



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA A DIFERENTES PROCESOS DE LA CONSTRUCCIÓN.

Autora: Maria Jimena Uribe Granados

Tutor: Arquitecto Vicente Blanco Giménez

Universidad Politécnica de Valencia

Máster en Arquitectura Avanzada, Paisaje, Urbanismo y Diseño

Valencia, España

2021-2022

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA A DIFERENTES PROCESOS DE LA CONSTRUCCIÓN.

MARIA JIMENA URIBE GRANADOS

Trabajo de investigación presentado como requisito para optar al título de:

Master en Arquitectura Avanzada, Paisaje, Urbanismo y Diseño

Tutor:

Arquitecto Vicente Blanca Giménez

Universidad Politécnica de valencia
Valencia, España
2021- 2022

Agradecimientos

Inicialmente agradezco a Dios y mi familia por la oportunidad que me han brindado de continuar con mis estudios y porque han sido un apoyo incondicional durante este proceso.

Así mismo, un agradecimiento a mi director de tesis Arquitecto Vicente Blanca Giménez que me ha guiado y ayudado con su conocimiento durante todo el desarrollo del trabajo final de master.

Y por último un agradecimiento a todos mis compañeros que de otra manera aportaron y nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y personal.

Resumen

La afectación a los recursos naturales y la conciencia sobre la producción y el consumo han generado grandes problemas relacionados al impacto ambiental; es por esto que hoy en día todo servicio y/o producto debe ser pensado en el bienestar del ecosistema y pensando en las futuras generaciones , por esta razón la finalidad de este trabajo es aplicar una metodología de análisis del ciclo de vida en los procesos de la construcción, basándonos en la cuantificación del impacto ambiental , donde se tendrán unos indicadores que muestran la afectación de la construcción.

Vemos con frecuencia un “BOOM” sostenible relacionado tanto en productos como en servicios en diferentes áreas, sin embargo, muchos de estos cumplen con un pequeño objetivo sostenible, pero al revisar su ciclo de vida podemos ver que el impacto generando ya sea en su producción, en su disposición final y/o su vida útil no es el adecuado y genera los mismos inconvenientes que productos y actividades convencionales han generado a través de varias décadas con un fuerte impacto ambiental negativo.

Es necesario buscar soluciones a estos problemas, en este caso desde la construcción, por medio de una evaluación del ciclo de vida de ciertas actividades que se realizan desde el sector de la construcción.

Por esta razón con este trabajo final de master planteo generar una plantilla evaluativa que al ingresar ciertos datos informativos de ciertas actividades de como resultado una calificaciones y evaluación fin del ciclo de vida evaluando cada etapa de construcción teniendo en cuenta ciertos parámetros.

PALABRAS CLAVES: Análisis del ciclo de vida, construcción, evaluación, indicadores, procesos.

Abstract

The impact on natural resources and awareness of production and consumption have generated major problems related to environmental impact; this is why today every service and/or product must be thought about the well-being of the ecosystem and thinking about future generations. For this reason, the purpose of this work is to propose a methodology for analyzing the life cycle of processes in the construction, based on the quantification of the environmental impact, where there will be some indicators that show the impact of the construction.

We frequently see a sustainable "BOOM" related to both products and services in different areas, however, many of these meet a small sustainable objective, but when reviewing this life cycle we can see that the impact generated either in their production or in its final disposal and its useful life is not adequate and generates the same inconveniences that conventional products and activities have generated over several decades with a strong negative environmental impact.

It is necessary to seek solutions to these problems, in this case from the construction sector, through an assessment of the life cycle of certain activities carried out by the construction sector.

For this reason, with this final master's work, I seek to generate an evaluative template that by entering certain informative data of certain activities results in a qualification and end-of life evaluation evaluated from the construction stage, considering certain parameters.

KEY WORDS: Life cycle analysis, construction, evaluation, indicators, processes.

Contenido

Resumen.....	VII
Contenido	IX
Lista de figuras	XI
Lista de tablas	XII
Lista de Símbolos y Siglas	XIII
Siglas.....	XIV
Introducción.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Contexto	2
1.2 Antecedentes	3
1.3 Identificación del problema	6
1.4 Justificación	8
1.5 Objetivos	9
1.5.1 Objetivo general	9
1.5.2 Objetivos específicos.....	9
1.6 Hipótesis.....	10
1.7 Metodología.....	11
2 ESTADO DEL CONOCIMIENTO	13
2.1 Conceptos generales	13
2.1.1 Ciclo de vida de un producto	13
2.1.2 Fases de un estudio de ACV	17
2.1.3 Evaluación de los impactos medioambientales.....	21
2.1.4 Evaluación ambiental	23
2.1.5 Ecodiseño.....	25
2.1.6 Construcción sostenible	25
2.1.7 Análisis del ciclo de vida de un producto.....	26
2.1.8 Análisis del ciclo de vida de una edificación.....	29
2.1.9 Indicadores	29
3. APLICACIÓN DEL ANALISIS DEL CICLO DE VIDA PARA EDIFICACIONES.....	39
3.1 Alcance.....	40
3.2 Funciones:.....	41
3.3 Límites del sistema:	42

3.4	Categorías de impacto:.....	43
3.5	Metodología para la evaluación.....	44
3.6	Inventario	45
3.7	Resultado a obtener	47
3.8	Afectaciones en cada proceso.....	47
	4. PROYECTO DE ESTUDIO	51
4.1	Medición del impacto negativo según matriz.....	61
	5. RESULTADOS COMPARATIVOS DE LA EVALUACIÓN	80
	6. MITIGACIÓN DE IMPACTOS.....	91
	7. DESARROLLO SOSTENIBLE	95
	CONCLUSIONES	97
7.1	Conclusiones específicas	97
	REFERENCIAS	103
	ANEXOS	105

Lista de figuras

Figura 1 Arbol de problemas	7
Figura 2 Vida de un producto	14
Figura 3 Evaluación del ciclo de vida	15
Figura 4 Evaluación del ciclo de vida	21
Figura 5 Proceso de entradas y salidas	23
Figura 6 Métodos de impacto ambiental	24
Figura 7 Esquema básico de entradas-proceso-salidas	25
Figura 8 Aplicaciones en el ACV de productos	27
Figura 9 Valores estándar del eco indicador.....	31
Figura 10 Sistema-proceso y actividad.....	41
Figura 11 Indicadores ambientales.....	43
Figura 12 Inventario de actividades	46
Figura 13 Zonificación primer piso.....	52
Figura 14 Zonificación segundo piso.....	52
Figura 15 Planta arquitectónica primer piso	53
Figura 16 Planta arquitectónica segundo piso	54
Figura 17 Fachada principal Vivienda caso de estudio	55
Figura 18 Render exterior vivienda caso de estudio	56
Figura 19 Render exterior 2 vivienda caso de estudio	57
Figura 20 Imágenes interiores vivienda caso de estudio	58
Figura 21 Imagen interior 2 vivienda caso de estudio	59
Figura 22 Etapa de entrada	83
Figura 23 Etapa de proceso	84
Figura 24 Etapa de salida	85
Figura 25 Etapa de residuos.....	86
Figura 26 Etapa de transporte.....	87
Figura 27 Impacto por actividades de la etapa de entrada.....	88
Figura 28 Impacto por actividades en la etapa de proceso.....	89
Figura 29 Impacto por actividades en la etapa de salida.....	89
Figura 30 Impacto por actividades en la etapa de residuos	90
Figura 31 Impacto por actividades en la etapa de transporte	90
Figura 32 Alternativas para residuos generados.....	93
Figura 33 Objetivos de desarrollo sostenible	96

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Indicadores en mili puntos de metales Férricos.....	32
Tabla 2 Indicadores en mili puntos de metales No férricos	32
Tabla 3 Indicadores en mili puntos de procesado metales	33
Tabla 4 Indicadores en mili puntos de producción plástico granulado	33
Tabla 5 Indicadores en mili puntos de caucho	34
Tabla 6 Indicadores en mili puntos de producción de embalaje.....	34
Tabla 7 Indicadores en mili puntos de producción químicos.....	34
Tabla 8 Indicadores en mili puntos de producción construcción.....	35
Tabla 9 Indicadores en mili puntos de producción de transporte.....	36
Tabla 10 Indicadores en mili puntos de reciclado	37
Tabla 11 Información proyecto.....	42
Tabla 12 Matriz de equivalencias en mili puntos	45
Tabla 13 Afectación por actividades.....	47
Tabla 14 Matriz aspecto e impacto por actividades	49
Tabla 15 Áreas de proyecto	60
Tabla 16 Actividades y subactividades.....	62
Tabla 17 Eco indicador según materiales	63
Tabla 18 Entradas caso de estudio.....	71
Tabla 19 Procesos -Caso de estudio.....	74
Tabla 20 Salidas- Caso de estudio	76
Tabla 21 Residuos- Caso de estudio	78
Tabla 22 Transporte- Caso de estudio	79
Tabla 23 Mitigación de impactos según actividades.....	91
Tabla 24 Mitigación de impacto durante la construcción.....	94

Lista de Símbolos y Siglas

Símbolos

Símbolo	Término
G	Gramos
H	Horas
Kg	Kilogramos
kg/m ³	Kilogramo por metro cúbico
kN	Kilonewton
kPa	Kilopascal
L	Litro
Lb	Libra
M	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
Mg	Miligramo
PEAD	Polietileno de alta densidad
MPa	Mega pascal

Siglas

Sigla	Institución
<i>ONU</i>	Organización de Naciones Unidas
<i>ODS</i>	Objetivos de Desarrollo Sostenible
<i>SI</i>	Sistema Internacional de Unidades
<i>ACV</i>	Análisis del ciclo de vida
<i>LEED</i>	Leadership in Energy & Environmental Design
<i>EA</i>	Evaluación ambiental
<i>EIA</i>	Estudio de impacto ambiental
<i>ICV</i>	Inventario del ciclo de vida
<i>EICV</i>	Evaluación de impacto de ciclo de vida
<i>IA</i>	Indicadores ambientales
<i>LCA</i>	Life cycle assessment
<i>RSU</i>	Sólidos urbanos

Introducción

El daño y deterioro que se viene presentando en los recursos naturales y medio ambiente en general afecta seriamente la vida humana y la naturaleza; todo esto se ha generado por la intensa actividad humana a través de tantos años, y esta consecuencia además de afectar el ecosistema afecta la calidad de vida de las generaciones futuras. Por esta problemática, todos los temas relacionados a la preservación del medio ambiente han tomado un importante eje en todos los sectores de los países; buscando frenar y mitigar los efectos negativos que se están causando por las actividades humanas.

Este trabajo final de master tiene como finalidad analizar y evaluar el ciclo de vida (ACV) de los procesos de la construcción (de forma completa en vivienda y de forma parcial en obras de otro tipo), teniendo en cuenta la fase de construcción; de esta manera revisar y comparar el daño y/o beneficio que estamos causando con su producción y uso, enfocado a buscar y aportar a la reducción de la problemática ambiental que genera la ejecución y procesos de actividades realizadas en la construcción.

Para el desarrollo del trabajo inicialmente busco realizar un contexto enfocado en la problemática actual del mundo referente al impacto ambiental causado por el desarrollo de productos y servicios de la construcción, posteriormente se busca desarrollar una herramienta (plantilla de Excel) en donde se analice, se evalúe diferentes actividades; en esta herramienta se tendrá en cuenta únicamente la fase de ejecución de la construcción.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Contexto

A través de los años y durante muchas décadas el ser humano ha venido causando gran daño al medio ambiente buscando responder a las necesidades y exigencias de "desarrollo" del mundo.

El sector de la construcción es sin duda uno de los más importantes para la economía de muchos países y es uno de los sectores que más daño causa al medio ambiente, (Martínez, 2012) posiblemente no existe un sector con mayor potencial de contribución negativa a la sostenibilidad como el de la construcción, en donde se emplea la mitad de los recursos naturales (Martínez, 2012); sin embargo, se ha tomado conciencia y se han generado posibles soluciones para no causar este impacto negativo. Por esta razón se busca reducir las emisiones de gases efecto invernadero y generar mejores productos y avances que no afecten el medio ambiente. Todo esto se logra generando una buena gestión de residuos, saneamiento de aguas, exigencias en normativas ambientales.

En los últimos años se ha analizado el fuerte impacto ambiental asociado al proceso de los productos y servicios, estos generan residuos y consumen recursos naturales, daños a la capa de ozono, combustibles fósiles, energía etc.; muchos de estos están relacionados a un sistema lineal el cual se basa en tener un producto con un ciclo de vida relativamente corto y sin pensar en aprovecharlo y reutilizarlo. (Vázquez, 2014)

Es por esta razón que se deben lograr diferentes soluciones desde el sector de la construcción a los problemas ambientales actuales generados por el consumo irresponsable y desmedido de los recursos.

En el año 2015 las Naciones Unidas en consenso con 193 países se plantearon una hoja de ruta para la sostenibilidad para el 2030 estos objetivos son 17 enfocados en 5 focos (Naciones Unidas, 2020).

Este trabajo de investigación se enfoca en dos de los diecisiete objetivos planteados por las naciones unidas; los objetivos número 9 Industria, innovación e infraestructura el cual tiene como meta "Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad", "y el número 12 Producción y consumo responsables buscando lograr la meta "De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización" (Naciones Unidas, 2020).

1.2 Antecedentes

Durante millones de años, el crecimiento era algo positivo, ya que crecían los árboles, se alimentaban las especies, existían mayor diversidad en la tierra, pero todo esto cambio con la llegada de la industrial que altero significativamente el equilibrio natural de los materiales en el planeta.

La población fue creciendo y por esta razón se fue necesitando más y más recursos, se tuvieron que buscar diferentes alternativas para deshacerse de los desperdicios y tras varios años aparecieron conflictos entre las culturas por los recursos, la tierra y el alimento.(McDonough & Braungart, 2005)

Los humanos somos la única especie que toma de la tierra amplias cantidades de nutrientes necesarios para procesos biológicos y que normalmente no se devuelven de forma reutilizable (libreo).

Históricamente, la construcción, así como ha sido un eje fundamental para la economía de todos los países del mundo también requiere un consumo elevado de materias primas y energía del ecosistema y esto sin duda genera grandes cantidades de emisiones contaminantes para el medio ambiente.

Ningún ingeniero ni arquitecto diseño nuestra actual economía industrial fue un proceso que se dio y que nadie diseño ni tiene el control; y es desde ahí donde radica el problema mcdonough y Braungart lo muestran en su libro,(McDonough & Braungart, 2005) durante mucho tiempo el ser humano intento hacer sus productos mejores que la naturaleza y pasar por encima de la madre naturaleza, hoy en día hemos logrado

tener una independencia de estos elementos de la naturaleza, pero esa búsqueda de independencia ha sido a un alto precio y ha traído muchos problemas de ese sistema industrial ya que no es sostenible en el futuro .

El daño e impacto sufrido durante décadas fue tan fuerte y tan grave que como nos expresa William McDonough en su libro "cradle to cradle" los esfuerzos por una industrial con menor impacto se remontan a los primeros estadios de la revolución industrial, cuando las factorías eran tan destructivas y contaminantes que tenían que ser controladas para que no causaran enfermedades inmediatas o la muerte". (McDonough & Braungart, 2005)

La mayoría de los productos que encontramos actualmente en el mercado se crearon con materiales cuya extracción y fabricación necesitan unos gastos y un esfuerzo significativo, y de hecho estos están depositadas en un vertedero sin ningún tipo de uso; esto como resultado de un sistema industrial diseñado de forma lineal en donde se extraen los recursos, se transforman en productos, y al final, se arrojan a un basurero; lo que logramos con este sistema es tener día a día más residuos, agotar los recursos y no tener donde disponer lo que desechamos esos "residuos" desde ahora debemos pensar en un sistema circular donde todo sea un proceso continuo.

De hecho, como nos señalan en el libro "cradle to cradle" más del 80 por 100 de los gastos en tecnología medioambiental se ha destinado a soluciones de "finales de tubo" (McDonough & Braungart, 2005), es decir debemos comprender del daño que estamos causando desde la concepción de ese servicio de producto desde la cuna y las materias primas no podemos pensar en que algo que inicia mal al final le damos una disposición correcta tratando de remediar el daño.

Así como lo señalan en el libro "cradle to cradle" existen los conocidos como productos toscos en donde el diseño busca ser atractivo y accesible, con un buen rendimiento y dure lo suficiente para satisfacer las necesidades del mercado pero al revisar al detalle estos productos no están diseñados para la salud humana ni ecológica, se puede identificar que durante su proceso pueden emitir gases tóxicos, algunos de estos en sus materias primas lo encontramos, muchas veces ese componente utilizado que viene siendo parte del ensamblaje del producto que adquirimos está causando un gran daño para

la salud humana o para el medio ambiente ocasionado una disminución de la calidad del aire que tenemos. (McDonough & Braungart, 2005)

Es claro que toda actividad genera un impacto tanto positivo como negativo lo que se debe lograr es ese impacto negativo se reduzca en gran cantidad y ese es el verdadero reto hoy en día partir desde el diseño y concepción. La revolución espera un mundo movido por energías renovables, productos saludables y seguros para el medio ambiente. Reducir, evitar, minimizar, sostener limitar y detener ese impacto ambiental importante.

Por esta razón, para evaluar medioambientalmente se debe inicialmente reconocer, cuantificar y calificar tantos los recursos utilizados como las emisiones generadas en cada una de las etapas desde la concepción hasta el proceso productivo como su disposición final; Buscando apunta hacia una economía circular donde se aproveche cada uno de los productos, recursos y su uso se convierta en un círculo para su aprovechamiento antes de ser desechado ocasionados impactos.

Los métodos de evaluación ambiental se estructuran en tres grandes grupos: Aquellos basados en la valoración de actuaciones, establecidas en créditos a los que se asocia un número de puntos en función de la importancia en los impactos asociados al crédito. En este grupo se encuentran los modelos LEED, (USGBC) y BREEAM.) (Martínez, 2012)

Uno de los métodos utilizados hoy en día para la evaluación ambiental es el análisis de ciclo de vida inicialmente se empezó a desarrollar y realizar en la década del 70, enfocado hacia la problemática energética que se venía presentando en la época; por esta razón estaba limitado a verificar y evaluar temas relacionados a la energía en el proceso de producción de los productos y verificación del consumo energético que generaba; buscando ahorrar la mayor cantidad de energía posible en su producción y en su consumo, sin embargo a través de los años se ha venido desarrollando no solo en el ámbito energético sino en el consumo de recursos materiales y emisiones de residuos que genera llegando a él análisis que tenemos hoy en día; ahora reconocemos el análisis de ciclo de vida como una herramienta líder para poder entender y gestionar los riesgos que tienen los productos y/o servicios. (Haya, 2016)

Algunas herramientas están enfocadas en generar un esquema de datos que funcionan como indicadores del proyecto que se establecen como un parámetro comparativo, algunos sistemas de indicadores fusionan la información contenida en una expresión numérica. (Martínez, 2012)

1.3 Identificación del problema

El cuidado y conservación del medio ambiente es un punto importante en todos los proyectos hoy en día, por esta razón vemos con más frecuencia nuevas acciones que están dirigidas a disminuir y evitar los efectos negativos que se provocan en el medio ambiente.

Si bien todas las actividades y procesos generan impactos medioambientales y consumos de recursos tanto positivos como negativos, es clave la identificación y descripción de cada etapa de los productos para tomar medidas y generar soluciones. (Sanz, 2014)

El sector de la construcción es uno de los sectores con mayor importancia económica y social en todos los países del mundo, generando gran crecimiento económico para los países y esto ha tenido grandes implicaciones con el entorno provocando impactos significativos para el medio ambiente desde la etapa de producción, como de usar o deshacer sus productos (over arup + partners, 1993; Anink, D et al, 1996, aguado, A et al, 1997; Fábregas, J et al, 1998; U.S.A- doe, 1998; Symonds Group, 1999, ITeC,2000)

El problema al cual se busca una solución con este trabajo final de master desde el área de la construcción es por medio de una metodología clara para evaluar, entender y mitigar los impactos ambientales generada por los procesos tanto en su producción, uso, y disposición final de productos, servicios y actividades utilizados regularmente en la construcción.

