un proceso elaboración de bloques y la posterior construcción de la pared a lo largo de su ciclo de vida.

En la construcción de 1m^2 de pared construida con los insumos usados en la ciudad en las categorías de impacto consideradas se obtuvieron los siguientes resultados en cambio climáticos 64,6 kg CO₂-Eq, acidificación potencial 0,0405 kg SO₂-Eq, agotamiento del ozono estratosférico 2,3961E-07 kg CFC-11-Eq toxicidad humana 4,1736 kg1,4-DCB-Eq y agotamiento del agua 28,67 Kg.

Se evidenció que la sub-etapa transporte (A4) es la que genera el mayor impacto, con un rango entre 49,2 y 88,1 en todas las categorías analizadas, es decir, cambio climático, acidificación potencial, agotamiento del ozono estratosférico, toxicidad humana y agotamiento del agua.

De esta sub-etapa de transporte (A4), la correspondiente al cemento aporta entre el 39,3 y 68,36% de todos los impactos ambientales analizados.

La etapa del producto y la sub-etapa del transporte generan como mínimo el 83,9% de las emisiones estudiadas y del consumo del agua.

RECOMENDACIONES

- El transporte de cemento generado por la obtención de materia prima se realiza desde puerto Cumarebo que se encuentra a 350 km de distancia de la ciudad de San Carlos, creando en la sub-etapa (A4) de transporte de cemento un gran impacto, esta situación debe modificarse implementando plantas de producción de cemento en las cercanías de la ciudad.
- Otro transporte a considerar es de los agregados que impactan en el ambiente que de igual manera resulta importante para el ambiente el uso de arena de la región.
- El consumo de agua en la etapa de uso, contribuye a un 9,5% en la categoría de agotamiento de agua este valor puede reducirse requiriendo acciones como sistemas ahorradores en nlos dispositivos sanitario, el reciclado de las aguas grises y captación y almacenamiento de aguas de lluvias.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Álvarez, L., Casanovas, X., Cuchí, A., Baldrich, X., García, L. y Díaz, L.2004. Análisis de los materiales empleados en la edificación en la isla de Lanzarote desde una perspectiva medioambiental, Caja Insular de Ahorros de Canarias, Equipo Life 2001-, Cabildo de Lanzarote. Pág.118.

Antón, M. A.2004. Utilización del análisis de ciclo de vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero mediterráneo. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. Pág.73.

Arena, A. P. 2008. Análisis de Ciclo de Vida y sustentabilidad ambiental de los edificios. Experiencias en Argentina. Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda. Cricyt. Mendoza, Argentina. Pág.108.

Arias, F. 2012. El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica. Editorial Episteme.6ta Edición, Caracas, Venezuela. Pág.74.

Cáceres C., A. L. 2016. Análisis de ciclo de vida comparativo de edificaciones multifamiliares en Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Perú, Pág.69.

Carvalho, A.2001. Análisis de ciclo de vida de productos derivados del cemento. Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. España.

Casanova, X. 2009. La construcción sostenible. Una mirada estratégica. 5ta Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Albacete (CONTART 2009). Albacete-España. Pág.17.

Castells F. 1995. An algorithm for life cycle inventory. AICHE Symposium series on pollution prevention via process and products.

Centro Mario Molina. 2014. Análisis de Ciclo de Vida: Edificaciones. México. Pág 8.

CEN/TC 350. EN 15804. 2002. Sustainability of Construction Works. Environmental product declaration. Core rules for the product category of construction products.

Cuéllar-Franca, R. M., and Azapagic, A. 2014. Life cycle cost analysis of the UK housing stock. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19(1), Pág.174-193.

Davies, P., Osmani, M.: “Low carbon housing refurbishment challenges and incentives: Architects`perspectives”, *Building and Environment*, vol. 46 (2011), Pág.1691-1698.