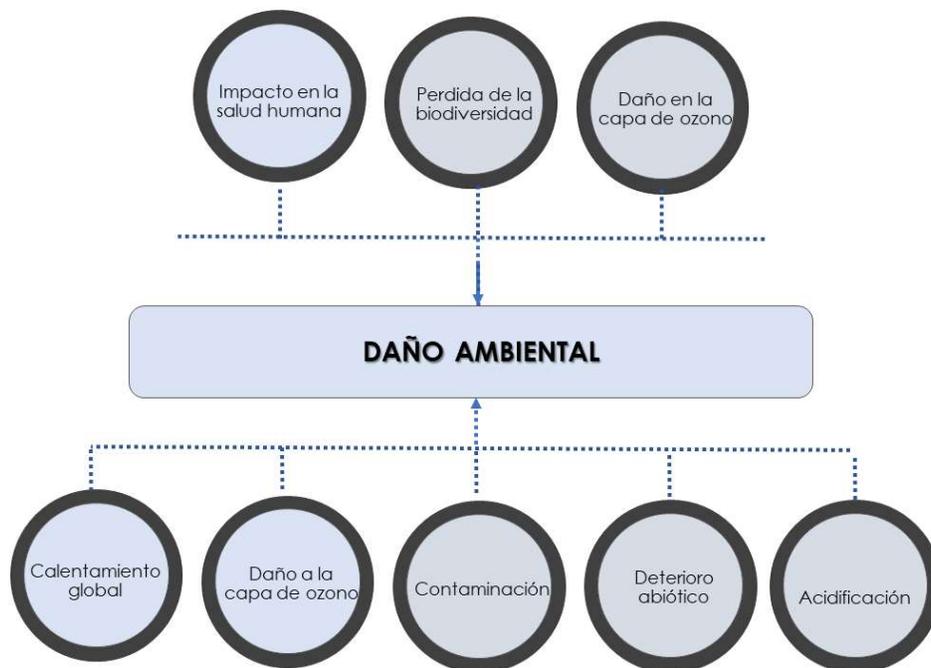
Si los humanos queremos sobrevivir debemos aprender a imitar a la naturaleza en su sistema de la cuna a la cuna, en donde el propio concepto de desecho no existe. (McDonough & Braungart, 2005)

Con la evaluación ambiental se facilita medir el impacto negativo que la construcción está causando sobre el medio ambiente, es clave construir modelos y herramientas para interpretar el comportamiento. Pero enfocados en el análisis del ciclo de vida entendiendo que desde el esquema básico de los sistemas se debe definir ENTRADAS- PROCESOS – SALIDAS (Martínez, 2012)

Entre las causas que identificamos son los procesos desmedidos que tienen lugar para dar respuesta a las necesidades y exigencias del desarrollo humano en el sector de la construcción. (Sanz, 2014)

Se realiza un análisis de la problemática actual referente a el ciclo de vida de actividades de la construcción, realizando un árbol de problemas partiendo del problema principal que es el daño ambiental causado y con esto los efectos y las causas generados por la práctica y uso desmedido, lo exponemos en la imagen a continuación

Figura 1 Arbol de problemas



*Nota. En la parte inferior del grafico se ven las causas del problema y en la parte superior las consecuencias.
Elaboración propia*

1.4 Justificación

Teniendo en cuenta la problemática expuesta, se busca reducir el impacto causado desde la concepción, los procesos y vida de los servicios que son usados en la construcción.

Por medio de las cuatro "R" reducir, reutilizar, reciclar y regular. En la reducción, aunque en muchas ocasiones en una solución pequeña, si somos conscientes y cada uno de nosotros ponemos nuestro aporte podemos lograr grandes cosas. En cuanto reciclar muchas veces ese uso de materiales reciclados para generar nuevos productos puede que no resulte tan bueno como pensamos ya que muchas veces al darle un nuevo uso se requiere gran cantidad de elementos y daños al medio ambiente.

Y de esta manera seguimos diseñando materiales y sistemas que no son apropiados para el uso interno. Considerando edificios energéticamente eficientes, sin duda ha traído grandes beneficios en donde ahora logramos tener reducciones en la calefacción y reducción anual requerida, sin embargo, existen una mayor concentración de aire en el interior y si estos materiales que encontramos en el interior provienen de diseños contaminantes en el interior se requerirá mejor calidad de aire es decir mayor circulación de aire.

Y como lo señala McDonough y Braungart en su libro "cradle to cradle" "ser menos malo es aceptar las cosas como son, creer que los sistemas pobremente diseñados, deshonorosos y destructivos son lo mejor que los seres humanos pueden hacer" (McDonough & Braungart, 2005)

Los productos pueden estar compuestos por materiales que sean biodegradables y que y que llegan a ser parte de ciclos biológicos permaneciendo sanos y exitosos.

Teniendo en cuenta la problemática expuesta y al no tener la regulación en los productos que se producen y comercializan, generando diferentes efectos en el medio ambiente y la salud pública se busca solucionar esta problemática ambiental desde la

construcción y enfocarlo en investigaciones asociadas a estudios y valoraciones en el ciclo de vida de servicios

Las problemáticas que se plantean para el desarrollo de este trabajo fin de master son:
¿Son los productos llámanos "sostenibles" verdaderamente sostenibles? ¿Son necesarios la fabricación y producción de todos los productos que tenemos en el mercado?
¿Afecta al medio ambiente la producción de los productos arquitectónicos tanto en su producción, comercialización o vida final?

es clave crear sistemas de información ambiental que con herramientas y una metodología clara y sencilla puedan evaluar y muestren con información cuantitativa, el impacto del entorno construido para, de esta manera, lograr un alto nivel en el análisis ambiental realizado.

1.5 Objetivos

Los objetivos de este trabajo final de master se orientan hacia los aspectos medio ambientales enfocado en el estudio análisis del ciclo de vida de los productos y servicios de la construcción, para posteriormente poder interpretar con fundamento y metodología cada uno de los productos que utilizamos, su ventajas, desventajas y posibles mejoras en el diseño y fabricación.

1.5.1 Objetivo general

Por lo tanto, se propone como objetivo principal una metodología de valoración mediante el análisis del ciclo de vida de procesos de la construcción, basada en lo descrito en la norma ISO 14040, de esta manera poder identificar, clasificar y caracterizar los aspectos medioambientales más relevantes y generando una evaluación.

1.5.2 Objetivos específicos

Para realizar el objetivo principal planteado se tiene en cuenta unos objetivos específicos durante el desarrollo del trabajo.

- Identificar cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto y/o servicio, reconociendo el consumo de recursos y el daño que generan en cada una de estas.
- Realizar un estudio exhaustivo sobre programas, plantillas e información de análisis de ciclo de vida de productos en diferentes áreas tanto en el ámbito internacional como nacional, de esta manera conocer diferentes sistemas y su viabilidad.
- Realizar un estudio de inventarios, procesos, materias primas y demás información de diferentes productos que permita alimentar y nutrir la plantilla de trabajo, y de esta manera generar un modelo de inventario.
- Definir los límites del sistema a estudiar para poder tener una comparación certera entre las entradas y salidas.
- Realizar la estructura de una plantilla en Excel donde al realizar el diligenciamiento permitirá analizar el ciclo de vida de fases de las etapas del proyecto en la fase de ejecución.
- Realizar la evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados con las mismas y la interpretación de los resultados obtenidos.
- Examinar los sistemas de indicadores ambientales para conocer y determinar el que mejor se adapte a la valoración ambiental aplicado a una construcción.

1.6 Hipótesis

Por medio de la hipótesis se busca generar un eje direccional de la investigación realizada mostrando lo que posiblemente podremos obtener y finalmente como se concluirá; específicamente se busca conocer y tomar respuesta de por medio de una herramienta que facilite de forma clara y simple el proceso de análisis del ciclo de vida que encontramos y usamos comercialmente para la construcción.

Específicamente en los componentes de una edificación para de esta manera valorar el impacto negativo al ser comparado con indicadores ambientales en una escala de edificación

- Reconocer los daños generados
- Tener soluciones de posibles nuevos productos y/o servicios que no son tan atractivos para el comprador y constructor pero que responden a la necesidad de cuidado y responsabilidad ambiental.

1.7 Metodología

La metodología utilizada para este estudio está basada en la norma ISO 14040 con el concepto general de evaluación ambiental (EA) articulada con el desarrollo de la investigación con indicadores ambientales y generando un sistema de ENTRADAS-PROCESO Y SALIDAS de un proyecto.

Ese proceso formula una investigación cualitativa que muestra la problemática ambiental de las actividades de construcción y en tanto se definen como elementos y proceso medibles y cuantificables.

Por una parte, con este trabajo final de master se quiere lograr un mejor análisis de impacto ambiental de una construcción, y, por otro lado, implementando la metodología de análisis del ciclo de vida.

Como lo describe la ISO 14040, con el Análisis de Ciclo de Vida. Esta metodología de evaluación está diseñada para identificar el comportamiento ambiental de un proyecto en cada una de las etapas del proceso es decir que para el caso puntual de este trabajo de investigación estará relacionado con las actividades llevadas a cabo en una construcción y, en cada uno de sus componentes, es decir, materiales y energía utilizada y requerida durante esas actividades de construcción. (Fullana i Palmer, 1999)

La investigación busca la aplicación del ACV desde el diseño de una matriz aplicada a el caso de estudio que se relaciona a una construcción, con el objetivo principal de conocer el impacto ambiental de la edificación en el ecosistema y de esta manera tener información que permita reconocer, identificar, prevenir los impactos negativos. (Fullana i Palmer, 1999)

Teniendo en cuenta se definen las 4 etapas principales para el análisis de ciclo de vida. (Haya, 2016)

1. Definición de objetivos y alcance del estudio
2. Análisis del inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema
3. Evaluación de los impactos ambientales
4. Interpretación de los resultados realizado teniendo en cuenta el inventario e impacto analizado.

Es importante hacer claridad de la necesidad de tener datos e información real y clara para poder alimentar la plantilla de análisis del ciclo de vida del producto; ya que a pesar de tener información medio ambiental de algunos productos que encontramos en la construcción, usualmente esta está más relacionada a materiales como acero, plástico, madera, cemento etc. y muchas de esta información poco conocida o de dominio público.

2 ESTADO DEL CONOCIMIENTO

Por medio de un marco teórico mostrando de forma gráfica y clara las ideas encontradas y analizadas durante el desarrollo de trabajo final de master que engloba los conceptos, la teoría y la investigación referente al tema de ciclo de vida de productos.

2.1 Conceptos generales

Como parte del estado del conocimiento se presentarán algunos conceptos básicos relacionados con el ciclo de vida del producto, poniendo en contexto al lector y entender el trabajo investigativo desarrollado, así mismo como base de desarrollo del trabajo investigativo desarrollado; donde se evidencia el proceso para el desarrollo del mismo.

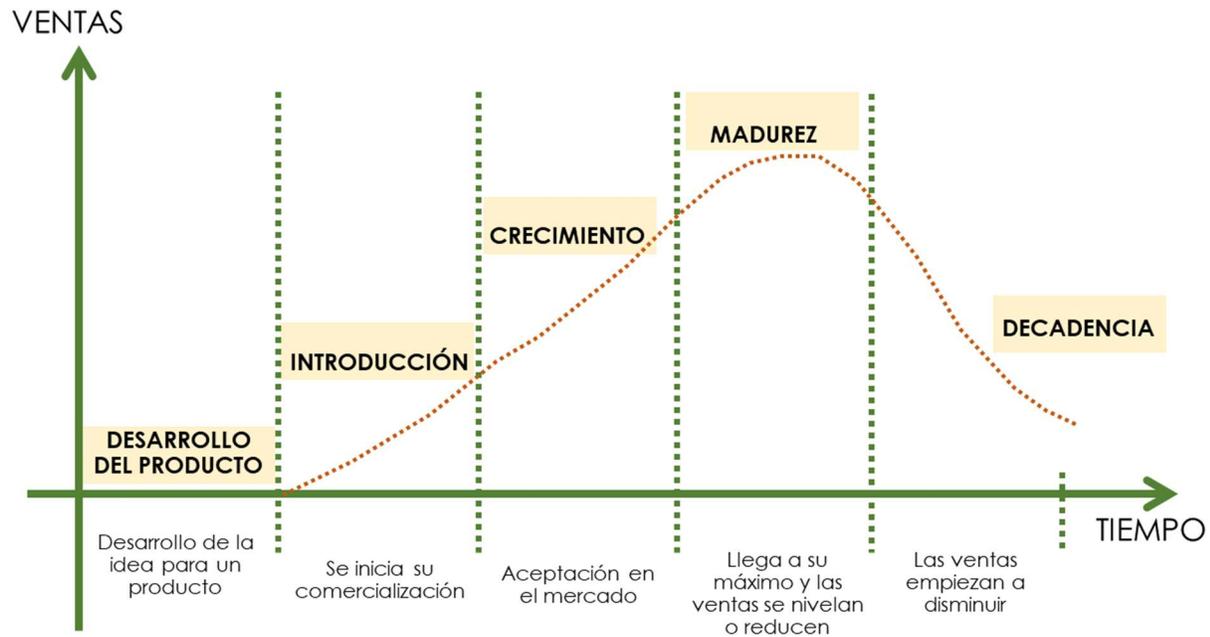
2.1.1 Ciclo de vida de un producto

Según la norma ISO 14040 se entiende el ciclo de vida de un producto como "una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados a un producto: compilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema, evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio". Aunque este no pretende entregar una representación total y absoluta de cada interacción ambiental. (Fullana i Palmer, 1999)

Un producto tiene un componente (ventas vs tiempo) muy importante y esto es lo que marca un ciclo de vida en una gráfica, en donde parte desde la concepción hasta la decadencia (Sanchis, 2020)

A continuación, una imagen del comportamiento del producto en el tiempo referente a su comercialización.

Figura 2 Vida de un producto



Nota. Se ha realizado con base a el análisis e investigación realizado. Fuente: Elaboración propia

El ciclo de vida inicia desde su concepción y diseño si el diseño no cumple con los objetivos sostenibles planteados inicia mal y este no puede terminar de buena manera y finaliza hasta su final de vida asociada con procesos de reutilización y reciclaje. (Oliver, 2013)

Por esta razón el análisis de ciclo de vida es un tipo de evaluación de impacto ambiental que se enfoca en todo el ciclo asociados tanto a productos como a servicios. Y con esto determinar los daños en el ecosistema (Martínez, 2012)

A continuación, se realiza una imagen de la evaluación del ciclo de vida de un producto general. (Haya, 2016)

Figura 3 Evaluación del ciclo de vida



Nota. Se ha realizado con base a el análisis e investigación realizado. Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los procesos y etapas se tiene en cuenta diferentes etapas que se desarrollan desde la adquisiciones de materiales primas que sería la etapa 1 hasta su punto final que sería la etapa 6 relacionada con la gestión de los residuos.(Haya, 2016)

2.1.1.1 Etapa 1. Adquisición de materias primas

En esta etapa está relacionada a todas las actividades necesarias para la extracción de las materias primas y la energía del medio ambiente que se aporta a esas actividades.

Los principales impactos ambientales en la etapa de extracción de materias primas para la elaboración de un producto están relacionados con el consumo energético asociado a este proceso de extracción, la degradación y erosión de las tierras, las emisiones de gases contaminantes, las emisiones de gases de efecto invernadero y los contaminantes hídricos o del suelo. (UNCUMA, s.f.) todas esas actividades son fuertes impactos negativos importantes que se evidencia durante esta etapa.

2.1.1.2 Etapa 2. Proceso y fabricación

En esta etapa está relacionado a las actividades necesarias para convertir las materias primas y energía en el producto diseñado y esperado. En esta fase, el impacto ambiental se debe principalmente a la energía necesaria para fabricar el producto y a la generación de residuos asociada al proceso de fabricación.

La industria genera una gran cantidad de residuos, como sucede con todas las actividades humanas que se realizan, sin embargo, muchos de los cuales son recuperables el problema principal radica en que algunas veces beneficio vs costo no se justifica.

2.1.1.3 Etapa 3. Embalaje, distribución y transporte

En la tercera etapa que se realiza en el ciclo del producto, tenemos el embalaje, distribución y transporte. En si durante esta etapa tenemos 3 subetapas muy importantes y cada subetapa de esta genera diferentes impactos, adicional a esto está muy ligado a la cantidad de producto para su distribución y transporte, en donde juega un papel importante el diseño del producto.

A esta estrategia de integración de los aspectos medioambientales en el diseño del producto con el fin de mejorar su comportamiento medioambiental a lo largo de todo su ciclo de vida, se le llama ecodiseño. (UNCUMA, s.f.) En donde profundizaremos más adelante sobre este concepto.

2.1.1.4 Etapa 4. Uso, reutilización y mantenimiento

Utilización del producto terminado a lo largo de su vida en servicio. La fase de uso y mantenimiento supone un elevado consumo energético y de recursos asociados, ya que esta fase incluye desde la energía eléctrica consumida por el producto si este lo requiere, hasta el transporte de una reparación o un mantenimiento.

Así, el consumo energético representa uno de los principales problemas medioambientales a nivel global, ya que las principales fuentes de energía actuales son de origen no renovables y están asociadas regularmente a elevadas emisiones de gases de efecto invernadero. En tanto, el impacto debido al consumo energético, está estrechamente relacionado con la eficiencia del equipo: cuanto más eficiente, menos consumo asociado. (UNCUMA, s.f.)

2.1.1.5 Etapa 5. Reciclaje

Aquí comienza una etapa muy importante donde en muchas oportunidades ni siquiera los productos lo contemplan, una vez el producto ha cumplido con su objetivo se recicla a través del mismo sistema de producto (ciclo cerrado de reciclaje) o entra en un nuevo sistema de producto (ciclo de reciclaje abierto).

2.1.1.6 Etapa 6. Gestión de los residuos

Los residuos pueden ser reutilizados o reciclados con la finalidad de obtener nuevos productos, valorizados energéticamente con el fin de convertirlos en fuente generadora de energía o eliminados. (UNCUMA, s.f.)

2.1.2 Fases de un estudio de ACV

Al realizar un estudio de análisis del ciclo de vida de un producto se debe tener claridad 4 fases principales, que se tendrán en cuenta para el estudio e investigación aplicado a la plantilla de trabajo que se desarrolla durante este trabajo final de master (Fernandez, 2007) (Carrillo Osorio Mary, 2018)

2.1.2.1 FASE DEFINICION DEL OBJETIVO Y ALCANCE

En esta fase se debe tener claridad del objetivo que se tiene y el alcance que incluyen el nivel de detalle, Se debe tener claridad hasta qué punto se llegará con la aplicación del estudio y en qué sistema este será revisado analizado y evaluado.

En los alcances se debe reflejar claramente la extensión del estudio lo cual implica, de acuerdo a la norma ISO 14040

- Sistema del producto a estudiar.
- Funciones del sistema del producto.
- Selección de la unidad funcional.
- Establecimiento de los límites del sistema.
- Establecimiento de las reglas de asignación de cargas ambientales, tipos de impacto a evaluar, metodología de evaluación e interpretación.
- Tipos y fuentes de datos: requisitos que deben cumplir los datos del inventario.
- Requisitos de calidad de los datos.

2.1.2.2 FASE DE ANALISIS DEL INVENTARIO (ICV)

En la fase de análisis del inventario se realiza un listado de todos los datos tomándolos como entradas/salidas de esta manera se tiene claridad todo lo que ingresa y todo lo que sale antes. Durante y después del proceso del producto.

En la entrada se categoriza como: servicio, software, hardware, materiales procesados.

Con esta definición se incluyen tanto las emisiones de gases contaminantes, como los efluentes de aguas, residuos sólidos, consumo de recursos naturales.

Para el desarrollo de este trabajo final de master se desarrollará de una lista donde se especifiquen las unidades de medida de cada parámetro.

2.1.2.3 FASE DE ANALISIS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (EICV)

En la fase de análisis de evaluación (EICV) se ingresan datos adicionales donde arroja un resultado del inventario del ciclo de vida (ICV) para tener mayor claridad de la importancia ambiental. (Martínez, 2012)

Según la normativa ISO 14042, se debe tener en cuenta los siguientes parámetros para la evaluación del impacto ambiental:

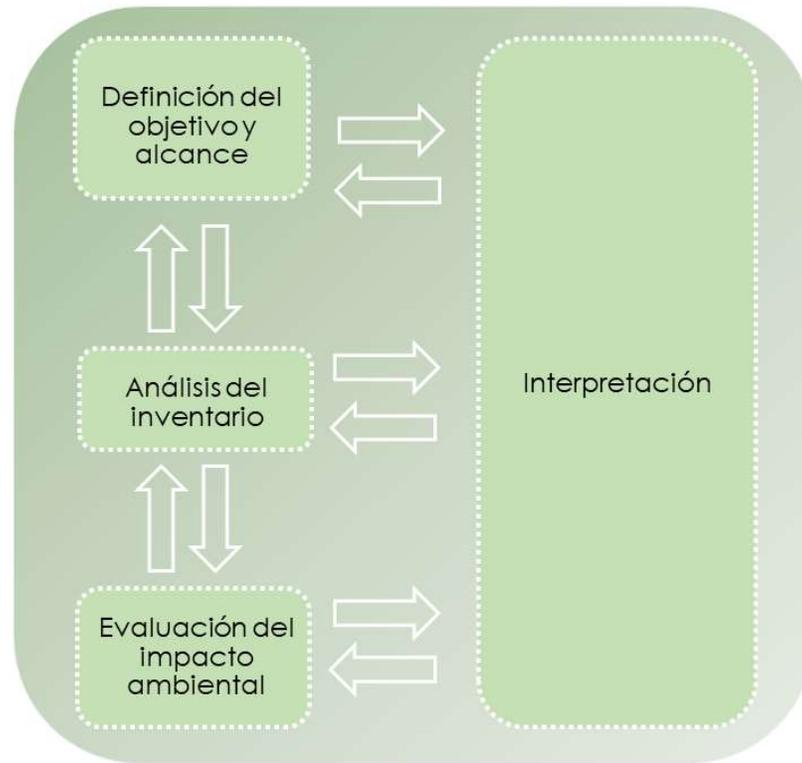
- Selección de las categorías de impacto, indicadores de categoría y modelos.
- Clasificación: en esta fase se asignan los datos procedentes del inventario a cada categoría de impacto según el tipo de efecto ambiental esperado. Una categoría de impacto es una clase que representa las consecuencias ambientales generadas por los procesos o sistemas de productos.
- Caracterización: consiste en la modelización, mediante los factores de caracterización, de los datos del inventario para cada una de dichas categorías de impacto.

2.1.2.4 FASE DE INTERPRETACIÓN

Durante la última fase que es la fase de interpretación es donde se arroja un resultado del ICV y del EICV generando unas conclusiones, recomendaciones y posibles alternativas de mejora

A continuación, una imagen ilustrativa de las etapas del ACV y como estas se retroalimentan y van cambiando durante el desarrollo de cada fase. (Michelini et al., 2017) (*Análisis y Gestión Ambiental*, 2013) (Carrillo Osorio Mary, 2018)

Figura 4 Evaluación del ciclo de vida



Nota. Se ha realizado con base a el análisis e investigación realizado. Fuente: Elaboración propia

En la FASE 3 Y FASE 2 están más relacionadas a recopilar y evaluar datos mientras que la FASE 1 Y FASE 4 es un proceso que se retroalimenta y va cambiando según sea el caso. (Carrillo Osorio Mary, 2018)

Para el desarrollo de esta investigación se tendrán en cuenta las cuatro fases y de esta manera se aplicará a una plantilla de análisis de ciclo de vida de productos para la construcción basados en la norma internacional ISO 14044. que contiene requisitos y recomendaciones.

2.1.3 Evaluación de los impactos medioambientales

La evaluación de los impactos ambientales se entiende como un proceso donde se realiza un análisis que busca reconocer los futuros efectos ya sean positivos y negativos

de determinadas acciones y/o procesos, y con esto tomar alternativas para mejorar y disminuir los negativos; En cuanto a la evaluación de esos impactos ambientales en el ciclo de vida del producto está asociado a unas entradas y salidas que se identifican en un inventario inicial

Esto según la norma ISO 14040 relacionada a la gestión ambiental – análisis del ciclo de vida y donde se exponen los principios y marcos de referencias para comprender. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:es>

Según la norma ISO 14044 para quienes realizan un ACV, detalla los requisitos para efectuar un ACV.

El ACV trata los aspectos ambientales e impactos ambientales potenciales a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto desde la adquisición de la materia prima, pasando por la producción, uso, tratamiento final, reciclado, hasta su disposición final (es decir, de la cuna a la tumba).

La evaluación de los impactos medioambientales asociados con las entradas y salidas identificadas en el inventario, proporciona información para comprender mejor la importancia ambiental de estos potenciales impactos generados. Posteriormente, la interpretación, análisis y evaluación de los resultados de las fases anteriores, permite valorar las ventajas y desventajas de cada etapa de proceso y adoptar estrategias de mejora ambiental, implicando nuevas modalidades de diseño, producción y consumo más sostenibles. (Rieznik & Hernández, 2005)

Esta investigación se concentra en los flujos de entradas y salidas de cada unidad del sistema para esta manera tener unos resultados evaluando y dando alternativas y recomendaciones según las especificaciones de cada producto.

A continuación, se observa una imagen ilustrativa del proceso en donde vemos la entrada y salida por la ejecución de cada uno de los productos y servicios, dentro de ese proceso las etapas de cada producto y/o servicio.

Figura 5 Proceso de entradas y salidas



Nota. Se ha realizado con base a el análisis e investigación realizado. Fuente: Elaboración propia

2.1.4 Evaluación ambiental

La evaluación ambiental tiene como objetivo establecer un parámetro comparativo entre lo actual y las externalidades impactantes y busca determinar el deterioro ambiental (Martínez, 2012)

En la evaluación ambiental se tienen dos métodos principalmente está un modelo matemático y uno estadístico en donde a través de estos se identifican los impactos ambientales.(Martínez, 2012)

Existen varios métodos de evaluación de impacto ambiental (EIA) dependiendo del objetivo a evaluar; con esto se muestra el estado sin embargo se deben con base a esto realizar recomendaciones y mitigaciones de esos impactos encontrados.

Teniendo en cuenta que existe diferentes evaluaciones de impacto ambiental en este trabajo de investigación se enfocara hacia el daño causado es decir se utilizara el eco

indicador 99 así mismo se reconocen otros métodos de impacto como se muestra en la figura a continuación

Figura 6 Métodos de impacto ambiental



“una evaluación de impacto ambiental, cuyo objetivo último es la sostenibilidad, necesariamente debe abarcar las dimensiones social, ambiental y económica, e incluir la variable tiempo, con el fin de lograr un modelo prospectivo” (García, 2006).

La evaluación ambiental enfocada a un proyecto de edificación busca determinar el peso (ambiental) que se ejerce sobre el medio ambiente; y contempla el esquema de ENTRADAS-SALIDAS y los tres componentes que ello conlleva: materiales-procesos y energía. (Martínez, 2012)

Como se muestra en la imagen a continuación

Figura 7 Esquema básico de entradas-proceso-salidas



Nota. Se ha realizado con base a el análisis e investigación realizado. Fuente: Elaboración propia

2.1.5 Ecodiseño

El concepto de ecodiseño introducido hace varias décadas, ha servido como estrategia para la reducción de la huella de carbono y ha sido parte fundamental en el desarrollo de productos. (Ecodiseño, 2015)

El proceso técnico y creativo para solucionar problemáticas concretas, buscando una sociedad más respetuosa y sostenible, y para esto es clave introducir nuevas variables en la ecuación del diseño de aquello que usamos y consumimos.

“El ecodiseño consiste en integrar los aspectos ambientales en la concepción y desarrollo de un producto, con el objetivo de mejorar su calidad y a la vez reducir los costes de fabricación a través de metodologías basadas en el estudio de todas las etapas de su vida” (Sanz, 2014)

Por medio del ecodiseño ayuda a integrar la conciencia medio ambiental, reduciendo el impacto directo sobre la salud humano y el agotamiento de los recursos naturales

2.1.6 Construcción sostenible

“(…) los procesos de urbanización tienen un impacto ambiental significativo en nuestros recursos naturales, al ser unos de los mayores consumidores de recursos naturales y responsables por una gran cantidad de emisiones que contribuyen el efecto del cambio climático. Las edificaciones y la infraestructura que las soporta reemplazan superficies

naturales con materiales impermeables, creando corrientes que transportan contaminantes y sedimentos dentro de las aguas superficiales (...)" (US EPA en Villa, 2008, pág. 2). (Martínez, 2012)

La construcción es solo una pequeña parte del ciclo de vida de una edificación, pero esta es la más compleja y en donde se tiene un mayor impacto negativo.

La construcción sostenible es una práctica en donde se mitiga el impacto sobre el medio ambiente optimizando los recursos y la energía en cada una de las etapas del ciclo del edificio. (Martínez, 2012)

2.1.7 Análisis del ciclo de vida de un producto

El análisis del ciclo de vida se define como la herramienta adecuada para "la recopilación y valoración de las entradas (materia y energía), salidas (productos, emisiones y residuos) e impactos potenciales de un sistema de producción o servicio a lo largo de su ciclo de vida". (De Carvalho Filho, 2001) Conceptualmente este método se mantiene en natural y constante desarrollo, pues a medida que son divulgados nuevos trabajos prácticos con su aplicación, se intercambian informaciones entre usuarios de esta metodología. Todo ello implica un constante proceso de retroalimentación en el método, a ejemplo de lo que ocurrió anteriormente con otras metodologías de gestión. [ISO 14.040, 1997; SETAC, 1998].

Teniendo en cuenta el análisis realizado en el estado de conocimiento se enfocara un sistema para analizar los impactos ambientales generado por los procesos y servicios de los productos que usamos y requerimos para la construcción.

Muchos de los impactos producidos pueden estar mas relacionados con la extracción de las materias primas que por el mismo proceso de manufactura del producto. (Martínez, 2012)

Por esta razón se realizará una plantilla que será una herramienta de gestión ambiental (ACV) para poder conocer y tomar medidas según la evaluación de los productos analizados.

En ese trabajo final de master estará enfocado en cuatro aplicaciones y un análisis estas.

A continuación, se muestra un cuadro con las cuatro aplicaciones que se deben tener en cuenta al analizar los resultados obtenidos en la plantilla de trabajo realizada para el análisis de ciclo de vida en su fase de construcción.

Figura 8 Aplicaciones en el ACV de productos



Nota. Se ha realizado con base a el análisis e investigación realizado. Fuente: Elaboración propia

Así mismo teniendo en cuenta las fases del ACV analizadas y explicadas en el estado del conocimiento se tendrán en cuenta para este trabajo las (4) cuatros fases.

Definición de objetivos y alcance:

Teniendo en cuenta que un ACV puede llegar a ser interminable nos limitaremos a tener una extensión clara relacionada a la fase de construcción de una edificación general.

Inicialmente delimitaremos el **sistema de estudio**, el sistema de estudio estará enfocado en materiales utilizados en la construcción en los acabados, decoración, materiales de enchape, pinturas, y todo tipo de acabado arquitectónico utilizado regularmente para un proyecto de construcción.

En cuanto a la unidad funcional relacionada a la base de cálculo sobre donde se efectúan los balances de materias y energía se tomará teniendo en cuenta la unidad de (kg) de material enfocado en el área de construcción de la edificación seleccionada.

En cuanto a los límites del sistema, lo limitaremos al proceso de construcción del caso de estudio elegido.

se categoriza en 9 temas relacionadas a el impacto ambiental y los daños causados.

- El calentamiento global,
- La acidificación
- El deterioro de la capa de ozono,
- La intoxicación
- Los contaminantes tóxicos
- La destrucción del hábitat
- La desertificación
- El uso del suelo
- El agotamiento de minerales y de combustibles fósiles.

De esta forma, es posible determinar cómo y cuánto impacta al medio ambiente, qué recursos naturales son los más utilizados durante el proceso de construcción, y qué se

puede hacer para solventar y mitigar los problemas de impacto y de gasto de recursos, determinando los momentos de criticidad ambiental que permiten realizar una mitigación de impacto, y que da como resultado un edificio ambientalmente sostenible (Audsley, 2010).

2.1.8 Análisis del ciclo de vida de una edificación

En cuanto al ciclo de vida de una edificación está más relacionada al tiempo comprendido en la etapa de construcción. (Martínez, 2012)

Por esta razón se tendrá en cuenta 7 actividades generales de obra y en cada una de estas identificaremos diferentes subactividades.

Las actividades de construcción principales a tener en cuenta son:

1. Preliminares
2. Cimentación
3. Estructura
4. Muros
5. Instalaciones
6. Acabados
7. Demoliciones

2.1.9 Indicadores

Los indicadores son parámetros descriptivos del estado de un sistema en particular, que permiten la comparación sistemática. De esta forma, un indicador ambiental es una característica particular del ecosistema, cuya comparación sistémica logra establecer el nivel de impacto de un elemento dentro del entorno natural (o artificial). En este capítulo se estudia el concepto de indicador ambiental con el fin de establecer las características de aquellos manejados en nuestro contexto, iniciando en los sistemas de

indicadores que miden el impacto ambiental a escala regional para, finalmente, describir el uso de los eco indicadores como parámetro comparativo que muestra la tendencia de impacto negativo. (Martínez, 2012)

Los indicadores ambientales (IA) son elementos cuantificables del ambiente y se emplean en la gestión ambiental. "Pueden tratarse de variables que sintetizan grandes volúmenes de datos e información estadística, en un conjunto simple de números útiles para monitorear el estado y tendencia del sistema ambiental, y por tanto resultan de utilidad como insumo en un determinado proceso de toma de decisiones. Los indicadores pueden ser empleados, por tanto, para guiar el análisis y gestión de la información sobre el ambiente, a diferentes escalas" (Hunsaker, 1990, pág. 45).

Los indicadores ambientales conforman sistemas de información, desde un esquema comparativo y, contrario a lo que comúnmente se piensa, no arrojan información de la totalidad de un sistema ambiental, tan solo de una de sus partes; es este el motivo que obliga a diseñar sistemas de indicadores, cuando se requiere información precisa, haciendo dispendioso su uso e implementación. (Martínez, 2012)

Una evaluación ambiental necesariamente utiliza indicadores diseñados como 'indicadores de comportamiento ambiental', dado que la finalidad de este tipo de estudio, radica precisamente en mostrar la situación ambiental del medio antes y después de la transformación del paisaje; por supuesto, el mismo principio aplica para las evaluaciones ambientales de edificaciones.

(...) A escala mundial y colombiana existen varias iniciativas para el desarrollo de eco indicadores y su estandarización, tales son, la normatividad del ISO 14031, el "Global Reporting Initiative (GRI)", "World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)". En Colombia existen las iniciativas de CECODES, Responsabilidad Integral, el IDEAM y la Unidad de Política Ambiental del Departamento de Planeación Nacional. (Martínez, 2012)

Para el desarrollo de este trabajo y teniendo cuenta la metodología ACV referente a la

ISO 14040 que hemos explicado a lo largo del desarrollo de este trabajo final de master, se enfocara en El **Eco-indicador 99** este es un método LCA el cual permite la recogida, cuantificación y evaluación de los daños ambientales. (Método et al., n.d.)

Este método está fijado en los estándares ISO 14040 Y especialmente destinado al diseño de productos, convirtiéndose en una herramienta para los diseñadores a la hora de interpretar los resultados de los LCA mediante sencillos números o unidades por medio de valoraciones numéricas.(Goedkoop et al., 1999)

Los eco indicadores son números que expresan el impacto ambiental total, existen diferentes tipos de softwares actualmente que utilizando LCA donde es posible calcular indicadores opciones, sin embargo, estos softwares son pago.

Los valores estándar del eco indicador 99 se clasifican según la imagen a continuación

Figura 9 Valores estándar del eco indicador



Utilizando Eco-indicadores con el método LCA se puede tener coeficientes de ponderación y con esto se puede llegar a calcular un valor para el impacto ambiental

(Goedkoop et al., 1999)

Estos datos se han recopilado teniendo en cuenta las necesidades proceso exigencias del entorno.

“Con el método LCA, la descripción del producto, su ciclo de vida y funcionamiento durante su vida útil recibe el nombre de unidad funcional, Así puede determinarse una cantidad para cada proceso de diagrama de procesos en base a esta unidad funcional y los datos sobre el producto” (Goedkoop et al., 1999)

A continuación, se anexan las tablas que se tendrán en cuenta con su respectivo material e indicadores según sea el caso.

Tabla 1 Indicadores en mili puntos de metales Férricos

Metales férricos (en mili puntos por KG)			
METALES FÉRRICOS			
Material	Indicador	Descripción	código
Hierro fundido	240	Hierro fundido con >2% de carbón	F1
Acero de convertidores	94	Bloque de material con acero primario	F2
Acero de arco eléctrico	24	Bloque de material con chatarra	F3
Acero	86	Bloque de material 80% primario 20% chatarra	F4
Acero alta aleación	910	Bloque de material con 71% acero primario y otros componentes	F5
Acero baja aleación	110	Bloque de material con 93% de acero primario 5% de restos 1% materiales de aleación	F6

Tabla 2 Indicadores en mili puntos de metales No férricos

Metales NO férricos (en mili puntos por KG)			
Metales NO férricos			
Material	Indicador	Descripción	código
Aluminio 100% rec	60	Bloques de material con materiales secundarios	NF1
Aluminio 0% rec	780	Bloques de material con materiales primarios	NF2
Cromo	970	Bloques de material con materiales primarios	NF3

Cobre	1400	Bloques de material con materiales primarios	NF4
Plomo	640	Bloque de material que contiene 50% de plomo secundario	NF5
Níquel enriquecido	5200	Bloques de material con materiales primarios	NF6
Zinc	3200	Bloques de material con materiales primarios	NF7

Tabla 3 Indicadores en mili puntos de procesado metales

Procesado metales (en mili puntos)			
METALES			
Material	Indicador	Descripción	código
Curvado-aluminio	0,000047	Una hoja de 1mm de espesor de 1 m de ancho curvada 90	M1
Curvado-acero	0,00008	Una hoja de 1mm de espesor de 1 m de ancho curvada 90	M2
Soldadura Fuerte (con plata, cobre o latón)	4000	por kg de cobre soldadura, incluyendo material de cobre soldado (45% plata, 27% de cobre, 25% de latón)	M3
Laminado en frio de rollos	18	Reducción de 1 mm cada bandeja de 1m2	M4
Laminado	30	por Kg producido de láminas fuera del material del bloque	M5
Zincado de bandas	4300	por m2 de 20-45 um de espesor	M6
Galvanizado en caliente	3300	por m2. espesor 100um	M7
Baño de zinc (conversión um)	49	por m2	M8

Tabla 4 Indicadores en mili puntos de producción plástico granulado

Producción de plástico granulado (en mili puntos por KG)			
PLÁSTICO			
Material	Indicador	Descripción	código
ABS	400		P1
HDPE	330		P2
LDPE	360		P3
PET	380		P4
PS (GPPS)	370	Uso general	P5

PUR bloques espuma flexible	480	para muebles, camas, ropa	P6
PUR espuma dura	420		P7
PVC rígido	270	PVC rígido CON 10% de plastificantes	P8
PVC Flexible	240	PVC Flexible con 50% de plastificantes	P9

Tabla 5 Indicadores en mili puntos de caucho

Producción de caucho (en mili puntos por KG)			
CAUCHO			
Material	Indicador	Descripción	código
GomasEPDM	360	Vulcanizado con 44% de carbono	C1

Tabla 6 Indicadores en mili puntos de producción de embalaje

Producción de embalaje (en mili puntos por KG)			
EMBALAJE			
Material	Indicador	Descripción	código
Cartón de embalaje	69		E1
Papel	96		E2
Vidrio (marrón)	50		E3
Vidrio (verde)	51		E4
Vidrio (blanco)	58		E5

Tabla 7 Indicadores en mili puntos de producción químicos

Producción de químicos (en mili puntos por KG)			
QUÍMICOS			
Material	Indicador	Descripción	código
Amoniaco	160	NH3	Q1
Argón	7,8	Gas inerte empelado en bombillas, soldadura metales	Q2
Productos químicos inorgánicos	53	Valor medio de producción de químicos inorgánicos	Q3

Productos químicos orgánicos	99	Valor medio de producción de químicos orgánicos	Q4
Gasolina	210		Q5
Diesel	180		Q6
H2	830	Gas hidrogeno , empelado en proceso de reducción	Q7
H2SO4	22	Ácido sulfúrico para limpieza	Q8
HCl	39	Acido hidro clorhídrico. Empelado para procesar metálicas y limpieza	Q9
O2	12	Oxigeno	Q10
Silicato	60	Fabricación de gel, detergentes y limpieza metal	Q11
Urea	130	Fertilizantes	Q12
Zeolita	160	Utilizada en proceso reabsorción y en detergentes	Q13

Tabla 8 Indicadores en mili puntos de producción construcción

Producción de construcción (en mili puntos por KG)			
CONSTRUCCIÓN			
Material	Indicador	Descripción	código
Barniz alquídico	520	Producción y emisiones durante el barnizado, conteniendo 55% de disolventes	C1
Cemento	20	cemento	C2
Material cerámico	28	Ladrillos etc.	C3
Hormigón sin refuerzo	3,8	Hormigón con densidad de 2200 kg/m3	C4
Vidrio templado revestido	51	Para ventanas, cubierta de estaño, plata y níquel (77g/m2)	C5
Vidrio templado no revestido	49	para ventanas	C6
Yeso	9,9	Selenita para rellenos	C7
Gravilla	0,84	Extracción y transporte	C8
Cal	28	CaO. empelado para producir cementos	C9
cal (hidratada)	21	CA(OH)2 empleado para fabricar mortero	C10
Lana mineral	61	para aislamientos	C11

Construcción solida	1500	Estimación para un edificio por m3 de volumen (bienes de equipo)	C12
Construcción en metal	4300	Estimación para un edificio por m3 de volumen (bienes de equipo)	C13
Arena	0,82	Extracción y transporte	C14
Tableros de madera	39	Madera europea (Criterios FSC)	C15
Madera maciza	6,6	Madera europea (Criterios FSC)	C16
Uso del suelo	45	Ocupación como suelo urbano por m2 al año	C17

Tabla 9 Indicadores en mili puntos de producción de transporte

Producción de transporte (en mili puntos por TKM)			
TRANSPORTE			
Material	Indicador	Descripción	código
Camión de reparto <3,5 t	140	Transporte por carretera con 30% de carga, 33% de gasolina sin plomo, 38% gasolina con plomo, 29% de Diesel	T1
Camión 16 t	34	Transporte por carretera con 40% de carga	T2
Camión 28 t	22	Transporte por carretera con 40% de carga	T3
Camión 28 t volumen	8	Transporte por carretera por m3km. Cuando el factor determinante es el volumen y no la carga	T4
Camión 40 t	15	Transporte por carretera con 50% carga	T5
Transporte ferrocarril	3,9	Transporte tren	T6
Buque sistema fluvial	5	Transporte marítimo con 65% de carga	T7
Transporte aéreo medio	78	Transporte aéreo con carga 78%	T8
Transporte aéreo continental	120	Transporte aéreo con carga 62%	T9
Transporte aéreo intercontinental	80	Transporte aéreo con carga 78%	T10

Tabla 10 Indicadores en mili puntos de reciclado

Producción de reciclado (en mili puntos por kg)			
RECICLADO			
Material	Indicador	Descripción	código
Incineración PE	-19	Este indicador puede utilizarse para HDPE y LDPE	R1
Incineración PP	-13		R2
Incineración PUR	2,8	Este indicador puede utilizarse todos Los tipos de PUR	R3
Incineración PVC	37	Liberación de energía relativamente baja	R4
Incineración papel	-12	Gran liberación de energía, emisiones CO2 no contempladas	R5
Incineración cartón	-12	Gran liberación de energía, emisiones CO2 no contempladas	R6
Incineración acero	-32	40% de separación magnética para reciclado, eliminando el hierro crudo	R7
Incineración aluminio	-110	15% de separación magnética para reciclado, eliminando aluminio primario	R8
Incineración vidrio	5,1	Se trata de un material casi inerte	R9
Reciclado de Pe	-240		R10
Reciclado de PVC	-170		R11
reciclado de PAPEL	-1,2		R12
Reciclado de vidrio	-15		R13
Reciclado de aluminio	-720		R14
Reciclado de metales de hierro	-70		R15

Teniendo los valores de cada ítem, estos deben ser usados de forma adecuada y realizar los siguientes pasos para su correcto uso. (Goedkoop et al., 1999)

1. Definir el propósito de cálculo de los eco-indicadores
2. Definir el ciclo de vida
3. Cuantificar los materiales y procesos
4. Rellenar e interpretar los resultados.