Delgado, Y, Colombo L y Orfila R. 2002. *Conduciendo la investigación*. Editorial Comala. Caracas, Venezuela. Pág. 102.

Delgado, Y. 2008. *La Investigación Social en Proceso. Ejercicios y Respuestas*. Dirección de Medios y Publicaciones Departamento de Producción. Editorial de la Universidad de Carabobo. Pág. 286

Fundación vida silvestre Argentina. 2017.¿Que es el cambio climático y como nos afecta?. [Documento en línea]. En: https://www.vidasilvestre.org.ar/nuestro_trabajo/concientizacion_y_educacion/la_hora_del_planeta/que_es_el_cambio_climatico_y_como_nos_afecta/. [Consulta: Abril 11, 2018].

González, C. 2005.”Evaluación del proceso de extracción y procesamiento de áridos mediante análisis de ciclo de vida”, universidad de La frontera, Temuco, Chile.

Google. 2017. [Mapa de Venezuela en Google Maps]. Recuperado el 14 de Abril, 2017, de: <https://www.google.com.co/maps/>.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. 2006. *Metodología de la Investigación*. Cuarta Edición. Mc Graw Hill, México. Pág. 850.

Hernández S., J. 2013. *Metodología basada en ACV para la evaluación de sostenibilidad en edificios*. Universitat Politècnica de Catalunya. Doctorado en Ingeniería de la Construcción. Cataluña. España. 231 pp.

Hunt, R.G., Franklin, W.E. & Hunt, R.G. *Int. J. LCA*. 1996 1:4. doi:10.1007/BF02978624.

Hurtado, J. 2012. *Metodología de la Investigación*. Séptima Edición. Fundación Sypal. Caracas, Venezuela. Pág. 109.

Hurtado, J. 2012. *Metodología de la Investigación*. Séptima Edición. Fundación Sypal. Caracas, Venezuela. Pág. 148.

International Standard Organisation (ISO) 1997. *Environmental management-Life cycle assessment Principles and Framework*. Technical standard.

ISO 14040:2006, Environmental management. Life Cycle Assessment. Principles and Framework. International Standardization Committee. Switzerland. Pág. 20.

ISO 14044:2006, Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines. International Standardization Committee. Switzerland. Pág. 46.

Jara, C. A. 2010. Alternativas para la reducción de emisiones de CO₂ del sector doméstico del municipio de Santa María de Palautordera, Universidad Politécnica de Cataluña, Trabajo Fin de Máster. Disponible en <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/11103/1/tesis-cesar-jara-gonzalez.pdf>. (Consultado: 11/04/2017).

Lasvaux, S., Périsset, B., Favre, D., Bony, J. and Citherle, S. 2015. Life Cycle Assessment of energy related building renovation: methodology and case study. ELSEVIER. EnergyProcedia. Pág 1-7.

Macías, M., y Navarro, J. G. 2010. Metodología y herramienta VERDE para la evaluación de la sostenibilidad en edificios. Informes de la Construcción, 62(517), Pág 87-100.

Mercader M.P., Marrero, M; Solís J; Montes, M^a. V. y Ramírez A. 2010. Cuantificación de los recursos materiales consumidos en la ejecución de la cimentación. Informes de la Construcción, 62(517), Pág.125-132.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales de la República Bolivariana de Venezuela, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Fondo Mundial para el Medio Ambiente. 2005. Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela. Caracas, Venezuela. Pág. 176.

Mora, P.; Roma, M.; Silva, S. y Herrero, C. 2010. El ciclo de vida del cemento, un puente a la sostenibilidad de la construcción. Pág 102.

Morton, T. A., Bretschneider, P., Coley, D., Kershaw, T. 2011: "Building a better future: An exploration of beliefs about climate change and perceived need for adaptation within the building industry", Building and Environment, vol. 46, Pág.. 1151-1158.

Muñoz, E. 2008. Revaloración sustentable de residuos sólidos de la industria elaboradora de cloro soda mediante análisis de ciclo de vida. Pág 26.

Ortiz, O., Castells, F., and Sonnemann, G. 2012. Environmental Impact of the Construction and Use of a House: Assessment of Building Materials and Electricity End-Uses in a Residential Area of the Province of Norte de Santander, Colombia. Ingeniería y Universidad, 16(1), Pág.. 147-161.

Palella, S. y Martins, F. 2006. Metodología de la Investigación Cuantitativa. Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL), Segunda Edición, Caracas. Pág. 39-40.

Panorama. 2015. Venezuela presentó su plan de reducción de emisiones tras acuerdo de París. [Periódico en línea]. En <http://www.panorama.com.ve/ciudad/Venezuela-presento-su-plan-de-reduccion-de-emisiones-tras-acuerdo-de-Paris-20151212-0057.html> [Consultado: 24/03/2017]

Sanz, J. 2012. Análisis del Ciclo de Vida de una vivienda media de la Región de Murcia. Universidad Politécnica de Cartagena. Máster en Energías Renovables. Cartagena. España. Pág. 107.

Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC-Europe) 1999. Europe News, Streamlining or Simplifying Life Cycle Assessment. Vol 10, issue 4.

Tamayo, M. y Tamayo, M. 2010. El Proceso de la Investigación Científica. 4ta Edición. Editorial Limusa, S.A. México D.F. Pág. 127.

Trama, L. y Troiano, J. 2001. Análisis del ciclo de vida según las normas de la subserie IRAM-ISO 14040. Construir. N° 57, enero/febrero, ISBN 987-01-0174-7.

UNELLEZ. 2008. Plan General de Investigación de la UNELLEZ 2008 – 2012. Barinas, Portuguesa, Cojedes y Apure - Venezuela. Pág. 25.

Venezuela. 1999. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial N° 5.908. Caracas, Febrero 19.

Venezuela. 2013. Ley del Plan de la Patria. Segundo Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2013-2019. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, N° 6.118 Extraordinario. Caracas, Diciembre 04.

Unión Europea [UE]. Diario Oficial de la Unión Europea. 2010. Directiva 2010/31/UE del parlamento europeo y del consejo de 19 de mayo de 2010 Relativa a la eficiencia energética de los edificios. Estrasburgo-Francia. Pág. 23.

Unep-Setac Initiative. Background paper of the UNEP/SETAC Life Cycle Initiative. (2001).Unep, DTIE, Paris.Francia.

Vivancos, Ferrer, Viñoles, Capuz. 2001. “Análisis de distintas herramientas informáticas para el análisis de ciclo de vida”, Asociación Española de Ingeniería de Proyecto, España. Pág 201.

Wankanapon, P.; Chindapol, S. and Tantasavasdi, C. 2011. EnvironmentalImpactAssessmentforTypical and Innovative Housing Construction

Materials in Thailand. Pathumthani, Thailand: Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University. Pag. 43-53.

Zabalza, I. 2011. Adaptación de la metodología de análisis de ciclo de vida para la evaluación y la mejora del impacto energético y ambiental de la edificación en España. Universidad de Zaragoza. Departamento de Ingeniería Mecánica. Tesis Doctoral. Zaragoza. España. Pag.464.

Wenzel H. 1997. Environmental assessment of products. Vol 1: Methodology, tools and case studies in product development. Chapman & Hall. Pág 62.