Así mismo los valores estándar de los eco indicador se clasifican

- Materiales
- Procesos de producción
- Procesos de transporte
- Procesos de generación de energía
- Escenarios de eliminación

3. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA PARA EDIFICACIONES

Como se expuso en el capítulo anterior la metodología utilizada para este trabajo está enfocada en una valoración del impacto ambiental de una edificación mediante el análisis del ciclo de vida ACV basado en la norma ISO 14040, en donde se permite cuantificar el impacto medioambiental teniendo en cuenta el consumo de recursos y la emisión de residuos durante la ejecución del proyecto.

En esta investigación se presentará los análisis con la metodología ACV resumida en una plantilla creada en una hoja de cálculo, donde al ingresar ciertos datos se evaluará el impacto ambiental negativo de una construcción general.

Se tiene en cuenta y se identifica para el ACV la fase de construcción, la cual es la que genera y requiere mayor recursos y energía:

1. CONSTRUCCIÓN: impactos relacionados a la energía empleada para la construcción y montaje.

El estudio se lleva a cabo teniendo en cuenta los métodos de evaluación ambiental en donde se muestra el consumo energético, La implementación de la metodología ACV, para evaluar un edificio, muestra la tendencia que éste tiene en cuanto a impacto ambiental negativo, al considerar los materiales, la energía y los procesos involucrados. (Martínez, 2012)

Víctor Yépez, Ingeniero de la Universidad Politécnica de Valencia, describe los agentes en la construcción involucrados en la gestión de un proyecto, basado en la ISO 10006: "Entre los actores que intervienen en la construcción de una obra de edificación o de ingeniería civil (promotor, propiedad, usuario final, etc.) destacamos cuatro cuyas relaciones van a determinar la posibilidad de establecer una gestión de proyectos

según el espíritu recogido en las normas ISO 10006. Éstos son los siguientes" (Yepes & Pellicer, 2003):

1. **Proyectista (P)**: será el técnico o el conjunto de ellos cuya misión consiste en definir las especificaciones de las obras en un documento que tradicionalmente recibe el nombre de proyecto.
2. **director (D)**: lo constituyen el conjunto de técnicos que controlan la adecuación de las obras a lo previsto, resolviendo aquellas circunstancias inesperadas.
3. **Constructor (C)**: es la empresa contratista, así como otras subcontratadas por ésta, que materializan la obra de acuerdo al proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa.
4. **Promotor y Gestor de la Infraestructura (PG)**: está representado por la persona o empresa que explota para su beneficio las obras. Pueden ser o no los usuarios finales de las mismas.

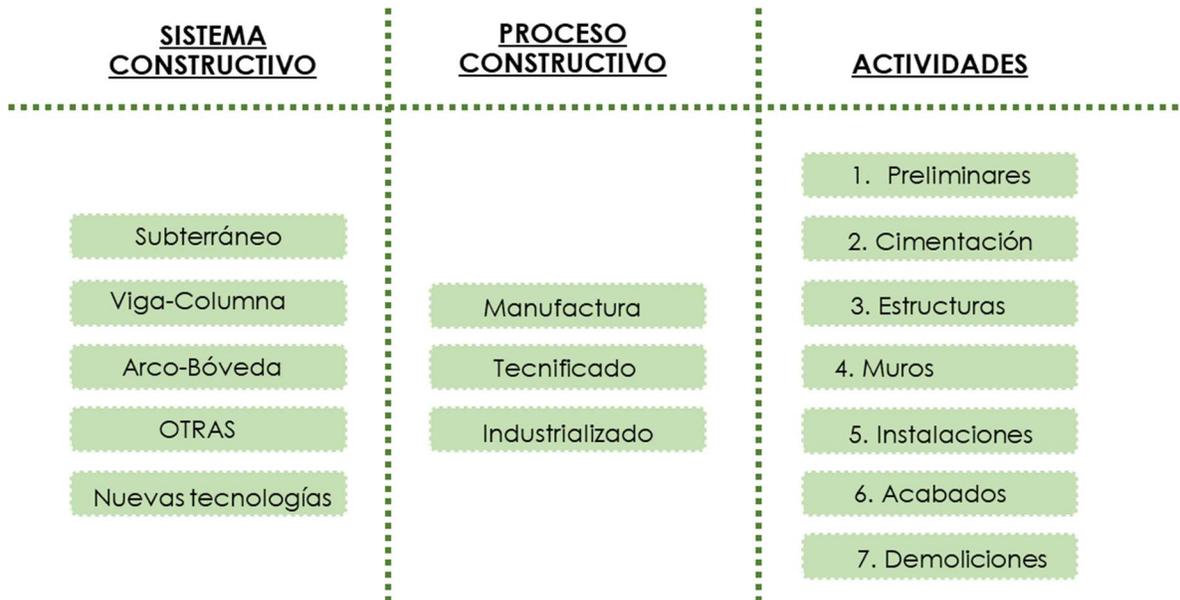
3.1 Alcance

Este trabajo se enfoca en la actividad de la construcción, la cual es la causa un mayor impacto negativo al medio ambiente, el análisis tendrá un aspecto principalmente, en donde se identifica los ítems críticos de impacto relacionados a la construcción de la edificación caso de estudio escogido.

Se revisa que actividades presenta mayor impacto y que materiales causan que este impacto sea mayor.

Se tiene en cuenta las 7 actividades descritas anteriormente (preliminares, cimentación, estructura, instalaciones, muros, acabados y demoliciones) y cada de la de las actividades así mismo está relacionada a diferentes subactividades en un proceso constructivo y un sistema constructivo como se observa en el siguiente cuadro las cuales se pueden interrelacionar entre si durante el proceso y las actividades.

Figura 10 Sistema-proceso y actividad



Nota. Se ha realizado con base a el análisis e investigación realizado. Fuente: Elaboración propia

3.2 Funciones:

Como resultado es un proceso productivo a cada sistema le corresponde un proceso constructivo, una actividad y a su vez se despliegan varias subactividades de cada actividad general que se tiene.

Unidad funcional:

La unidad funcional está definida por el tipo de uso y la estructura que tiene la edificación a analizar.

Tabla 11 Información proyecto

PROYECTO A	
ÁREA LOTE	150 M2
ÁREA CONSTRUIDA	220M2
# PISOS	2
VIVENDAS	1 VIVIENDA
USO	RESIDENCIAL
ESTRUCTURA	COLUMNAS CONCRETO MUROS MAMPOSTERIA
UBICACIÓN	CUCUTA-COLOMBIA

3.3 Límites del sistema:

Se contempla el ciclo de vida de la edificación en su fase de construcción para el desarrollo de este trabajo.

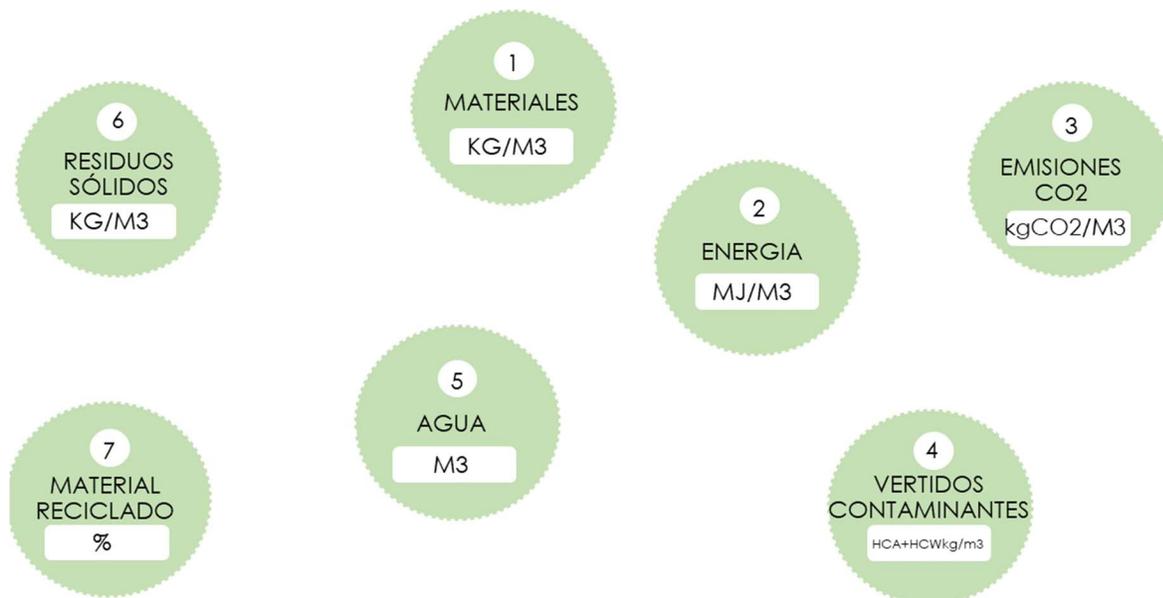
Teniendo en cuenta la gran cantidad de actividades, subactividades y demás procesos que se llevan a cabo durante una construcción, nos enfocaremos en la etapa de construcción, la cual es la que genera un mayor impacto negativo para el medio ambiente.

Se tienen en cuenta los datos de cantidades generados para el proyecto de análisis y de esta manera se contabilizará las cantidades de cada uno de estos durante cada actividad.

3.4 Categorías de impacto:

Se tiene en cuenta 7 indicadores de impacto ambiental para el desarrollo del análisis del ciclo de vida de la edificación.

Figura 11 Indicadores ambientales



Nota. Se ha realizado con base a el análisis e investigación realizado. Fuente: Elaboración propia

1. Materiales- en Kg. /m³ Se toma el peso total de los diferentes elementos que se encuentran en la construcción de la edificación teniendo en cuenta el sistema constructivo utilizado.

2. Energía, en MJ/m³ Se tiene en cuenta un consumo energético asociado a las fases que tienen lugar durante la vida de la edificación, como fabricación de materiales, transporte, climatización, etc.

3. Emisiones de CO₂, en kgCO₂/m³ Son la liberación de dióxido de carbono asociada a todas las fases que tienen lugar durante la vida útil de la edificación como fabricación de materiales, transporte, climatización, etc.
4. Toxicidad ambiental, en HCA+HCWkg/m³ Está relacionado con todas las emisiones o vertidos contaminantes que se realizan y afectan en el aire, el agua y al suelo.
5. Agua, en m³ Se tiene en cuenta el valor en m³ utilizada en los procesos de extracción y fabricación de los materiales, los procesos constructivos y en el uso de la edificación
6. Residuos sólidos en Kg. /m³ residuos de construcción, mantenimiento y demolición.
7. Material reciclado, porcentaje de material sobre el total (material que efectivamente se ha reciclado respecto del total de materiales, tanto al inicio de la obra como al final de la obra.

Con esto se tiene claridad en cómo serán cuantificados cada uno de los ítems.

La recolección de datos se genera con base a las cantidades de obra que están registradas según el sistema como se explicó anteriormente.

3.5 Metodología para la evaluación

Según Odum, la evaluación de impacto está determinada por la afectación sobre el ecosistema, y el tiempo de recuperación del mismo, factor que determina el grado de impacto negativo (Odum E., 2006).

Para esta metodología se tendrá en cuenta indicadores diseñados en mili puntos para los niveles de impacto negativo; estos son llamados ECOINDICADOR 99, en donde se tiene diferente tipos y actividades con puntuaciones especificadas para cada uno, este puntaje son en mili puntos y entre mayor sea el puntaje mayor es el impacto negativo que tiene.

A continuación, una tabla explicativa con la equivalencia de mili puntos para calificar el impacto negativo.

Tabla 12 Matriz de equivalencias en mili puntos

MILIPUNTOS	NIVEL DE IMPACTO	CAUSA
0	0 NULO	No afectación al medio ambiente
0,1-10000	1 BAJO	Baja afectación con recuperación en 1 año
10001-50000	3 MEDIO	Media afectación el ecosistema tarde 1-10 años en recuperarse
50000 y MAS	5 ALTO	Alto, Periodos de recuperación superiores a los 10 años

3.6 Inventario

El inventario se desarrolló teniendo en cuenta las (7) actividades descritas en una construcción básica alimentada con los eco indicadores descritas anteriormente en las tablas 1-10.

A continuación, se observa las 7 actividades que serán usadas para el desarrollo del caso práctico a evaluar.

Figura 12 Inventario de actividades



Nota. Se ha realizado con base a el análisis e investigación realizado. Fuente: Elaboración propia

Se tiene en cuenta las entradas, el proceso, las salidas, los residuos y el transporte de cada una de las actividades descritas con su respectiva subactividad relacionada a la construcción del caso de estudio.

A partir de las entradas y mediante la plantilla de trabajo de cálculo diseñada se logra mediante una programación simple, en donde se muestra la relación de los procesos y se define el flujo de referencia de la unidad funcional, se genera ciertas salidas de material en donde se le da un valor porcentual a cada actividad y subactividad teniendo en cuenta información de desperdicio en una obra general.

Finalmente se alimenta residuos y transportes, mostrando por medio de mili puntos el impacto negativo que se genera en la construcción.

3.7 Resultado a obtener

Teniendo en cuenta la interpretación de impacto negativos obtenida según la tabla de mili puntos entre mayor sea los mili puntos ponderados, mayor será el impacto negativo analizado.

Como resultado se tiene un informe tipo grafica de barras dinámico que muestra según las entradas, procesos, salidas, residuos y transporte para cada uno de la mili puntos obtenidos en cada actividad, de esta manera se puede identificar el nivel de impacto ya sea alto, medio o bajo según el caso.

3.8 Afectaciones en cada proceso

Las actividades descritas para el ejemplo práctico utilizado para este trabajo en donde tenemos (7) actividades principales las cuales son el resultado de un proceso constructivo generando unas afectaciones de los recursos.

En la tabla a continuación se muestran esas posibles afectaciones que se tendría en los recursos.

Tabla 13 Afectación por actividades

#	<u>ACTIIVIDAD</u>	<u>SUB-ACTIVIDAD</u>	<u>AFECTACIÓN</u>
1	PRELIMINARES	Replanteo Descapote manual Descapote mecánica Excavación manual Excavación mecánica Entibados	Recurso agua, atmosfera y suelo, recurso agua
2	CIMENTACIÓN	Muro ciclópeo Viga Corrida Zapata aislada Zapata Corrida Micropilote Pilote Placa maciza Placa flotante	Recurso suelo, afectación fauna y flora, recurso agua

		Pilote en acero Pilote en madera Caisson	
3	Estructura	Columna Vigas Pantalla Muro ESTRUCTURAL Muro de carga Placa contrapiso Placa entrepiso Placa aligerada Placa maciza Placa lamina colaborante Placa steel deck Placa fácil	Recurso atmosfera (aire), afectación fauna y flora, recurso agua
4	Muros	Mampostería bloque Mampostería adobe Mampostería piedra Madera Drywall Superboard Vidrio	Recurso aire , recurso agua, recurso suelo, afectación flora y fauna
5	Instalaciones	Instalaciones eléctricas Instalaciones sanitarias Instalaciones hidráulicas Instalaciones Voz y datos Instalaciones mecánicas	Recurso aire, recurso agua, recurso suelo
6	Acabados	Pintura electrostática Pintura aceite Pintura vinilo Pañete Estuco Drywall Superboard Cielo raso en madera Cielo raso fibra Cielo raso metálico	Recurso aire , recurso agua, recuerdo suelo, afectación flora y fauna

		Divisiones en vidrio barandas enchape CERAMICA enchape porcelanato Ventanas aluminio Ventanas mande Puertas madera Puerta metálicas Piso en gres Piso en mármol Piso granito Piso vinilo Piso Madera Recubrimiento madera Recubrimiento mármol Recubrimiento polímero Recubrimiento metálico envolvente especial	
7	Demolición	Demolición general	Recurso suelo, afectación fauna y flora

A si mismo los impactos ambientales del proyecto en su etapa (7) actividades constructivas generan unos aspectos a identificar, tener en cuenta y mitigar en la edificación.

Tabla 14 Matriz aspecto e impacto por actividades

#	<u>ACTIIVIDAD</u>	<u>IMPACTO</u>	<u>ASPECTO</u>
1	Preliminares	Ruido Desechos Vertimientos dañinos	Contaminación auditiva, Generación de desechos, vertimientos a alcantarillado
2	Cimentación	Deforestación Pérdida de flora y fauna	Disminución capa vegetal, daño a especies nativas, daño al medio ambiente, erosión
3	Estructura	Ruido	Contaminación auditiva, problemas respiratorios en

		Material particulado Vertimientos dañinos Emisiones CO2	la comunidad, contaminación del agua, contaminación del aire e intoxicación por CO2
4	Muros	Vertimientos dañinos Contaminación del suelo Material particulado Generación de desecho	Contaminación de aguas y corrientes subterráneas con material, contaminación aire por polvo en la atmosfera, filtraciones en el suelo cementantes
5	Instalaciones	Vertimientos dañinos Contaminación del suelo Material particulado	Contaminación del agua, contaminación del suelo
6	Acabados	Residuos solidos Ruido Contaminación agua Material particulado	Maquinado de materiales, contaminación del agua, contaminación del suelo
7	Demolición	Residuos sólidos ruido Material particulado	Residuos de construcción, desechos, contaminación del suelo, contaminación auditiva

4. PROYECTO DE ESTUDIO

El método de evaluación está pensado como una herramienta que evidencia el impacto negativo, en el caso particular de este proyecto se tendrá en cuenta la edificación como objeto que hace parte de un sistema. La evaluación de la edificación hará referencia a la cuantificación de materiales y procesos que dan como resultado una edificación, haciendo a un lado los factores antrópicos como el uso, el número de habitantes, la naturaleza del espacio etc.

1. DESCRIPCION DEL PROYECTO

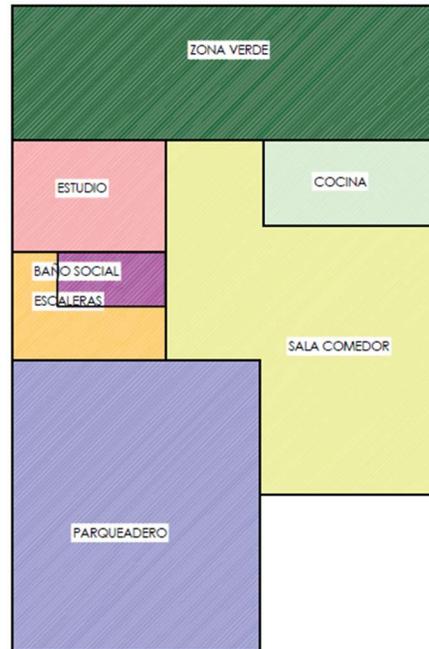
El proyecto es una vivienda unifamiliar de dos niveles desarrollado en un área construida de 213 m² con sistema constructivo tradicional en donde se tiene zapata aisladas y viga corrida amarrando la cimentación, se encuentra construida con muros en mampostería y columnas en concreto; se desarrolla las dos plantas para un uso residencial, el cliente y/o usuario es una familia de 6 personas (2 adultos 4 niños)

Se encuentra localizada en la ciudad de Cúcuta – Colombia.

Y para su construcción se tiene en cuenta materiales de la zona y cantidades requeridas según obra.

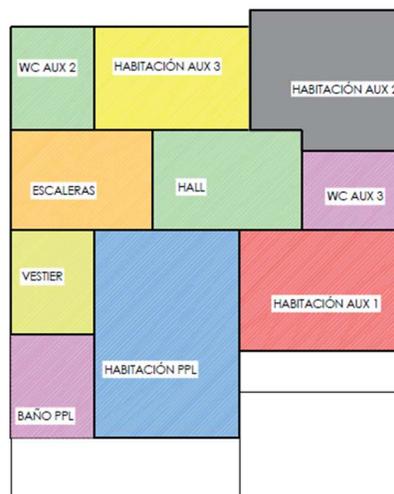
A continuación se tiene el desarrollo arquitectónico del proyecto caso de estudio.