ANEXOS

ANEXO A
INVENTARIO DE BLOQUERAS EN EL MUNICIPIO EZEQUIEL ZAMORA

PROVEEDORES DE BLOQUES DEL MUNICIPIO EZEQUIEL ZAMORA			
	NOMBRE DE LA BLOQUERA	RIF	DIRECCION
1	FERRECONSTRUCCIONES PODEROSO C.A	J-403436657	VÍA LAS VEGAS FRENTE AL INTI
2	ASOCIACION CIVIL CONSTRUCCIONES AVILARA	J-40425854-0	VÍA LAS VEGAS FRENTE AL COMANDO DE LA POLICÍA, EZEQUIEL ZAMORA, COJEDES.
3	METATRON	J-30822830-3	CARRETERA VIEJA SAN CARLOS - ACARIGUA, SECTOR SAN JOSE DE MAPUEY SEGUNDA TRANSVERSAL CASA N 23-11 SAN CARLOS ESTADO COJEDES. A 1.5 KILOMETROS DEL CEMENTERIO.
4	PROYECTOS E INVERSIONES VICJOSVH C.A	J-31618432-3	AV. ZONA INDUSTRIAL ENTRADA CONCRETERA LOS LLANOS. EZEQUIEL ZAMORA,COJEDES
5	EPSI ESPADA DE BOLIVAR	J-403689954	VIA TERMINAZONA INDUSTRIAL DETRÁS DE FERRESIDOR.
6	COOPERATIVA MONTE SERIN R.L.	J-30879300-0	ZONA INDUSTRIAL SAN CARLOS, CALLE 2 Y CALLE SIN NUMERO FRENTE A ESSERCA.
7	CHAVEZ EL GIGANTE DE AMERICA	J-40756160-8	SAN CARLOS ESTADO COJEDES.
8	EL MONCHE	J-29404660-6	CARRETERA NACIONAL TRONCAL 005, SECTOR LOS COLORADOS
9	ASOCIACION COOPERATIVA MATERIA R.L.	J-31361618-4	SECTOR LA MAPORA CALLE A CASA 16, A 30 MTS DE LA AVENIDA UNIVERSIDAD SAN CARLOS ESTADO COJEDES.
10	ALTAMIRA	J-28963214-6	AV. ROMULO BETANCOURT, VIA LA HERREREÑA.
11	ASOCIACION COOPERATIVA YO REINARE JESUS RL	J-29863673-4	CARRETERA VIEJA SAN CARLOS - ACARIGUA, SECTOR SAN JOSE DE MAPUEY SEGUNDA TRANSVERSAL CASA N 23-11 SAN CARLOS ESTADO COJEDES. A 1.5 KILOMETROS DEL CEMENTERIO.
12	COJEDES PRODUCTIVO	J-40485361-8	INICIO DE LA AUTOPISTA JOSE ANTONIO PAEZ A 100 DEL PUESTO DE LA PNB.
13	COOPERATIVA MIGUEL 280300 R.L.	J-29756720-8	CALLE 2 PARCELA NRO. 9, ZONA INDUTRIAL SAN CARLOS ESTADO COJEDES AL LADO DE DEPOSITO DE ESSERCA A 400 MTS DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA ZONA.
14	BLOQUERA CONQUISTANDO CAMINO R.L	J-32812540-5	SECTOR TIRGUA,EZEQUIEL ZAMORA ,COJEDES
15	SUMICONST DE VENEZUELA	J-40501892-5	FINAL DE LA AVENIDA PRINCIPAL ZONA INDUSTRIAL FRENTE AL ANTIGUO PENCO DETRÁS DE CAICA.
16	INVERSIONES CARLOS ABISAY	J-40366552-7	AV. ZONA INDUSTRIAL ENTRADA CONCRETERA LOS LLANOS. EZEQUIEL ZAMORA,COJEDES
17	BLOQUERA COMUNAL SAN CARLOS DE LA ESCOPETA	J-29958927-6	CALLE PRINCIPAL SECTOR SAN PABLO DE LA ESCOPETA EZEQUIEL ZAMORA COJEDES.
18	INVERSIONES JJ TRUCKS 2015	J-40596039-6	AVENIDA 103 CASA NRO 70, LAS TEJITAS SAN CARLOS COJEDES.
19	ASOCIACION COOPERATIVA ORFATRAB: ORGANIZACION FAMILIAR PARA EL TRABAJO R.L.	J-29846470-4	SECTOR QUEBRADA HONDA, CALLE PRINCIPAL CASA 13-21 SAN CARLOS ESTADO COJEDES. A 450 METROS DE LA CARRETERA SAN CARLOS - EL CACAO.
20	CONTRUCCIONES MOORNI	J-23876876-4	SAN CARLOS ESTADO COJEDES.