Figura 13 Zonificación primer piso



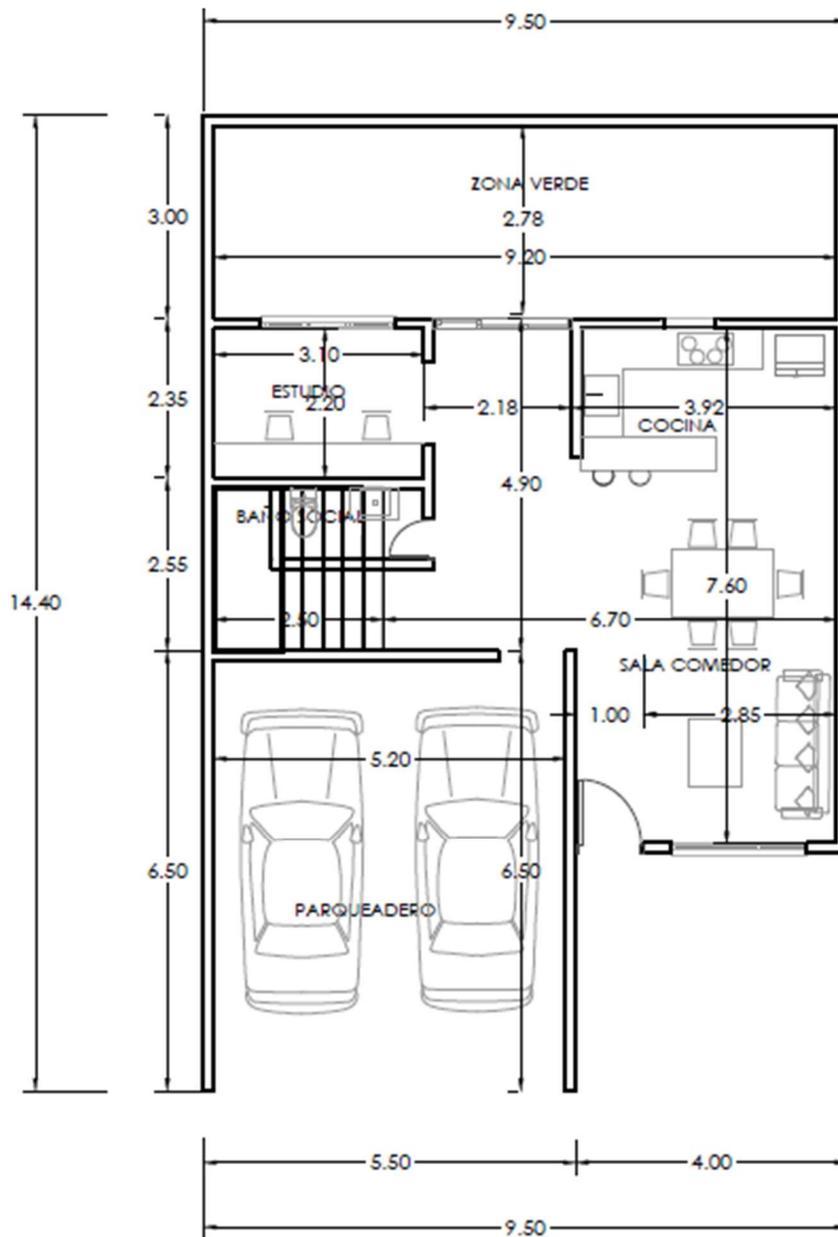
Nota. Desarrollo arquitectónico de la propuesta. Fuente: Elaboración propia

Figura 14 Zonificación segundo piso



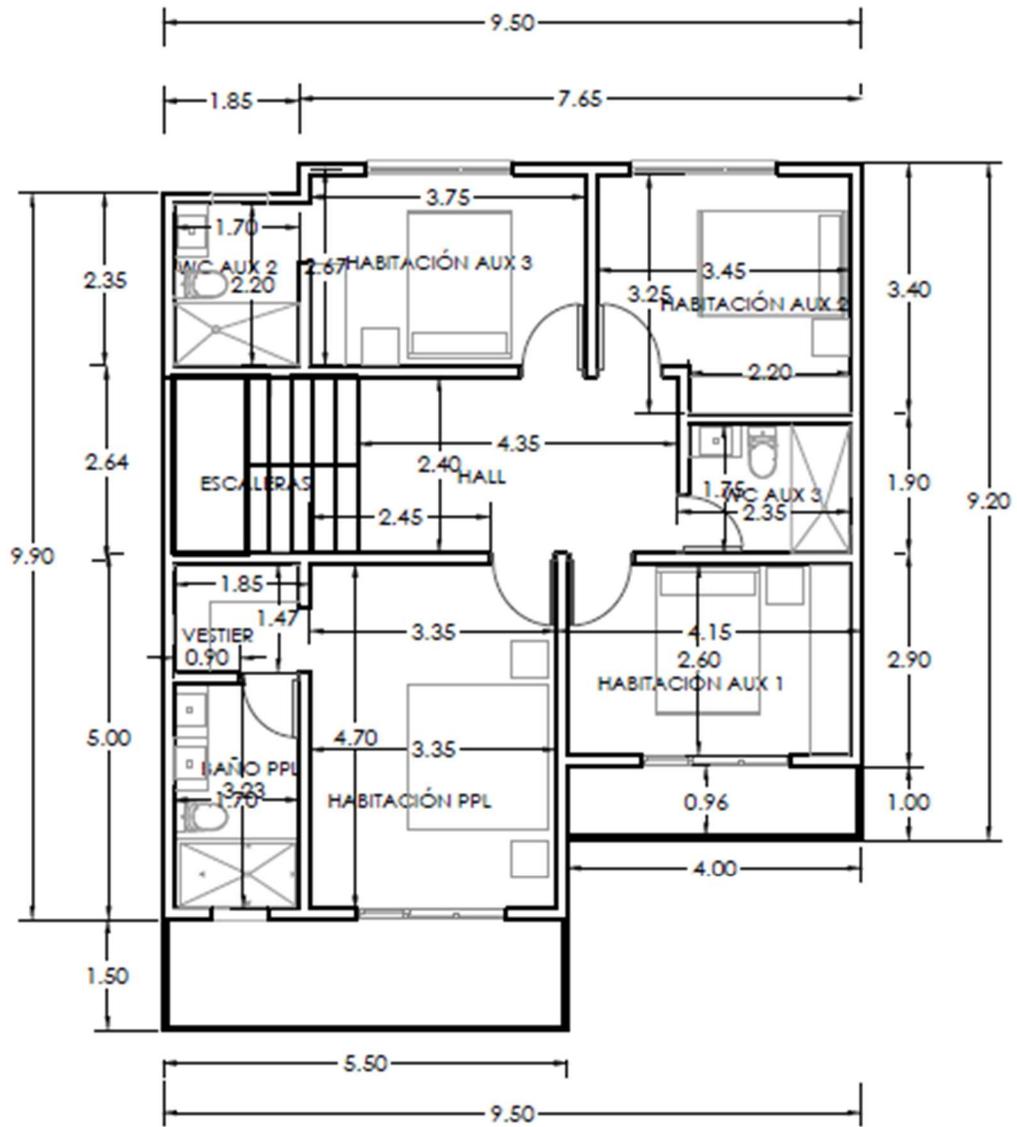
Nota. Desarrollo arquitectónico de la propuesta. Fuente: Elaboración propia

Figura 15 Planta arquitectónica primer piso



Nota. Desarrollo arquitectónico de la propuesta. Fuente: Elaboración propia

Figura 16 Planta arquitectónica segundo piso



Nota. Desarrollo arquitectónico de la propuesta. Fuente: Elaboración propia

Figura 17 Fachada principal Vivienda caso de estudio



Nota. Desarrollo arquitectónico de la propuesta. Fuente: Elaboración propia

Figura 18 Render exterior vivienda caso de estudio



Nota. Desarrollo arquitectónico de la propuesta. Fuente: Elaboración propia

Figura 19 Render exterior 2 vivienda caso de estudio



Nota. Desarrollo arquitectónico de la propuesta. Fuente: Elaboración propia

Figura 20 Imágenes interiores vivienda caso de estudio



Nota. Desarrollo arquitectónico de la propuesta. Fuente: Elaboración propia

Figura 21 Imagen interior 2 vivienda caso de estudio



Nota. Desarrollo arquitectónico de la propuesta. Fuente: Elaboración propia

A partir de la planimetría en donde se encuentra el diseño arquitectónico y el diseño estructural del proyecto, se inicia a calcular las áreas de los espacios y áreas generales de la vivienda, posteriormente las cantidades para cada ítem específico de las actividades y subactividades.

Tabla 15 Áreas de proyecto

AREA PISO 1	125
Área parqueadero	35.75
Baño social	2.88
escaleras	8.00
Zona verde	28.5
Sala comedora	34.4
cocina	7.45
Estudio	8.50
AREA PISO 2	88
Habitación 1	11.60
Habitación 2	12.00
Habitación 3	9.50
Habitación principal	17.50
Baño principal	5.0
Circulación	12
Vestier	5.0
Baño auxiliar 1	5
Baño auxiliar 2	4.75
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA (M2)	213

Para el desarrollo de la evaluación del proyecto se tiene en cuenta 3 puntos importantes de los cuales se explicó en los capítulos anteriores:

- INSTRUMENTO: Por medio de la plantilla de cálculo se interpreta la información que se ingresa de entradas procesos y salidas de la construcción de la edificación de estudio.
- INDICADORES: Por medio de los mili puntos explicados en el apartado anterior se tiene una valoración de cada uno de los capítulos que hacen parte de la construcción

- MÉTODO: Como método se partió utilizando la norma ISO 14040 donde describe el análisis de ciclo de vida. Teniendo en cuenta los instrumentos de evaluación ambiental, el consumo energético el uso de los recursos teniendo en cuenta cada a una de las etapas del proyecto; Así mismo utilizado los parámetros señalados en la norma.

4.1 Medición del impacto negativo según matriz

Las mediciones se realizan según la norma ISO 14040, mediante el desarrollo de la plantilla realizada en Excel se tiene en cuenta 6 interfases principales en donde se evalúan por medio de eco indicadores correspondientes a cada proceso, material, residuos y transporte.

La plantilla consta de 6 interfases en donde se evalúa por medio de eco indicadores correspondientes a cada proceso (interfase inicial, entradas, procesos, salidas, residuos y transporte) adicionalmente se tiene una última interfase que genera un reporte dinámico final del impacto por mili puntos (entre más mili puntos se obtenga en cada actividad mayor impacto negativo este tiene)

Para el caso de estudio escogido se tiene en cuenta inicialmente las actividades referentes para su construcción para poder alimentar la plantilla de trabajo y obtener los resultados que se buscan, teniendo graficas dinámicas que muestran el impacto negativo en cada actividad y en los diferentes procesos.

Los materiales compuestos como el concreto armado se consideran como un elemento de análisis, es decir no se pretende analizar un ACV de cada uno de los materiales involucrados durante la ejecución de la construcción sino de los procesos generales que se realizan teniendo en cuenta determinadas actividades y subcapítulos para su ejecución.

A continuación, se explica el funcionamiento de la plantilla diseñada para la evaluación de los procesos de construcción desarrollada desde una programación con hojas de cálculo aplicada al caso práctico de estudio escogido (vivienda unifamiliar de 2 niveles con uso residencial)

Identificamos las actividades referentes a la casa de dos pisos y 213 m² descrita anteriormente teniendo en cuenta las especificaciones del proyecto y calculado las áreas en cada una de estas actividades.

Tabla 16 Actividades y subactividades

Actividad	Subactividad	Unidad	cantidad
PRELIMINARES	Replanteo	M2	213
PRELIMINARES	Descapote manual	M2	120
CIMENTACIÓN	Zapata aislada	M3	5
CIMENTACIÓN	Placa maciza	M2	120
ESTRUCTURA	Columna	M3	9
ESTRUCTURA	Placa aligerada	M3	48
MUROS	Mampostería bloque	M2	190
MUROS	Drywall	M2	20
INSTALACIONES	Instalaciones eléctricas	ML	80
INSTALACIONES	Instalaciones sanitarias	ML	40
INSTALACIONES	Instalaciones hidráulicas	ML	40
ACABADO	Pañete	M2	380
ACABADO	Estuco	M2	380
ACABADO	Divisiones en vidrio	M2	15
ACABADO	barandas	ML	20
ACABADO	enchape porcelanato	M2	50
ACABADO	Ventanas aluminio	M2	50
ACABADO	Puertas madera	UND	11
ACABADO	Piso en gres	M2	20
ACABADO	Recubrimiento mármol	M2	80
ACABADO	envolvente especial	M2	10
ACABADO	Pintura vinilo	M2	190

Posteriormente se realiza con las cantidades obtenidas un detalle de kg que se requieren para cada una de las actividades y subactividades, teniendo en cuenta las áreas y tablas de m²/kg m³/kg ton/m³ etc.

Se realiza en la hoja de Excel la programación de cada una para general la plantilla de trabajo teniendo en cuenta los factores de eco indicador.

Cada ítem generado en la tabla a continuación está ligado a la plantilla de Excel de trabajo en donde se tiene según el material y/o actividad escogida se muestra el valor en mili puntos

Tabla 17 Eco indicador según materiales

Material	Indicador	Descripción	cód.	grupo
Hierro fundido	240	Hierro fundido con >2% de carbón	F1	METALES_FÉRRICOS
Acero de convertidores	94	Bloque de material con acero primario	F2	METALES_FÉRRICOS
Acero de arco eléctrico	24	Bloque de material con chatarra	F3	METALES_FÉRRICOS
Acero	86	Bloque de material 80% primario 20% chatarra	F4	METALES_FÉRRICOS
Acero alta aleación	910	Bloque de material con 71% acero primario y otros componentes	F5	METALES_FÉRRICOS
Acero baja aleación	110	Bloque de material con 93% de acero primario 5% de restos 1% materiales de aleación	F6	METALES_FÉRRICOS
Aluminio 100% rec	60	Bloques de material con materiales secundarios	NF1	METALES_NO_FÉRRICOS
Aluminio 0% rec	780	Bloques de material con materiales primarios	NF2	METALES_NO_FÉRRICOS
Cromo	970	Bloques de material con materiales primarios	NF3	METALES_NO_FÉRRICOS
Cobre	1400	Bloques de material con materiales primarios	NF4	METALES_NO_FÉRRICOS
Plomo	640	Bloque de material que contiene 50% de plomo secundario	NF5	METALES_NO_FÉRRICOS
Niquel enriquecido	5200	Bloques de material con materiales primarios	NF6	METALES_NO_FÉRRICOS
Zinc	3200	Bloques de material con materiales primarios	NF7	METALES_NO_FÉRRICOS

Curvado-aluminio	0,000047	Una hoja de 1mm de espesor de 1 m de ancho curvada 90	M1	METALES
Curvado-acero	0,00008	Una hoja de 1mm de espesor de 1 m de ancho curvada 90	M2	METALES
Soldadura Fuerte (con plata, cobre o latón)	4000	por kg de cobre soldadura, incluyendo material de cobre soldado (45% plata, 27% de cobre, 25% de latón)	M3	METALES
Laminado en frio de rollos	18	Reducción de 1 mm cada bandeja de 1m2	M4	METALES
Laminado	30	por Kg producido de laminas fuera del material del bloque	M5	METALES
Zincado de bandas	4300	por m2 de 20-45 um de espesor	M6	METALES
Galvanizado en caliente	3300	por m2. espesor 100um	M7	METALES
Baño de zinc (conversión um)	49	por m2	M8	METALES
ABS	400		P1	PLÁSTICO
HDPE	330		P2	PLÁSTICO
LDPE	360		P3	PLÁSTICO
PET	380		P4	PLÁSTICO
PS (GPPS)	370	Uso general	P5	PLÁSTICO
PUR bloques espuma flexible	480	para muebles, camas, ropa	P6	PLÁSTICO
PUR espuma dura	420		P7	PLÁSTICO
PVC rígido	270	PVC rígido CON 10% de plastificantes	P8	PLÁSTICO
PVC Flexible	240	PVC Flexible con 50% de plastificantes		PLÁSTICO
GomasEPDM	360	Vulcanizado con 44% de carbono	C1	CAUCHO
Cartón de embalaje	69		E1	EMBALAJE
Papel	96		E2	EMBALAJE
Vidrio (marrón)	50		E3	EMBALAJE
Vidrio (verde)	51		E4	EMBALAJE
Vidrio (blanco)	58		E5	EMBALAJE
Amoniaco	160	NH3	Q1	QUÍMICOS
Argón	7,8	Gas inerte empelado en bombillas, soldadura metales	Q2	QUÍMICOS

Productos químicos inorgánicos	53	Valor medio de producción de químicos inorgánicos	Q3	QUÍMICOS
Productos químicos orgánicos	99	Valor medio de producción de químicos orgánicos	Q4	QUÍMICOS
Gasolina	210		Q5	QUÍMICOS
Diesel	180		Q6	QUÍMICOS
H2	830	Gas hidrogeno , empelado en proceso de reducción	Q7	QUÍMICOS
H2SO4	22	Acido sulfúrico para limpieza	Q8	QUÍMICOS
HCl	39	Acido hidro clorhídrico. Empleado para procesar metálicas y limpieza	Q9	QUÍMICOS
O2	12	Oxigeno	Q10	QUÍMICOS
Silicato	60	Fabricación de gel, detergentes y limpieza metal	Q11	QUÍMICOS
Urea	130	Fertilizantes	Q12	QUÍMICOS
Zeolita	160	Utilizada en proceso reabsorción y en detergentes	Q13	QUÍMICOS
Barniz alquídico	520	Producción y emisiones durante el barnizado, conteniendo 55% de disolventes	C1	CONSTRUCCIÓN
Cemento	20	cemento	C2	CONSTRUCCIÓN
Material cerámico	28	Ladrillos etc.	C3	CONSTRUCCIÓN
Hormigón sin refuerzo	3,8	Hormigón con densidad de 2200 kg/m3	C4	CONSTRUCCIÓN
Vidrio templado revestido	51	Para ventanas, cubierta de estaño, plata y niquel (77g/m2)	C5	CONSTRUCCIÓN
Vidrio templado no revestido	49	para ventanas	C6	CONSTRUCCIÓN
Yeso	9,9	Selenita para rellenos	C7	CONSTRUCCIÓN
Gravilla	0,84	Extracción y transporte	C8	CONSTRUCCIÓN
Cal	28	CaO. empelado para producir cementos	C9	CONSTRUCCIÓN
cal (hidratada)	21	CA(OH)2 empleado para fabricar mortero	C10	CONSTRUCCIÓN
Lana mineral	61	para aislamientos	C11	CONSTRUCCIÓN
Construcción solida	1500	Estimación para un edificio por m3 de volumen (bienes de equipo)	C12	CONSTRUCCIÓN

Construcción en metal	4300	Estimación para un edificio por m3 de volumen (bienes de equipo)	C13	CONSTRUCCIÓN
Arena	0,82	Extracción y transporte	C14	CONSTRUCCIÓN
Tableros de madera	39	Madera europea (Criterios FSC)	C15	CONSTRUCCIÓN
Madera maciza	6,6	Madera europea (Criterios FSC)	C16	CONSTRUCCIÓN
Uso del suelo	45	Ocupación como suelo urbano por m2 al año	C17	CONSTRUCCIÓN
Camión de reparto <3,5 t	140	Transporte por carretera con 30% de carga, 33% de gasolina sin plomo, 38% gasolina con plomo, 29% de Diesel	T1	TRANSPORTE
Camión 16 t	34	Transporte por carretera con 40% de carga	T2	TRANSPORTE
Camión 28 t	22	Transporte por carretera con 40% de carga	T3	TRANSPORTE
Camión 28 t volumen	8	Transporte por carretera por m3km. Cuando el factor determinante es el volumen y no la carga	T4	TRANSPORTE
Camión 40 t	15	Transporte por carretera con 50% carga	T5	TRANSPORTE
Transporte ferrocarril	3,9	Transporte tren	T6	TRANSPORTE
Buque sistema fluvial	5	Transporte marítimo con 65% de carga	T7	TRANSPORTE
Transporte aéreo medio	78	Transporte aéreo con carga 78%	T8	TRANSPORTE
Transporte aéreo continental	120	Transporte aéreo con carga 62%	T9	TRANSPORTE
Transporte aéreo intercontinental	80	Transporte aéreo con carga 78%	T10	TRANSPORTE
Incineración PE	-19	Este indicador puede utilizarse para HDPE y LDPE	R1	RECICLADO
Incineración PP	-13		R2	RECICLADO
Incineración PUR	2,8	Este indicador puede utilizarse todos Los tipos de PUR	R3	RECICLADO
Incineración PVC	37	Liberación de energía relativamente baja	R4	RECICLADO
Incineración papel	-12	Gran liberación de energía, emisiones CO2 no contempladas	R5	RECICLADO

Incineración carton	-12	Gran liberación de energía, emisiones CO2 no contempladas	R6	RECICLADO
Incineración acero	-32	40% de separación magnética para reciclado, eliminando el hierro crudo	R7	RECICLADO
Incineración aluminio	-110	15% de separación magnética para reciclado, eliminando aluminio primario	R8	RECICLADO
Incineración vidrio	5,1	Se trata de un material casi inerte	R9	RECICLADO
Reciclado de Pe	-240		R10	RECICLADO
Reciclado de PVC	-170		R11	RECICLADO
reciclado de PAPEL	-1,2		R12	RECICLADO
Reciclado de vidrio	-15		R13	RECICLADO
Reciclado de aluminio	-720		R14	RECICLADO
Reciclado de metales de hierro	-70		R15	RECICLADO

Posteriormente iniciando con la plantilla creada se encuentra la interfase inicial que llamaremos información del proyecto tendrá un menú desplegable donde se complementara con información general del proyecto, la ubicación del proyecto estará habilitada para 5 países sur americanos (Argentina, Brasil, Chile, México y Colombia) y 1 país europeo (España) cada uno de estos desplegara según sea el caso la provincia, región y/o departamento referente al país seleccionado anteriormente; Así mismo se tiene diferentes menús desplegables en donde se tiene información del uso del suelo , la tipología y el proceso constructivo; cada uno de estos ítem tiene un único listado de opciones, es decir que al seleccionar un tipo de construcción como concreto el menú sistema constructivo va a mostrar el listado de opciones que corresponden a ese tipo de construcción

INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del proyecto

VIVIENDA UNIFAMILIAR

Dirección

AV 2 # 29-13 LA RINCONADA. CUCUTA-COLOMBIA

Localización

Pais	Departamento /Provincia
COLOMBIA	Norte de Santander

Uso del suelo	Tipología de uso	Numero de pisos
URBANO	RESIDENCIAL	2

PROCESO CONSTRUCTIVO

Sistema constructivo	Observaciones
VIGA-COLUMNA	
Proceso	
MANUFACTURA	

Una vez completada la información de la primera interfase inicial de la plantilla de trabajo encontramos la segunda interface llamada ENTRADAS, identificada con color verde, en donde por medio de menús desplegables programados se selecciona inicialmente las actividades, subactividades, el tipo referente a los 7 áreas explicados en los eco indicadores 99 y a partir de esto se busca el material y automáticamente aparece el indicador en mili puntos/kilogramo que hace referencia al material seleccionado, manualmente se debe ingresar la información de KG de cada uno de los materiales en sus diferentes actividades y subactividades que hacen referencia a el proyecto caso de estudio; al ingresar la columna KG aparecerá los mili puntos totales en cada fila.

Se debe tener en cuenta que las entradas y/o inputs son todos y cada uno de los recursos utilizados para desarrollar cada actividad, sin los cuales el proceso no puede alcanzar su finalidad.

Los valores de los eco indicadores conforman una suma aritmética cuyo total está reflejado en la gráfica final de reporte.

ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	TIPO	MATERIAL	INDICADOR (milipunto/ Kilogramo)	KG	milipuntos
-----------	--------------	------	----------	--	----	------------

Así, por ejemplo, al ingresar el material de HIERRO FUNDIDO el cual según el eco indicador 99 tiene un valor numérico de 440 mili puntos y tendremos 20 KG de este material tendremos un resultado de 8800 mili puntos interpretados como la tendencia de impacto negativo de dicho material.

$$20\text{Kg} \times 440\text{MI/Kg} = 8800\text{Milipuntos.}$$

Finalmente se tiene una suma aritmética de todas las entradas en el proyecto caso de estudio de la interfaz ENTRADAS

Tabla 18 Entradas caso de estudio

ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	TIPO	MATERIAL	INDICADOR (mili punto/Kilogramo)	KG	mili puntos
PRELIMINARES	Replanteo	CONSTRUCCIÓN	cal (hidratada)	21	10	210
PRELIMINARES	Replanteo	CONSTRUCCIÓN	Gravilla	0,84	50	42
PRELIMINARES	Replanteo	CONSTRUCCIÓN	Arena	0,82	50	41
PRELIMINARES	Replanteo	CONSTRUCCIÓN	Tableros de madera	39	10	390
CIMENTACIÓN	Zapata aislada	METALES_FÉRRICOS	Acero	86	90	7740
CIMENTACIÓN	Zapata aislada	EMBALAJE	Papel	96	10	960
CIMENTACIÓN	Zapata aislada	CONSTRUCCIÓN	Hormigón sin refuerzo	3,8	1225	4655
CIMENTACIÓN	Zapata aislada	CONSTRUCCIÓN	Tableros de madera	39	30	1170
ESTRUCTURA	Columna	METALES_FÉRRICOS	Acero	86	200	17200
ESTRUCTURA	Columna	CAUCHO	GomasEPDM	360	2	720
ESTRUCTURA	Columna	CONSTRUCCIÓN	Hormigón sin refuerzo	3,8	3520	13376
ESTRUCTURA	Vigas	METALES_FÉRRICOS	Acero	86	330	28380
ESTRUCTURA	Vigas	CONSTRUCCIÓN	Hormigón sin refuerzo	3,8	4200	15960
ESTRUCTURA	Placa aligerada	CONSTRUCCIÓN	Hormigón sin refuerzo	3,8	5000	19000
ESTRUCTURA	Placa aligerada	CONSTRUCCIÓN	Tableros de madera	39	50	1950
ESTRUCTURA	Placa aligerada	METALES_FÉRRICOS	Acero	86	420	36120
MUROS	Mampostería a bloque	CONSTRUCCIÓN	Material cerámico	28	1	28
MUROS	Mampostería a bloque	CONSTRUCCIÓN	Gravilla	0,84	10	8,4
MUROS	Mampostería a bloque	CONSTRUCCIÓN	Arena	0,82	10	8,2
MUROS	Mampostería a bloque	CONSTRUCCIÓN	Lana mineral	61	1	61
MUROS	Mampostería a bloque	PLÁSTICO	PUR bloques espuma flexible	480	5	2400
INSTALACIONES	Instalaciones eléctricas	PLÁSTICO	PVC rígido	270	12	3240

INSTALACIONES	Instalaciones eléctricas	PLÁSTICO	PVC rígido	270	12	3240
INSTALACIONES	Instalaciones sanitarias	PLÁSTICO	PVC rígido	270	12	3240
INSTALACIONES	Instalaciones sanitarias	CONSTRUCCIÓN	Cal	28	12	336
INSTALACIONES	Instalaciones hidráulicas	CONSTRUCCIÓN	Cal	28	12	336
INSTALACIONES	Instalaciones hidráulicas	PLÁSTICO	PVC rígido	270	12	3240
ACABADO	Pañete	EMBALAJE	Cartón de embalaje	69	1	69
ACABADO	Pañete	CONSTRUCCIÓN	Cemento	20	40	800
ACABADO	Pañete	CONSTRUCCIÓN	Gravilla	0,84	20	16,8
ACABADO	Pañete	CONSTRUCCIÓN	Arena	0,82	20	16,4
ACABADO	Pañete	CONSTRUCCIÓN	Lana mineral	61	5	305
ACABADO	Estuco	CONSTRUCCIÓN	Yeso	9,9	30	297
ACABADO	Divisiones en vidrio	CONSTRUCCIÓN	Vidrio templado revestido	51	58	2958
ACABADO	Divisiones en vidrio	EMBALAJE	Vidrio (blanco)	58	30	1740
ACABADO	barandas	METALES_FÉRRICOS	Hierro fundido	240	10	2400
ACABADO	enchape porcelanato	CONSTRUCCIÓN	Material cerámico	28	12400	347200
ACABADO	Ventanas aluminio	METALES_NO_FÉRRICOS	Aluminio 100% rec	60	240	14400
ACABADO	Ventanas aluminio	CONSTRUCCIÓN	Vidrio templado revestido	51	120	6120
ACABADO	Puertas madera	CONSTRUCCIÓN	Madera maciza	6,6	50	330
ACABADO	Piso en gres	CONSTRUCCIÓN	Material cerámico	28	1000	28000
ACABADO	Piso en gres	CONSTRUCCIÓN	Arena	0,82	85	69,7
ACABADO	envolvente especial	METALES_FÉRRICOS	Acero	86	50	4300
ACABADO	envolvente especial	METALES_FÉRRICOS	Acero alta aleación	910	20	18200
ACABADO	envolvente especial	METALES_FÉRRICOS	Hierro fundido	240	20	4800
ACABADO	envolvente especial	METALES_NO_FÉRRICOS	Aluminio 100% rec	60	20	1200
ACABADO	Pintura vinilo	CONSTRUCCIÓN	Barniz alquídico	520	66	34320

TOTAL	631593,5
NIVEL	ALTO

CAUSA Periodo de recuperación mayor a 10 años

El nivel de impacto y la causa que se muestra como resultado obtenido en el caso de estudio está relacionado con la Tabla 12 Matriz de equivalencias en mili puntos que explicamos anteriormente.

La siguiente interface PROCESOS identificada en color amarillo

ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	TIPO	MATERIAL	INDICADOR (milipunto/Kilog ramo)	KG/m ³	milipuntos
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				

Esta interface se diligencia de la misma forma que la anterior y se designa el indicador número al elegir el tipo de proceso particular y el material ; así por ejemplo, cuando se selecciona en tipo de material -materiales férricos se activara en la columna material las opciones referentes a los materiales férricos, el indicador aparecerá automáticamente una vez se escoja el material, y así mismo el indicador será multiplicado por las cantidades de kilogramo calculados previamente que se ingresan manualmente en la tabla.

Tabla 19 Procesos -Caso de estudio

ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	TIPO	MATERIAL	INDICADOR (milli punto/Kilogramo)	KG/m3	milli puntos
PRELIMINARES	Replanteo	CONSTRUCCIÓN	Uso del suelo	45	8	360
CIMENTACIÓN	Zapata aislada	CONSTRUCCIÓN	Construcción solida	1500	4	6000
ESTRUCTURA	Columna	CONSTRUCCIÓN	Construcción solida	1500	12	18000
ESTRUCTURA	Vigas	CONSTRUCCIÓN	Construcción solida	1500	14	21000
ESTRUCTURA	Placa aligerada	CONSTRUCCIÓN	Construcción solida	1500	30	45000
MUROS	Mampostería bloque	PLÁSTICO	PUR bloques espuma flexible	480	3	1440
INSTALACIONES	Instalaciones eléctricas	PLÁSTICO	PET	380	2	760
INSTALACIONES	Instalaciones eléctricas	PLÁSTICO	LDPE	360	2	720
INSTALACIONES	Instalaciones sanitarias	PLÁSTICO	LDPE	360	2	720
INSTALACIONES	Instalaciones hidráulicas	PLÁSTICO	LDPE	360	2	720
ACABADO	Pañete	CONSTRUCCIÓN	Hormigón sin refuerzo	3,8	10	38
ACABADO	Estuco	CONSTRUCCIÓN	Hierro fundido	240	10	2400
ACABADO	Divisiones en vidrio	CONSTRUCCIÓN	Construcción en metal	4300	1	4300
ACABADO	barandas	CONSTRUCCIÓN	Barniz alquídico	520	66	34320
ACABADO	Ventanas aluminio	CONSTRUCCIÓN	Construcción en metal	4300	15	64500
ACABADO	envolvente especial	CONSTRUCCIÓN	Construcción en metal	4300	15	64500
ACABADO	Pintura vinilo	CONSTRUCCIÓN	Yeso	9,9	66	653,4

TOTAL	265431,4
NIVEL	ALTO

CAUSA

Periodo de recuperación mayor a 10 años

El nivel de impacto y la causa que se muestra como resultado obtenido en el caso de estudio está relacionado con la tabla 12 Matriz de equivalencias en mili puntos que explicamos anteriormente.

En la cuarta interface tendremos SALIDAS identificada en color rojo.

Se debe tener en cuenta que las salidas y/o outputs son el resultado final del proceso.

ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	TIPO	MATERIAL	INDICADOR (milipunto/Kilogramo)	FACTOR % DESPERDICIO	KG	milipuntos
-----------	--------------	------	----------	------------------------------------	-------------------------	----	------------

En esta interface tenemos una columna adicional la cual se identifica como factor % desperdicio, esto se diferencia principalmente en que la cantidad de material que ingresamos es un porcentaje de desperdicio dependiendo de cada material y del proceso que se realice con este material. Existen procesos y controles de obra que establecen mediante un cálculo estadístico el porcentaje de desperdicio por material y esta información es estandarizada en los proyectos.

Así entonces tendremos el material de desperdicio asumido como material de salida de la multiplicación de la columna de indicador (mili puntos/kilogramo) x factor de desperdicio % x los kg de cada una de la actividad señalada.

El factor desperdicio que se tiene en cuenta en este caso de estudio se basa no solo en el material sino también en el equipo y trabajo, la mano de obra y todo lo que se requiere para que se pueda ejecutar la actividad.

Se analizaron diferentes tablas de trabajo en el área de calidad y supervisión de obras de construcción, sin embargo, están varían dependiente de cada proyecto y de la gestión que se realice en cada proyecto.

Por esta razón se tiene en cuenta porcentajes promedios encontrados en diferentes obras de construcción.

Tabla 20 Salidas- Caso de estudio

ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	TIPO	MATERIAL	INDICADOR (mili punto/Kilogramo)	FACTOR % DESPERDICIO	KG	mili puntos
PRELIMINARES	Replanteo	CONSTRUCCIÓN	Uso del suelo	45	10,00%	8,00	36
PRELIMINARES	Replanteo	CONSTRUCCIÓN	Construcción solida	1500	15,00%	8,00	1800
CIMENTACIÓN	Zapata aislada	CONSTRUCCIÓN	Construcción en metal	4300	15,00%	4,00	2580
ESTRUCTURA	Columna	CONSTRUCCIÓN	Construcción solida	1500	15,00%	12,00	2700
ESTRUCTURA	Vigas	CONSTRUCCIÓN	Construcción solida	1500	15,00%	14,00	3150
ESTRUCTURA	Placa aligerada	CONSTRUCCIÓN	Construcción solida	1500	15,00%	30,00	6750
MUROS	Mampostería bloque	CONSTRUCCIÓN	Construcción solida	1500	10,00%	3,00	450
INSTALACIONES	Instalaciones eléctricas	CONSTRUCCIÓN	Construcción solida	1500	10,00%	2,00	300
INSTALACIONES	Instalaciones sanitarias	CONSTRUCCIÓN	Construcción solida	1500	10,00%	2,00	300
INSTALACIONES	Instalaciones sanitarias	CONSTRUCCIÓN	Construcción solida	1500	10,00%	2,00	300
ACABADO	Pañete	CONSTRUCCIÓN	Construcción solida	1500	14,00%	10,00	2100
ACABADO	Pintura vinilo	CONSTRUCCIÓN	Yeso	9,9	14,00%	66,00	91,476
ACABADO	envolvente especial	CONSTRUCCIÓN	Construcción en metal	4300	14,00%	15,00	9030

TOTAL		29587,48
	NIVEL	MEDIO

CAUSA

Media afectación, el ecosistema tarde 1-10 años en recuperarse

En la quinta interface RESIDUOS identificada en color gris

ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	TIPO	MATERIAL	INDICADOR (milipunto/Kilo gramo)	kg	milipuntos
-----------	--------------	------	----------	--	----	------------

La cuarta interfase la cual es RESIDUOS igualmente es una hoja de cálculo similar a las anteriores en donde tenemos los mismos menús desplegables que se debe diligenciar según las necesidades de cada proyecto y según las actividades y subactividades del proyecto, en esta interfase se hace referencia al tratamiento que se hace de los residuos que son generados en la fase de proceso, es decir una vez se tiene calculado el porcentaje de desperdicio de acero, la disposición de este material define el tipo de impacto de ese desperdicio con un indicador numérico de valor negativo entendiéndose de esta manera que con esto el impacto tiende a reducirse ; igualmente en este caso se tendrá en cuenta porcentajes estandarizados de reciclado de cada material.

Se analizo la guía ratios de residuos de la construcción que tiene una serie de tablas que ayudan y orientan para conocer la cantidad de residuos susceptibles de generarse en una obra en las distintas regiones; sin embargo, estos datos son orientativos y varían muchos según cada caso. Por esta razón igualmente se tomaron datos promedios encontrados en la guía ratios y diferentes análisis encontrados para señalar el porcentaje de residuos de cada actividad

Para el apartado de KG de esta interfase se encuentra ligado a el dato de la interfase anterior (salidas) los kg de esta salida multiplicado por el porcentaje de factor de desperdicio generado, ya que se tiene en cuenta que los residuos se basan en la salida generada no en la cantidad total de entrada de material que se tiene en el caso de estudio.

Tabla 21 Residuos- Caso de estudio

ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	TIPO	MATERIAL	INDICADOR (mili punto/Kilogramo)	kg	mili puntos
PRELIMINARES	Replanteo	RECICLADO	reciclado de PAPEL	-1,2	0,80	-0,96
CIMENTACIÓN	Zapata aislada	RECICLADO	Reciclado de metales de hierro	-70	0,60	-42
ESTRUCTURA	Columna	RECICLADO	Reciclado de metales de hierro	-70	1,80	-126
ESTRUCTURA	Vigas	RECICLADO	Reciclado de metales de hierro	-70	2,10	-147
ESTRUCTURA	Placa aligerada	RECICLADO	Reciclado de metales de hierro	-70	4,50	-315
MUROS	Mampostería bloque	RECICLADO	Incineracioncarton	-12	0,30	-3,6
INSTALACIONES	Instalaciones eléctricas	RECICLADO	Reciclado de PVC	-170	0,20	-34
INSTALACIONES	Instalaciones sanitarias	RECICLADO	Reciclado de PVC	-170	0,20	-34
INSTALACIONES	Instalaciones hidráulicas	RECICLADO	Reciclado de PVC	-170	0,20	-34
ACABADO	Pañete	RECICLADO	Reciclado de Pe	-240	2,10	-504
ACABADO	Estuco	RECICLADO	Reciclado de Pe	-240	1,40	-336
ACABADO	Divisiones en vidrio	RECICLADO	Reciclado de vidrio	-15	0,01	-0,15
ACABADO	barandas	RECICLADO	Reciclado de aluminio	-720	1,00	-720
ACABADO	Ventanas aluminio	RECICLADO	Reciclado de aluminio	-720	5,00	-3600
ACABADO	envolvente especial	RECICLADO	Incineración aluminio	-110	2,10	-231
ACABADO	envolvente especial	RECICLADO	Incineración PE	-19	2,10	-39,9
ACABADO	envolvente especial	RECICLADO	Reciclado de aluminio	-720	2,10	-1512
ACABADO	Pintura vinilo	RECICLADO	Incineracioncarton	-12	66,00	-792

TOTAL	-8471,61
-------	----------

Finalmente, en la sexta y última interfase de trabajo tendremos el TRANSPORTE identificada en color naranja

ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	TIPO	MATERIAL	INDICADOR (milipunto/Kg)	Unidades	milipuntos
-----------	--------------	------	----------	-----------------------------	----------	------------

Cada tipo de transporte involucra un indicador que funciona con las características de las interfases anteriores, se tiene diferentes opciones de transporte ya sea por vía terrestre, marítima, aérea o fluvial y el indicador de cada opción obedece a el valor numérico que se multiplica por kilogramos transportados en cada una de las actividades y subactividades del proyecto y el caso de estudio.

Tabla 22 Transporte- Caso de estudio

ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	TIPO	MATERIAL	INDICADOR (milipunto/Kilogramo)	kg	FACTOR % DESPERDICIO	milipuntos
CIMENTACIÓN	Zapata aislada	TRANSPORTE	Camión 16 t	34	4,00	15%	20,4
ESTRUCTURA	Columna	TRANSPORTE	Camión 16 t	34	12,00	15%	61,2
ESTRUCTURA	Vigas	TRANSPORTE	Camión 40 t	15	14,00	15%	31,5
ESTRUCTURA	Placa aligerada	TRANSPORTE	Camión 28 t	22	30,00	15%	99
MUROS	Mampostería bloque	TRANSPORTE	Camión 16 t	34	3,00	15%	15,3
INSTALACIONES	Instalaciones eléctricas	TRANSPORTE	Camión 16 t	34	2,00	15%	10,2
INSTALACIONES	Instalaciones sanitarias	TRANSPORTE	Camión 16 t	34	2,00	15%	10,2
INSTALACIONES	Instalaciones hidráulicas	TRANSPORTE	Camión 16 t	34	2,00	15%	10,2
ACABADO	Pañete	TRANSPORTE	Camión 16 t	34	15,00	15%	76,5
ACABADO	envolvente especial	TRANSPORTE	Camión 28 t	22	2,00	15%	6,6
ACABADO	Pintura vinilo	TRANSPORTE	Camión 28 t	22	66,00	15%	217,8

TOTAL	558,90
NIVEL	BAJO

CAUSA

Baja afectación con recuperación en un 1 año

5. RESULTADOS COMPARATIVOS DE LA EVALUACIÓN

Los resultados de evaluación ACV del proyecto caso de estudio enfocado en la etapa de construcción se tiene como resultado unas graficas dinámicas en donde se observa en cada una de las actividades y cada uno de las etapas (entradas, proceso, salidas, residuos y transporte) por medio de los mili puntos, el impacto negativo que se tiene en cada etapa, así mismo se observa los materiales utilizados en cada una de las actividades y cuáles de estos presenta un impacto mayor y/o menor.

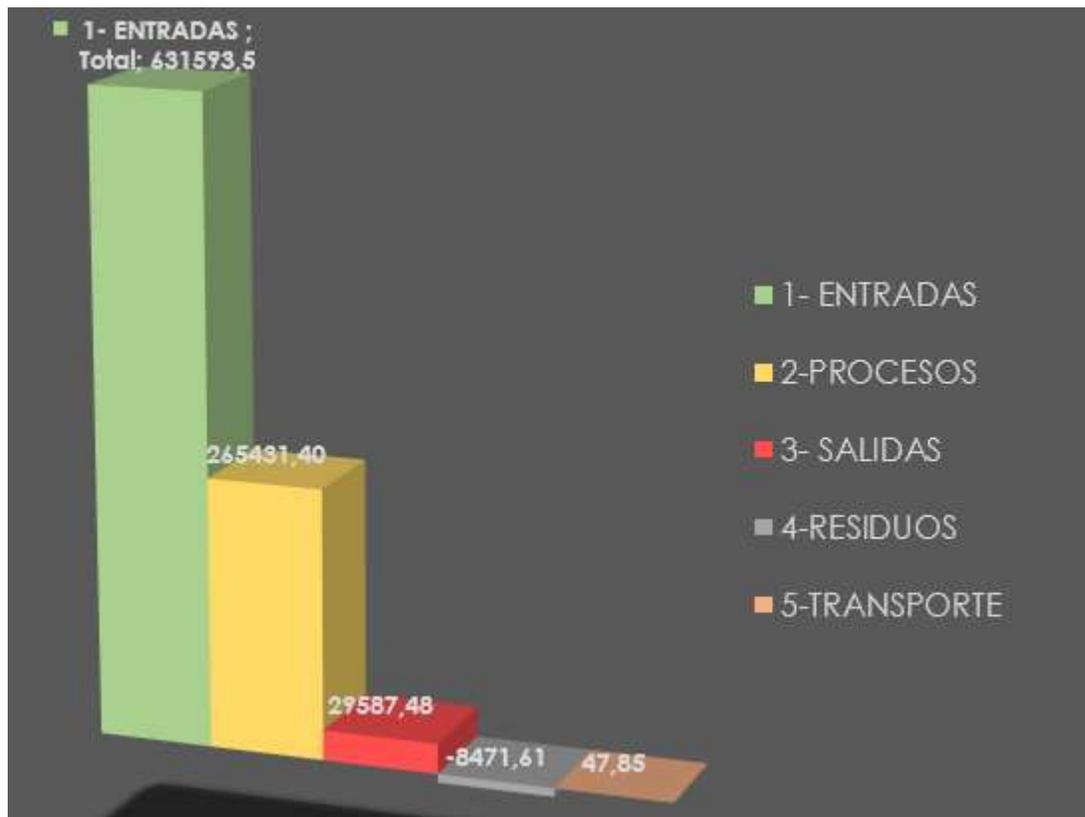
Inicialmente encontramos la sumatoria de mili puntos en las 5 etapas de ACV evaluadas (entradas, procesos, salidas, residuos y transporte)



Tenemos un gran impacto en la primera etapa entradas de material que sobrepasa el límite de un alto impacto y que causa una afectación con un periodo de recuperación mayor a 10 años.