ANEXO B

**INVENTARIO DE BLOQUERAS PRODUCTORAS PARA EL MOMENTO DEL
ESTUDIO**

BLOQUERAS EN PRODUCCION PARA EL MOMENTO DEL ESTUDIO			
	NOMBRE DE LA BLOQUERA	RIF	DIRECCION
1	FERRECONSTRUCCIONES PODEROSO C.A	J-403436657	VÍA LAS VEGAS FRENTE AL INTI
2	ASOCIACION CIVIL CONSTRUCCIONES AVILARA	J-40425854-0	VÍA LAS VEGAS FRENTE AL COMANDO DE LA POLICÍA, EZEQUIEL ZAMORA, COJEDES.
3	PROYECTOS E INVERSIONES VICJOSVH C.A	J-31618432-3	AV. ZONA INDUSTRIAL ENTRADA CONCRETERA LOS LLANOS. EZEQUIEL ZAMORA, COJEDES
4	EL MONCHE	J-29404660-6	CARRETERA NACIONAL TRONCAL 005, SECTOR LOS COLORADOS
5	ALTAMIRA	J-28963214-6	AV. ROMULO BETANCOURT, VIA LA HERREREÑA.
6	ASOCIACION COOPERATIVA YO REINARE JESUS RL	J-29863673-4	CARRETERA VIEJA SAN CARLOS - ACARIGUA, SECTOR SAN JOSE DE MAPUEY SEGUNDA TRANSVERSAL CASA N 23-11 SAN CARLOS ESTADO COJEDES. A 1.5 KILOMETROS DEL CEMENTERIO
7	COJEDES PRODUCTIVO	J-40485361-8	INICIO DE LA AUTOPISTA JOSE ANTONIO PAEZ A 100 DEL PUESTO DE LA PNB
8	BLOQUERA CONQUISTANDO CAMINO R.L	J-32812540-5	SECTOR TIRGUA, EZEQUIEL ZAMORA, COJEDES
9	INVERSIONES CARLOS ABISAY	J-40366552-7	AV. ZONA INDUSTRIAL ENTRADA CONCRETERA LOS LLANOS. EZEQUIEL ZAMORA, COJEDES
10	ASOCIACION COOPERATIVA ORFATRAB: ORGANIZACION FAMILIAR PARA EL TRABAJO R.L.	J-29846470-4	SECTOR QUEBRADA HONDA, CALLE PRINCIPAL CASA 13-21 SAN CARLOS ESTADO COJEDES. A 450 METROS DE LA CARRETERA SAN CARLOS - EL CACAO.

ANEXO C
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales
"EZEQUIEL ZAMORA"



LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA

**Vicerrectorado de Infraestructura y
Procesos Industriales
Coordinación de Área de Postgrado
Maestría en Ingeniería Ambiental**

Estimado Sr. (a):
BLOQUERA xxxxxxxx

Con el objeto de obtener información que sirva de base para el alcance de los objetivos propuestos en la investigación titulada: **EVALUACIÓN DE LAS CARGAS AMBIENTALES DE LAS BLOQUERAS EN LA CIUDAD DE SAN CARLOS BASADO EN EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**, se está solicitando su valiosa colaboración para proporcionar respuestas al cuestionario anexo, el cual consta de una serie de afirmaciones de las cuales es necesario conocer su parecer, por lo que usted ha sido seleccionado/a para formar parte del estudio.

Es importante para objeto de esta investigación, que conteste con la mayor sinceridad y veracidad posible, debido a que los resultados serán utilizados con fines eminentemente académicos y asegurándole de antemano confidencialidad en la información suministrada.