En general tenemos un nivel de impacto alto durante todo el proceso de ejecución del caso de estudio.

Como se evidencia en la gráfica a continuación:



En la segunda etapa (procesos) igualmente encontramos en el caso de estudio, un nivel alto de impacto causando igualmente una afectación con un periodo de recuperación mayor a 10 años.

En la tercera etapa (Salidas) encontramos una disminución mayor al 80% en el impacto que se tiene, sin embargo, sobre estos valores se tiene una cuenta un desperdicio no mayor al 15%, sabemos que esto depende de la gestión, supervisión y control que se realice durante la construcción; así mismo si se controla el desperdicio se controla un gran porcentaje del costo total de la construcción. Si bien no se puede generalizar los resultados si se puede precisar un desperdicio <https://www.imcyc.com/cyt/septiembre03/desperdicios.htm>

Si bien actualmente se tiene una gran cantidad de desperdicio y una falta de conocimiento en cómo reducir y mejorar ese desperdicio; encontramos que se tiene una gran variabilidad en los índices de desperdicio de un sitio a otro; causado por ese

desconocimiento y por prácticas administrativas erróneas, y problemas en la mano de obra no calificada.

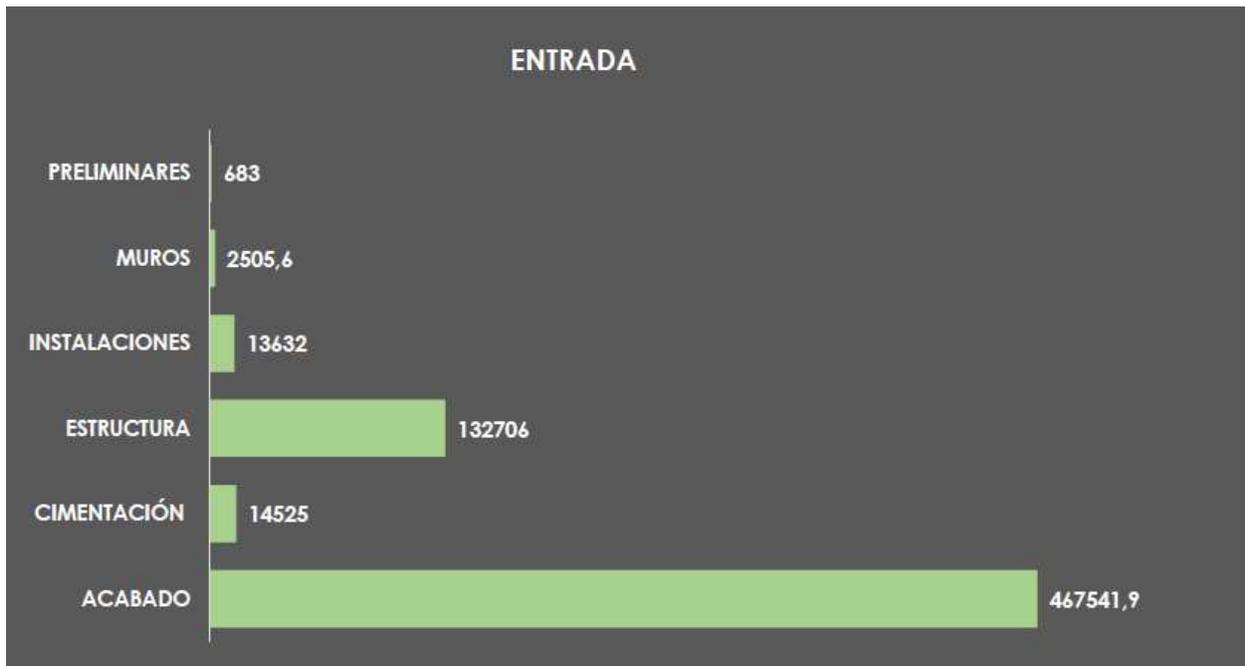
En la cuarta etapa (Residuos) únicamente estamos reutilizado 8471 siendo menos del 2% del impacto negativo que afectamos en la etapa de entrada. Y es aquí donde hay mucho por hacer y no se hace ni la mitad de lo que se podría, si somos conscientes del gran impacto negativo que trae la construcción y todo los procesos inmersos en esta, se debe revisar e intentar crear en el ambiente de la construcción un nuevo modelo que proteja y cuide el entorno generando una construcción circular reduciendo así los dos principales problemas: la toxicidad de los materiales y la creación de residuos fusionando el paradigma de economía circular

“El **Cradle to Cradle** defiende un sistema de producción regenerativo en el que los materiales que componen un producto sean reciclables, es decir, puedan ser reutilizados indefinidamente y de forma segura para las personas y el medioambiente”
<https://www.construcia.com/construccion-circular-lean2cradle/>

En la quinta y última etapa (transporte) se observa una incidencia baja ya que se tuvo en cuenta materiales únicamente de la zona logrando que los costos e impactos de transportes fueran muy bajos (ton/km), así mismo estos datos puede llegar a variar si no se realiza un adecuada planeación de la obra , por ejemplo al solicitar entregar de material en pequeñas entregas ocasiona que se requiera mayor cantidad de transporte ocasionado mayores costos y mayores impactos en cada uno de las actividades contempladas.

En cuanto al análisis dinámico por el tipo teniendo en cuenta los 8 tipos que indica el eco indicador 99 (reciclaje, caucho, construcción, embalaje, materiales férricos, materiales no férricos, plásticos y químicos) se tiene las siguientes tablas resumen por cada actividad

Figura 22 Etapa de entrada



Podemos analizar que en la etapa de entradas la mayor parte del impacto negativo se tiene en las actividades de acabados y estructuras siendo esto el 94% del impacto referente a las entradas, y teniendo así las actividades preliminares como el menor impacto negativo.

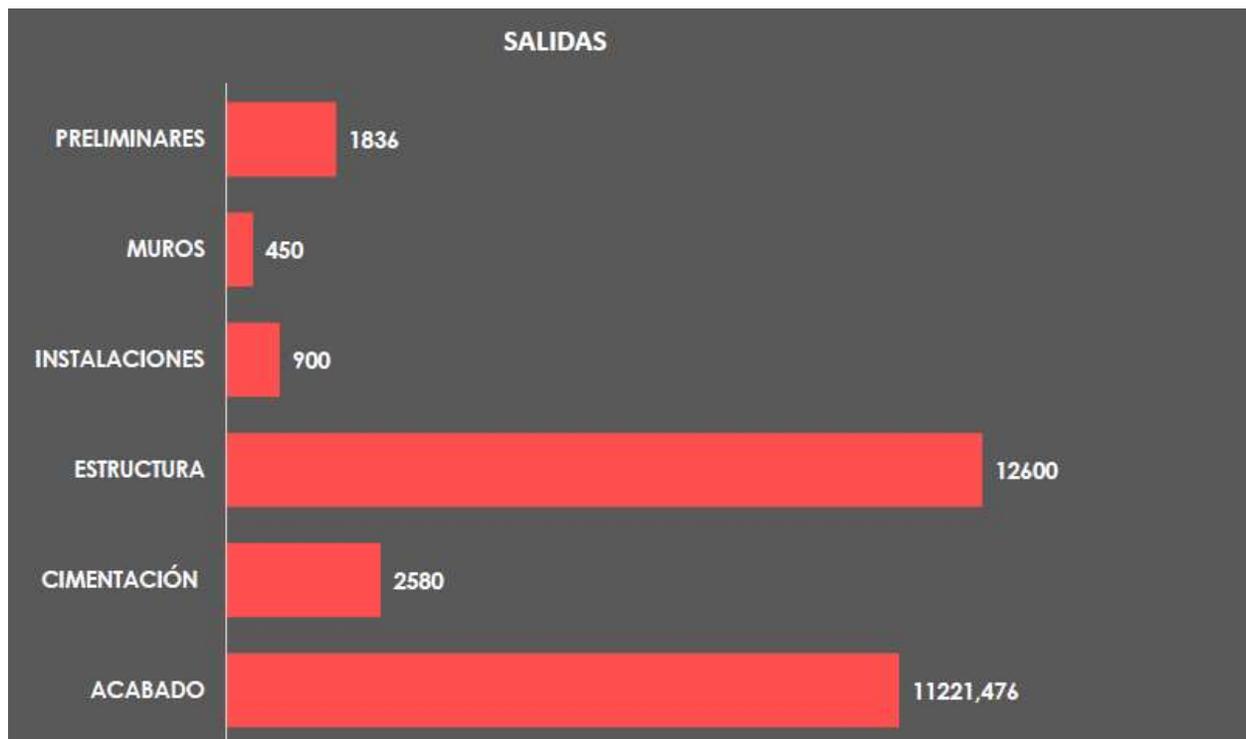
Figura 23 Etapa de proceso



En cuanto la etapa de procesos tendremos que la tendencia continua a mantener el mayor impacto negativo en las mismas dos actividades, específicamente las actividades de acabados y de estructura.

Se puede analizar que las actividades referentes a acabados tienen gran cantidad de subactividades y a su vez actividades que requieren gran cantidad de materiales, insumos, procesos y tareas para llevarse a cabo, lo cual ocasiona mayores impactos negativos.

Figura 24 Etapa de salida



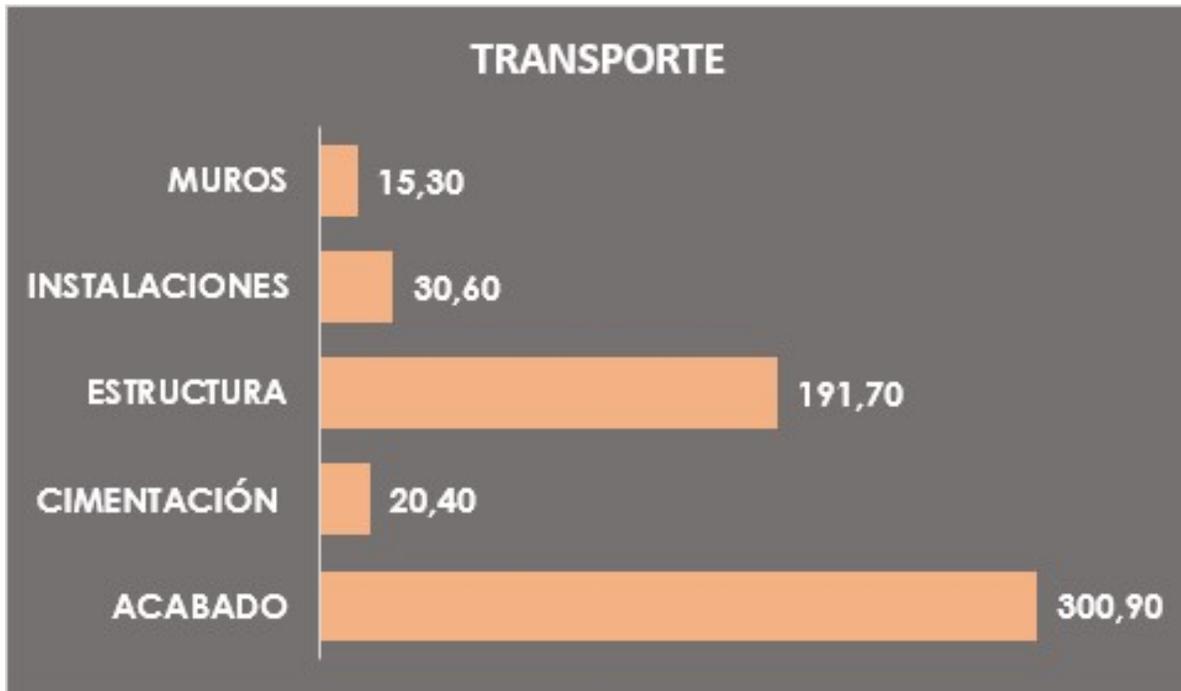
En cuanto la etapa de salidas podemos ver una tendencia menos marcada entre cada una de las actividades especialmente entre las actividades de acabado y estructura ya que estas tienen 11221 y 12600 respectivamente, valores muy similares la una de la otra; esto se debe principalmente porque en las actividades de acabados tenemos menos desprecio al poder tener un cálculo y unas cantidades más exactas de lo que se requiere.

Figura 25 Etapa de residuos



En cuanto a la etapa de residuos, la cual se muestra en negativo ya que es lo que podemos rescatar del impacto negativo que se realiza desde la entrada hasta la salida de los productos y actividades. Podemos analizar que los ítems referentes a la actividad de acabado son los que principalmente podemos o usualmente se reutilizan o reciclan para otras actividades.

Figura 26 Etapa de transporte

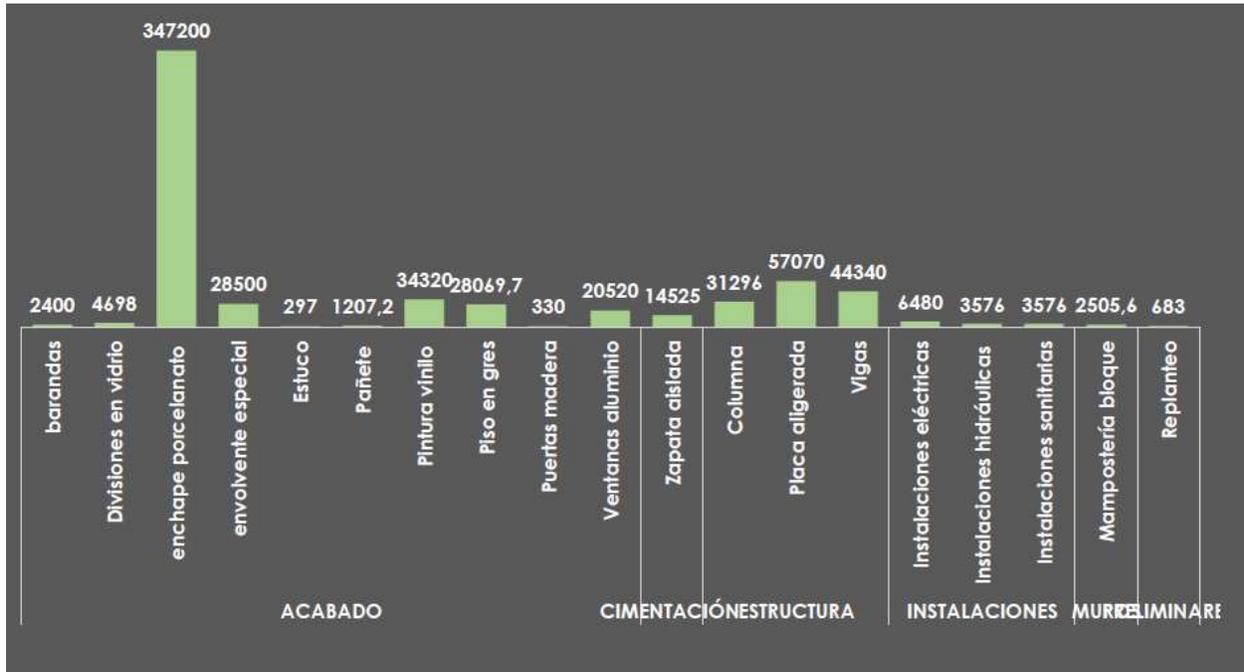


En cuanto a la etapa de transporte tenemos valores muy similares ya que se contempla el mismo porcentaje para cada uno (15%) y adicionalmente se tiene en materiales de la zona.

Así mismo también se realiza un análisis con cada uno de los materiales usados en cada etapa y en cada actividad, como grafica resume se mostrará todos los materiales utilizados en cada subactividad del caso de estudio.

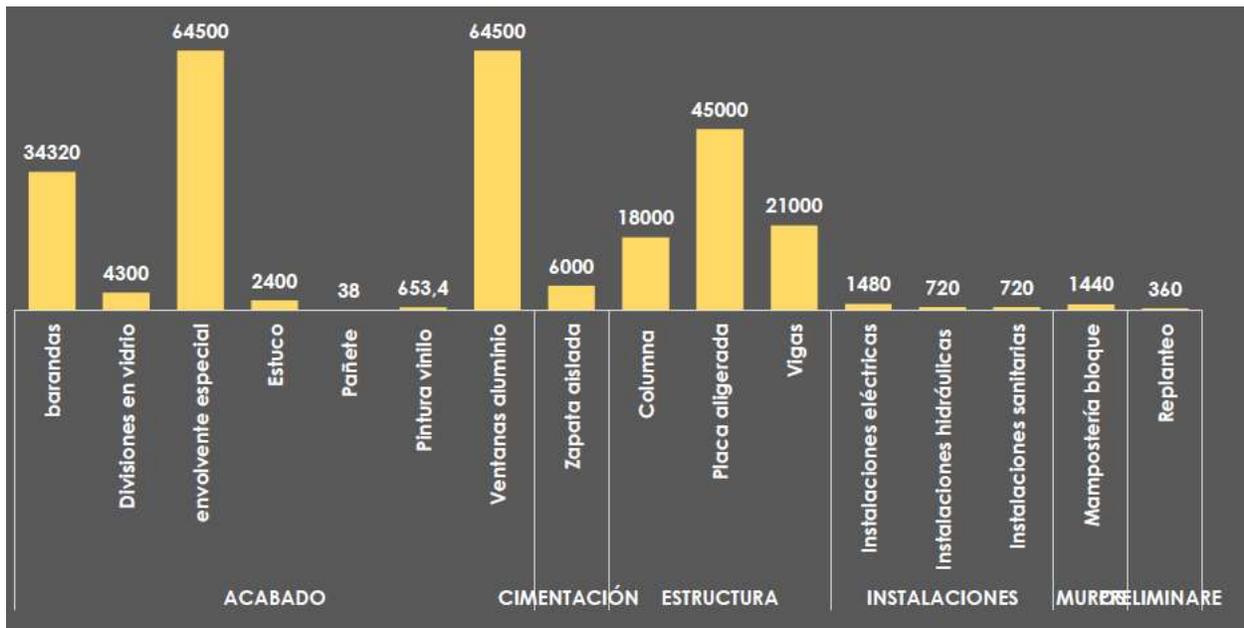
En cuanto a las entradas se tiene un impacto negativo mayor en las subactividades de enchape de porcelanato que hace parte de la actividad de acabados.

Figura 27 Impacto por actividades de la etapa de entrada



En cuanto al proceso se tiene un impacto negativo mayor en las subactividades de ventanas de aluminio, envolventes especiales y placa aligerada.

Figura 28 Impacto por actividades en la etapa de proceso



En la etapa de salidas tiene un impacto negativo mayor en las subactividades de envolvente especiales y placa aligerada.

Figura 29 Impacto por actividades en la etapa de salida

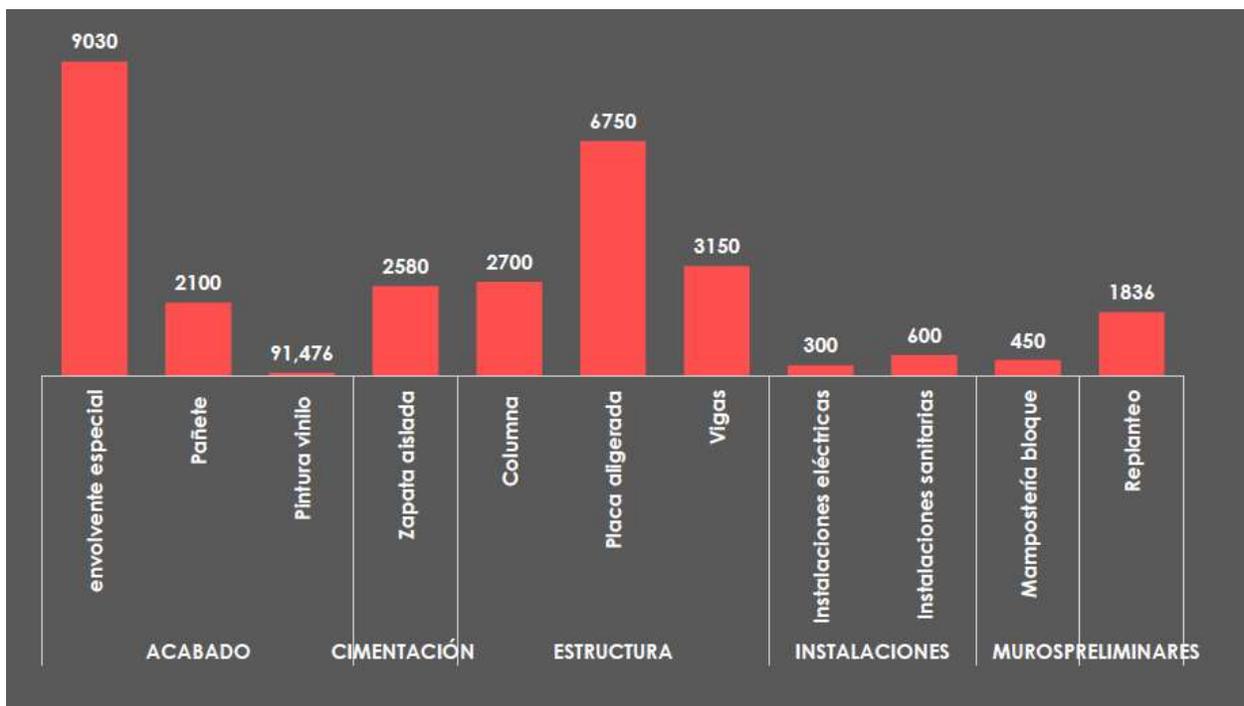
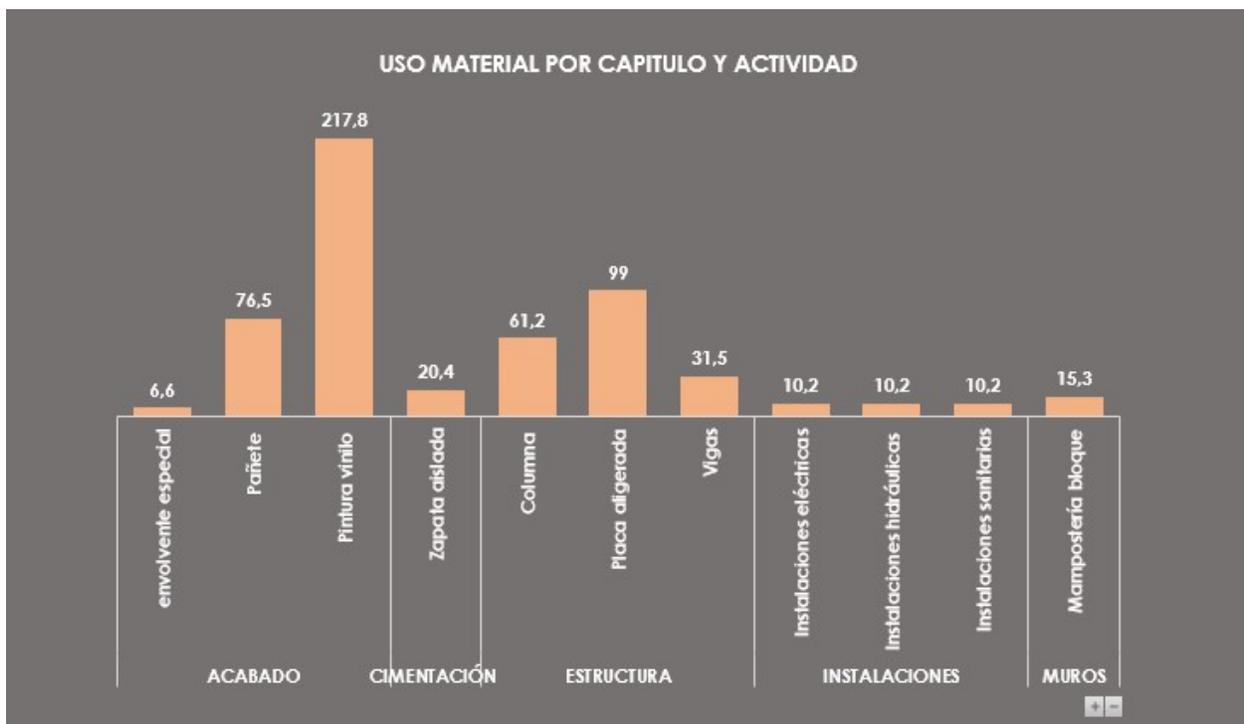


Figura 30 Impacto por actividades en la etapa de residuos



Figura 31 Impacto por actividades en la etapa de transporte



6. MITIGACIÓN DE IMPACTOS

Las recomendaciones que se tienen a partir de los datos evaluados en el caso de estudio puntual están relacionados a mitigación de impactos por recursos afectados.