Agradeciendo su colaboración. Se despide.

Autora

Ing. María de los Ángeles Manzano



Cuestionario dirigido a los encargados y/o dueños de las bloqueras

<p>1.- TIPOS DE BLOQUE QUE ELABORA</p> <p>Ancho1: _____ cm</p> <p>Ancho2: _____ cm</p> <p>Ancho3: _____ cm</p>	<p>2.- DOSIFICACION O MATERIALES POR TERCEO:</p> <p>Arena 1: _____</p> <p>Arena 2: _____</p> <p>Cemento: _____</p> <p>Agua: _____</p>
<p>3.- PROCEDENCIA DEL AGREGADO</p> <p>Arena 1: _____</p> <p>Arena 2: _____</p>	<p>4.- PRODUCCIÓN DE BLOQUES POR DÍA:</p>
<p>5.- CANTIDAD DE BLOQUES ELABORADOS POR TERCEO:</p>	<p>6.- MEZCLADORA ELECTRICA:</p> <p>Tiempo de funcionamiento diario:</p> <p>Potencia de motor:</p>
<p>7.- MEZCLADORA DIESEL</p> <p>Consumo de combustible (litros/diario):</p>	<p>8.- CANTIDAD DE BLOQUES DE LA PONEDORA:</p>
<p>9.- PONEDORA ELECTRICA</p> <p>Tiempo de funcionamiento diario:</p> <p>Potencia de motor:</p>	<p>10.- PONEDORA DIESEL</p> <p>Consumo de combustible (litros/diario):</p>
<p>11.- RESIDUOS QUE QUEDA DE LOS AGREGADOS</p> <p>Arena 1: _____ (%)</p> <p>Arena 2: _____ (%)</p>	<p>12.- NUMERO DE DIAS DE CURADO DE LOS BLOQUES:</p>
<p>13.- TIEMPO DE RIEGO DIARIO:</p>	<p>14.- CANTIDAD DE AGUA UTILIZADA PARA LIMPIAR LA MEZCLADORA Y LA PONEDORA:</p>
<p>15.- LA OFICINA TIENE AIRE ACONDICIONADO:</p> <p>_____ BTU</p>	<p>16.- HORAS DE USO DIARIO DEL AIRE ACONDICIONADO: _____ HORAS</p>
<p>17.- BOMBILLOS EN EL LOCAL</p> <p>Watts: _____</p> <p>Cantidad: _____</p> <p>Horas de uso diario: _____</p>	

ANEXO D

CONSTANCIA DE VALIDACION DE EXPERTOS

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN POR EXPERTO

Quien suscribe MSc. César C. Abreu S.;
titular de la cedula de identidad N° 4.099.658, mediante la presente hago constar que el instrumento de Recolección de Datos el cual consta de quince (15) ítems, del trabajo de grado titulado "*EVALUACIÓN DE LAS CARGAS AMBIENTALES DE LAS BLOQUERAS EN LA CIUDAD DE SAN CARLOS BASADO EN EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA*", cuyo autora es la ciudadana Ing. **María de los Ángeles Manzano de Mieres**, titular de la cedula de identidad N° **13.785.606**, aspirante al título de Magister Scientiarum en Ing. Ambiental, reúne los requisitos suficientes y necesarios para ser considerado **VALIDO**, por lo tanto, puede ser aplicado para el logro de los objetivos que se plantea en la investigación.

Constancia que se expide a solicitud de la parte interesada en San Carlos a los 17 días del mes de Mayo del 2017.