Teniendo en cuenta el fuerte impacto que genera la construcción, es vital conocer la evaluación ambiental que se enfoca en identificar los impactos durante el proceso para de esta manera poder tomar medidas con el resultado de impacto ambiental negativo y poder tener un modelo de gestión ambiental

Algunas de las recomendaciones a tener en cuenta son:

Tabla 23 Mitigación de impactos según actividades

#	ACTIVIDAD	MITIGACIÓN
1	Preliminares	Reutilizar capa vegetal Controlar ruido
2	Cimentación	Reutilizar suelo removido Excavar no más de lo requerido No utilizar químicos dañinos para el suelo
3	Estructura	Control de material particulado Manejo del recurso hídrico Reutilización de desperdicio Buen acopio de material Acopio de residuos peligrosos Compra de materiales de la zona Compra material con aval sostenible Programa de manejo de residuos solidos
4	Muros	Control de material particulado

		Manejo del recurso hídrico Reutilización de desperdicio Buen acopio de material Acopio de residuos peligrosos Compra de materiales de la zona Compra material con aval sostenible Programa de manejo de residuos solidos
5	Instalaciones	Reutilización de desperdicio Buen acopio de material Acopio de residuos peligrosos Compra de materiales de la zona
6	Acabados	Control de material particulado Manejo del recurso hídrico Reutilización de desperdicio Buen acopio de material Acopio de residuos peligrosos Compra de materiales de la zona Compra material con aval sostenible Programa de manejo de residuos solidos
7	Demolición	Realizar plan ambiental especial para demoliciones

Así mismo en cada actividad de obra que se realiza se tiene una gran cantidad de residuos generados por diferente proceso que se llevan a cabo, la idea es buscar alternativas para reducir estos impactos.

A continuación, una gráfica de posibles alternativas para diferentes residuos generados.

Figura 32 Alternativas para residuos generados



Fuente: Elaboración propia

Así mismo existen gran cantidad de acciones y planes que ayudan a mitigar ese fuerte impacto que ocasiona cualquier tipo de construcción.

Tabla 24 Mitigación de impacto durante la construcción

NO	REDUCCIÓN DE IMPACTOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN
1	Compra y almacenar la mayor cantidad de insumos requeridos para la ejecución.
2	Adquirir productos que sean respetuosos con el ambiente
3	Almacenar de manera adecuada los productos, separando los peligrosos del resto y los líquidos combustibles o inflamables en recipientes adecuados
4	Comprar los materiales y productos auxiliares a partir de criterios ecológicos.
5	Cuantificar el volumen de los elementos y estructuras sujetas a demolición, discriminando las cantidades de las diferentes clases de materiales (mampostería, concreto reforzado, enchapes, entre otros)
7	Realizar un plan de gestión ambiental en donde se controle cada uno de los ítems
8	Definir las cantidades y tipos de materiales para disposición final y los que se llevarán a sitios de tratamiento y/o aprovechamiento.
9	Estimar la cantidad de RCYD que se generarán en cada actividad constructiva
10	Realizar la valoración de estos materiales para definir lo que se podría reutilizar en el proyecto
11	Tener en cuenta la reducción, separación, reutilización, reciclaje, valorización y disposición final de los residuos de construcción
12	Disponer de las herramientas y equipos necesarios para cada actividad en la obra
13	Coordinar los suministros y transporte de materiales, con el fin de evitar pérdidas y mezclas indeseables
14	Revisar que los materiales sobrantes de las actividades en la obra no estén contaminados con otros tipos de materiales catalogados como peligrosos

7. DESARROLLO SOSTENIBLE

Teniendo en cuenta las necesidades y exigencias que han venido surgiendo buscando lograr bienestar, se creó los objetivos de desarrollo sostenible que buscan poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar el bienestar de las personas.

Para esto se crearon 17 puntos principales en listados a continuación:

1. Fin de la pobreza
2. Hambre cero
3. Salud y bienestar
4. Educación de calidad
5. Igualdad de género
6. Agua limpia y saneamiento
7. Energía asequible y no contaminante
8. Trabajo decente y crecimiento económico
9. Industria, innovación e infraestructura
10. Reducción de las desigualdades
11. Ciudades y comunidades sostenibles
12. Producción y consumo responsable
13. Acción por el clima
14. Vida submarina
15. Vida de ecosistemas terrestres
16. Paz, justicia e instituciones sólidas
17. Alianzas para lograr los objetivos.

Cada uno de estos puntos enmarca diferentes áreas y se enfoca en determinadas actividades y mejoras, así mismo cada uno de los 17 puntos contiene metas especificadas enfocadas inicial al año 2030.

En el desarrollo de este trabajo de grado se enfoca principalmente en 6 de los objetivos de desarrollo sostenible. Estos son:

- Objetivo 7 Energía asequible y no contaminante
- Objetivo 9 agua, industria innovación e infraestructura
- Objetivo 11 ciudades y comunidades sostenibles
- Objetivo 12 Producción y consumos responsables
- Objetivo 13 acciones por el clima
- Objetivo 15 vida de ecosistemas terrestres

como se muestra en la siguiente figura:

Figura 33 Objetivos de desarrollo sostenible



Nota. Tomado de objetivos de desarrollo sostenible. Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

La sostenibilidad desde la construcción y específicamente la arquitectura ha venido evolucionado y tomado gran importancia, es por esto que como vimos en el desarrollo de este trabajo final de master, la arquitectura sostenible juega un papel determinante en la sostenibilidad, teniendo en cuenta adicionalmente, lo económico ambiental y social.

Es importante que día a día los entes gubernamentales intensifiquen las medidas y obligaciones para garantizar la salubridad y el cuidado del medio ambiente; de esta manera se pueda tener una conciencia y mejoramiento de los procesos que se llevan a cabo en la construcción.

Hay que conocer que la edificación se debe entender desde un proceso en donde una estructura tiene la facultad de albergar al ser humano garantizando un equilibrio y causando el menor daño posible.

7.1 Conclusiones específicas

Como se comentó en el estado de conocimiento realizado durante el desarrollo del trabajo, la construcción emplea aproximadamente la mitad de los recursos de la naturaleza, teniendo así un impacto negativo muy alto y un sector con gran problemática ambiental.

El problema ambiental ha venido tomando importancia y cada uno de los gobiernos y países a enfocado esfuerzos en lograr mejorar y aportar en todo el sector del país, a tener un menor impacto que afecte menos y que contribuya a mejor general de los daños en el ambiente.

El problema de la sostenibilidad ambiental identificado hace varios años nos muestra una nueva forma de diseñar y construir ciudades, se plantea la necesidad de reivindicarse con la naturaleza desde lograr asemejarse cada vez más a la naturaleza volviendo a apropiarse del entorno y del tejido urbano.

Se busca con parámetros básicos diseñar y construir ciudades más amigables ambientalmente, no es eliminar el problema totalmente, ya que sabemos que cada uno de las actividades que realizamos a diario por simples que sean tienen un impacto negativo significativo.

La problemática ambiental define el manejo de la sostenibilidad y al referirnos puntualmente a la arquitectura sostenible debe estar con ciertos lineamientos enfocados en la economía-sociedad y ecosistema.

Teniendo en cuenta la construcción específicamente, se debe tratar con los mismos conceptos, aunque la construcción se define como el proceso mediante el cual se materializa el hábitat, muchas veces este proceso está sujeto a dinámicas de carácter macroeconómico, producto de un sistema productivo conocido como el sistema capitalista que conocemos hoy en día. Por eso se debe identificar cuáles son las etapas del proceso con el fin de comprender la forma como se produce el hábitat físico, acercándonos lo más que se puede, ya que es difícil entenderlo como todos iguales porque cada construcción obedece a diferentes usos, escalas, y factores generales de construcción que lo hacen único.

Enfocados en las 3 caracterizaciones básicas que son infraestructura estructura y superestructuras donde nos centramos en 3 diferentes procesos constructivos particulares.

Para el desarrollo de este trabajo, el caso de estudio de una casa de dos niveles de 213 m², construida en un suelo urbano y con un proceso constructivo de estructura convencional.

Teniendo en cuenta esto, una evaluación de impacto ambiental enfocada hacia el análisis del ciclo de vida (ACV) aplicado a una construcción nos permite tener una información que muestra la tendencia de impacto negativo dentro de la construcción. Con la metodología utilizada de ACV se permite crear una herramienta para realizar mediciones ambientales, a partir de valores matemáticos durante la etapa constructiva.

Los datos generados en la evaluación ambiental permiten redireccionar los procesos y de esta manera prevenir impactos, entendidos desde los materiales y los procesos.

Algunas de las principales conclusiones encontradas con el desarrollo de este trabajo son:

- Proyectar pensando en la vida útil del proyecto devolviendo los productos utilizados, pensando en una economía circular, donde no se piense como el producto como se va a desechar sino como este puede servir en otros procesos y continuar en el sistema generado un sistema circular.
- Ser conscientes que todos y cada una de las actividades, servicios y procesos que realizamos día a día tendrá un impacto negativo al medio ambiente, pero entender y buscar como minimizar y mitigar estos impactos.
- La importancia de las políticas gubernamentales que no den la opción sino poner como exigencia el cumplimiento de ciertos parámetros buscando reducir los impactos negativos.
- Es claro que a través del desarrollo de este trabajo se puede evaluar el nivel de impacto de un edificio, sin embargo, como nos dice la norma ISO 14040 esto es un proceso en constante cambio y muy amplio.
- Es difícil tener la información específica de actividades tan amplias como lo es la construcción en donde se encuentran diferentes actividades, subactividades, productos y servicios y diferentes materiales, acciones y procesos dentro de solo una actividad. La idea principal es tener ese acercamiento a el impacto negativo que se está ocasionando, pero se debe tener claridad que este dependerá finalmente de los procesos que se realicen en su construcción y siempre se tendrán temas por definir y por mejorar.

Puntualmente según los resultados encontrados en el caso de estudio analizado referente a una casa de dos niveles de 213 m² de construcción, con un sistema constructivo tradicional (vigas, columnas y zapatas) podemos concluir que al desarrollar cada una de las actividades de obra existen vacíos al tener información de primera mano del material a emplear o de la forma como se realizara la construcción, como

vimos durante el desarrollo del trabajo, hace una diferencia en el ACV desde utilizar un material de la zona comprado con un material muy industrializado pero que debemos transportarlo de un lado a otro y eso nos afecta en cuanto a los impactos negativos en el transporte.

Así mismo se tuvo inconvenientes al ingresar algunos datos con las cantidades calculadas para el proyecto del caso de estudio de la vivienda unifamiliar, ya que de algunas actividades es muy amplio o se tienen diferentes maneras de abordar la misma actividad lo que lo hace difícil su precisión.

Otra de las conclusiones que se pudo tener es que al manejar los eco indicadores 99 si bien existen grandes cantidades de materiales, insumos y procesos para una construcción podemos tener muchos más ítems en una construcción, esto lo hace un poco general y no puntual para cada una de las actividades.

Sería conveniente enfocar unos eco indicadores enfocados a el tema de construcción donde se puede desarrollar en mayor detalle cada uno de los insumos, productos y servicios que se pueda manejar en la obra.

Así mismo es importante antes de realizar este tipo de análisis tener el manual de gestión de la calidad y los recursos del proyecto puntalmente, ya que esto nos dará un acercamiento mayor y por ende una calificación mas acertada, al conocer como se procederá en cada una de las actividades y como se trabajará con los residuos y transporte específicamente en cada proyecto.

Sin embargo, se pudo reconocer fácilmente el gran impacto que causa una obra, en este caso puntual estamos hablando de una obra relativamente pequeña con pocas especificaciones, sin embargo, al revisar las entradas tenemos un impacto en mili puntos muy alto que sobrepasa los límites evaluativos que manejábamos en la tabla principal de mili puntos. Así mismo en la etapa de proceso cada una de la actividades que se generan al utilizar procesos de construcción solida con parámetros y cantidades referentes al proyecto estos disparan inmediatamente los mili puntos totales teniendo un valor muy por encima, en la etapa de salidas al revisar con personal de obra y revisar tablas de desperdicios y manejo de residuos, calculamos que porcentaje para cada

uno de las actividades se podría tratar, vemos que el porcentaje a tratar vs el que ingresa inicialmente (entrada) es muy bajo lo que causa que el impacto continúe siendo muy negativo en general, así mismo ocurre en la etapa de residuos y transporte se tiene muy poco manejo de residuos y esto ocasiona en general una criticidad ambiental durante todo el desarrollo de la obra.

Al analizar el informe dinámico final que arroja la plantilla de trabajo creada se observa cada uno de los materiales en cada actividad del desarrollo de la construcción en cada uno de las etapas que tienen en cuenta en un ACV (entradas, procesos, salidas, residuos y transporte). Así mismo se tiene un análisis de cuales son los materiales que mayor impacto nos están generando en el proyecto y en donde encontramos cada uno de estos.

Podemos concluir que en la etapa entradas el mayor impacto lo tenemos el capítulo de acabados, estamos en un momento donde el consumismo y capitalismo mueven la economía y mueven la población, día a día aparecen nuevos productos, más innovadores, más atractivos, más impactantes, pero desgraciadamente con más procesos y daños para el medio ambiente.

Se recomienda utilizar materiales de la zona y sencillos con un proceso rápido de armado que no se requiera equipos especiales o manejo de otros productos y/materiales para su instalación, de esta manera se está aportando a reducir emisiones efecto invernadero en las actividades de construcción que afectan la sostenibilidad y traen impactos muy negativos para la vida.

Con la evaluación ambiental realizada se buscó hacer visible las problemáticas con repercusiones ambientales

Se sugiere estructurar proyectos en donde sea un modelo de metabolismo circular que se aumente significativamente los residuos que se generan

Se debe tener claridad que durante la utilización de cualquier producto o material se produce un impacto ambiental ya que en la etapa de ciclo de vida se consume energía o materiales, sin embargo la diferencia esta en como se puede aprovechar las entradas y al pasar por un proceso y obtener una salida, que se hace con ese residuo, poder

aprovecharlo de diferentes manejares reduciría notablemente el daño al medio ambiente, estaríamos ante un sistema de economía circular donde finalmente daría como resultado que las grandes industrias y/o fabricas bajarían notablemente la producción de insumos, materiales y productos.

Finalmente, pensar desde la concepción de los proyectos en volver a lo natural, como no lo expresaba Braungart y McDonough, en su libro "cradle to cradle"; entender la arquitectura como esa alianza con la naturaleza, ya que si desde la concepción de los proyectos entendemos y aplicamos esto, será un poco más sencillo tener en la ejecución proyectos más aterrizados donde el componente "consumismo" no juegue un papel importante y donde podamos usar materiales que encontramos en la naturaleza sin tener que pasar por un proceso de fabricación e industrialización para obtener determinado resultado.

REFERENCIAS

Análisis y Gestión Ambiental. (2013). all.

https://portal.camins.upc.edu/materials_guia/250504/2013/1.4. Análisis de ciclo de vida.pdf

Carrillo Osorio Mary. (2018). *Análisis del ciclo de vida: Herramienta de gestión ambiental*.

De Carvalho Filho, A. C. (2001). *Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento – Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA Escuela.

Ecodiseño, C. B. De. (2015). *Conceptos Básicos de Ecodiseño*. 1–17.

Fernandez, N. R. (2007). *Aplicación del Análisis del Ciclo de Vida en el estudio ambiental de diferentes Procesos Avanzados de Oxidación*.

Fullana i Palmer, P. (1999). *Análisis del Ciclo de Vida*. 1–14.

Goedkoop, M., Effting, S., & Collignon, M. (1999). Manual práctico de ecodiseño. Operativo de implantación en 7 pasos. Indicador 99. In *PRé Consultants*.
https://proyectaryproducir.com.ar/public_html/Seminarios_Posgrado/Herramientas/Eco_indicador_99_ca.pdf

Haya, E. (2016). Análisis de Ciclo de Vida Master en Ingeniería y Gestión Medioambiental. In *Escuela de organización industrial* (Vol. 1).

https://static.eoi.es/savia/documents/teoria_acv_migma1.pdf

- Martínez, M. G. (2012). *ARQUITECTURA HOMEOSTÁTICA. Desarrollo metodológico para la evaluación ambiental de procesos constructivos en edificaciones* (Vol. 148).
- McDonough, W., & Braungart, M. (2005). *Cradle to Cradle: Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*.
- Método, E., Valoración, D., & Lca, D. V. (n.d.). *El Método de la Valoración del Ciclo de Vida (LCA)*. 1–10.
- Michelini, G., Moraes, R. N., Cunha, R. N., Costa, J. M. H., & Ometto, A. R. (2017). From Linear to Circular Economy: PSS Conducting the Transition. *Procedia CIRP*, 64, 2–6. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.012>
- Oliver, J. (2013). *Ciclo de vida y Ecodiseño*. www.ineditinnova.com
- Sanchis, R. (2020). Eco-diseño en el Desarrollo de Productos. *Universidad Politécnica de Valencia*, 1–7. <http://hdl.handle.net/10251/139495>
- Sanz, F. (2014). *ECODISEÑO: Un nuevo concepto en el desarrollo de productos*.
- Vázquez, V. . grupo conama. (2014). *Ecodiseño en la gestión del ciclo de vida de los productos*.

ANEXOS

SUBACTIVIDAD

PRELIMINARES	CIMENTACIÓN	ESTRUCTURA	MUROS	INSTALACIONES	ACABADOS	DEMOLICIONES	
Replanteo	Muro ciclópeo	Columna	Mampostería bloque	Instalaciones eléctricas	Pintura electrostática	Demolición general	
Descapote manual	Viga Corrida	Vigas	Mampostería adobe	Instalaciones sanitarias	Pintura aceite		
Descapote mecánica	Zapata aislada	Pantalla	Mampostería piedra	Instalaciones hidráulicas	Pintura vinilo		
Excavación manual	Zapata Corrida	Muro ESTRUCTURAL	Madera	Instalaciones Voz y datos	Pañete		
Excavación mecánica	Micropilote	Muro de carga	Drywall	Instalaciones mecánicas	Estuco		
Entibados	Pilote	Placa contrapiso	Superboard		Drywall		
	Placa maciza	Placa entrepiso	Vidrio		Superboard		
	Placa flotante	Placa aligerada			Cielo raso en madera		
	Pilote en acero	Placa maciza			Cielo raso fibra		
	Pilote en madera	Placa lamina colaborante			Cielo raso metálico		
	Caisson	Placa steel deck				Divisiones en vidrio	
		Placa fácil				barandas	
					enchape CERAMICA		
					enchape porcelanato		
					Ventanas aluminio		
					Ventanas mande		
					Puertas madera		
					Puerta metálicas		
					Piso en gres		
					Piso en mármol		
					Piso granito		
					Piso vinilo		
					Piso Madera		
					Recubrimiento madera		
					Recubrimiento mármol		
					Recubrimiento polímero		
					Recubrimiento metálico		