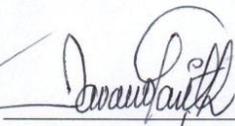
Firma: 

Cedula y teléfono: 4099658 (0414)595758

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN POR EXPERTO

Quien suscribe MSc. Yarith C. Navarro E. ;
titular de la cedula de identidad N° 11962078 , mediante la presente hago constar
que el instrumento de Recolección de Datos el cual consta de quince (15) ítems, del trabajo
de grado titulado “*EVALUACIÓN DE LAS CARGAS AMBIENTALES DE LAS
BLOQUERAS EN LA CIUDAD DE SAN CARLOS BASADO EN EL ANÁLISIS DE
CICLO DE VIDA*”, cuyo autora es la ciudadana Ing. **María de los Ángeles Manzano de
Mieres**, titular de la cedula de identidad N° **13.785.606**, aspirante al título de Magister
Scientiarum en Ing. Ambiental, reúne los requisitos suficientes y necesarios para ser
considerado **VALIDO**, por lo tanto, puede ser aplicado para el logro de los objetivos que se
plantea en la investigación.

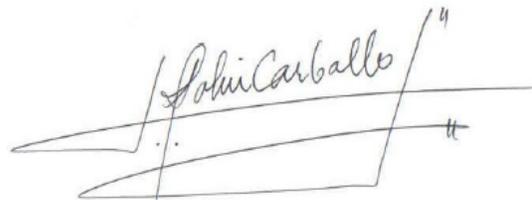
Constancia que se expide a solicitud de la parte interesada en San Carlos a los 17
días del mes de Mayo del 2017.

Firma: Cedula y teléfono: 11962078 / 0426 2769117

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN POR EXPERTO

Quien suscribe Dra. Nahir del Carmen Carballo; titular de la cedula de identidad N 11.961.711, mediante la presente hago constar que el instrumento de Recolección de Datos el cual consta de quince (15) ítems, del trabajo de grado titulado “*EVALUACIÓN DE LAS CARGAS AMBIENTALES DE LAS BLOQUERAS EN LA CIUDAD DE SAN CARLOS BASADO EN EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA*”, cuyo autora es la ciudadana Ing. **María de los Ángeles Manzano de Mieres**, titular de la cedula de identidad N° **13.785.606**, aspirante al título de Magister Scientiarum en Ing. Ambiental, reúne los requisitos suficientes y necesarios para ser considerado **VALIDO**, por lo tanto, puede ser aplicado para el logro de los objetivos que se plantea en la investigación.

Constancia que se expide a solicitud de la parte interesada en San Carlos a los 17 días del mes de Mayo del 2017.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Nahir Carballo', is written over a horizontal line. The signature is stylized and includes a vertical stroke that extends above and below the line.

Firma: DRA. NAHIR DEL CARMEN CARBALLO

Cedula y teléfono: V-11.961.711

ANEXO E

BLOQUERA FERRECONSTRUCCIONES PODEROSO C.A.



Visita a bloquera se aprecia el almacenamiento de los bloques



Fabricacion de bloques por medio de la ponedora



Mezcladora de 5 HP utilizada en la preparacion de la mezcla para la fabricacion del bloque



Ponedora de bloques de 6 HP y 10 bloques

ANEXO F

BLOQUERA PROYECTOS E INVERSIONES VICJOSVH C.A



Mezcladora de 7.5 HP utilizada en la preparación de la mezcla para la fabricación del bloque



Ponedora de bloques de 3.60 HP y 4 bloques

ANEXO G

BLOQUERA COOPERATIVA MONCHE R.L.



Almacenamiento de los bloques despues del curado

ANEXO H
BLOQUERA ALTAMIRA C.A.



Curado de los bloques duracion del riego 8 min 3 veces al dia para esta blquera.



Almacenamiento de los bloques de 15 cm

ANEXO I

BLOQUERA COOPERATIVA YO REINARE JESUS R.L.



Mezcladora de 7 HP para la preparación de la mezcla para la elaboración de los bloques.



Ponedora de 5 HP y 5 bloques



Bloques de 15 cm recién fabricados

ANEXO J

BLOQUERA EMPRESA MIXTA COJEDES PRODUCTIVO.







