



Corporación Universitaria
REFORMADA

Diseño de un modelo multicriterio que evalúe el nivel de preparación en la implementación de programas de economía circular en empresas de alimentos y bebidas en Barranquilla

Autoras:

Mariana González Ballestas

Ann Pérez Pérez

Trabajo de grado como prerrequisito para la obtención del título de:

Ingeniero industrial

Director:

MSc. Genett Jiménez Delgado

Codirector:

MSc. Leidy Mora Higuera

Facultad de ingenierías

Programa de Ingeniería Industrial

Barranquilla

2021

Diseño de un modelo multicriterio que evalúe el nivel de preparación en la
implementación de programas de economía circular en empresas de alimentos y bebidas
en Barranquilla

Mariana González Ballestas

Ann Pérez Pérez

Director:

Genett Jiménez Delgado

Codirector:

MSc. Leidy Mora Higuera

Facultad de ingenierías

Programa de Ingeniería Industrial

Barranquilla

2021

DEDICATORIA

Mi proyecto de investigación va dedicado primeramente a Dios, que ha sido nuestra ayuda y nuestro sustento en toda esta etapa para obtener el título de Ingenieras Industriales, quien, desde el principio, jamás nos ha dejado sola.

A nuestra familia, quienes han sido nuestro motor y respaldo durante todo el proceso educativo, quienes han extendido su mano al momento de necesitar de ellos para poder culminar nuestros estudios.

A nuestros docentes y directivos quienes han aportado su grano de arena, en la formación educativa, intelectual, y a formarnos como seres humano-éticos, preparados para la vida laboral.

A nuestros compañeros quienes también han sido un apoyo motivacional, a que todo logremos culminar juntos estas etapas como profesionales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por darnos la oportunidad de seguir formándome, y darnos la sabiduría e inteligencia para enfrentar los retos que se me han presentado a lo largo de nuestra carrera como Ingeniera industrial.

En segunda instancia, queremos agradecer a la docente Genett Jiménez Delgado, por su paciencia y disposición al momento de brindar su apoyo para llevar a cabo el presente proyecto de investigación.

A la institución, la Corporación Universitaria Reformada, quien abrió sus puertas, y ha permitido a todos nosotros como estudiantes a presentar propuestas y adquirir retos, para hacer de nosotras, profesionales autónomas, competentes y éticas, lo cual hace que construyamos un mejor futuro.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
JUSTIFICACIÓN.....	19
OBJETIVOS	21
OBJETIVO GENERAL.....	21
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
MARCO DE REFERENCIAS.....	22
MARCO TEORICO	22
ECONOMÍA CIRCULAR.....	22
TRANSICIÓN DE LA ECONOMÍA LINEAL A LA ECONOMÍA CIRCULAR.....	24
BENEFICIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.....	25
ECONOMÍA CIRCULAR Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE	26
HISTORIA DE LA ECONOMÍA CIRCULAR	27
ECONOMÍA CIRCULAR EN COLOMBIA	33
TÉCNICAS PARA LA GESTIÓN DE PROCESOS Y LA TOMA DE DECISIONES.....	36
DIAGRAMA SIPOC.....	36
ANÁLISIS PESTEL.....	37
TÉCNICAS DE DECISIÓN MULTICRITERIO	38
MÉTODO TOPSIS	38
ALGORITMO TOPSIS	41
PLANES DE MEJORA 5W/ 2H.....	42
MÉTODO DE PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP).....	43
MARCO CONCEPTUAL.....	47
MARCO LEGAL.....	51
METODOLOGÍA.....	54
TIPO DE INVESTIGACIÓN	54
ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	54
ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	54
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	55
FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	55
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	55
FASES DE LA INVESTIGACION	58

PRESUPUESTO PROYECTO	62
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
IMPACTO SOCIAL	63
IMPACTO ECONÓMICO	64
IMPACTO POLITCO	67
Análisis del modelo SIPOC en la implementación de programas de EC en empresas de alimentos y bebidas	69
APLICACIÓN DE TÉCNICA AHP	73
APLICACIÓN TOPSIS	78
CONCLUSIONES	89
BIBLIOGRAFIA	91
ANEXOS	101
Anexo 1. Matrices de comparaciones pareadas.	101
Anexo 2. Matrices normalizadas.	102

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz 5w2h.	43
Tabla 2. Escala de preferencias AHP.	44
Tabla 3. Principales normativas de la EC.	51
Tabla 4. Modelo de encuesta para toma de decisión multicriterio.	56
Tabla 5. Fases del proyecto.	59
Tabla 6. Presupuesto del proyecto.	62
Tabla 7. Participación de producción científica en economía circular de américa latina.	68
Tabla 8. Descripción de criterios y sub-criterios.	72
Tabla 9. Matriz de comparación pareada de criterios.	74
Tabla 10. Ejemplo Matriz normalizada de criterios.	75
Tabla 11. Pesos locales y globales de los sub-criterios.	76
Tabla 12. Ratios de Consistencia criterios y subcriterios.	77
Tabla 13. Compañías postuladas para la evaluación del nivel de preparación de programas de economía circular.	78
Tabla 14. Indicadores para la aplicación de la técnica TOPSIS.	79
Tabla 15. Matriz de decisiones TOPSIS para la evaluación del nivel de preparación en EC en empresas de alimentos y bebidas.	80
Tabla 16. Matriz de decisión R de TOPSIS normalizada para la evaluación del nivel de preparación en EC en empresas de alimentos y bebidas.	80
Fuente: Elaboración propia (2021)	81
Tabla 17. Matriz de decisión V de TOPSIS ponderada y normalizada para la evaluación del nivel de preparación en EC en empresas de alimentos y bebidas.	81
Fuente: Elaboración propia (2021)	81
Tabla 18. Matriz de separación de la solución positiva.	82
Tabla 19. Matriz de separación de la solución negativa.	83
Tabla 20. Estrategias de mejora establecidas para los diferentes puntos de intervención de las empresas evaluadas.	86

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del ciclo de la economía circular.....	22
Figura 2. Transición de la EL a la EC.....	24
Figura 3. Beneficios de la economía circular.....	25
Figura 4. Esquema del desarrollo sostenible.....	26
Figura 5. Evolución de los conceptos de desarrollo sostenible y economía circular.....	28
Figura 6. Comportamiento de la extracción global de recursos de 1980 a 2020.....	32
Figura 7. Implementación de la economía circular en Colombia.....	34
Figura 8. Componentes de diagrama SIPOC.....	36
Figura. Factores del análisis PESTEL.....	37
Figura 10. Proximidad ideal y anti ideal.....	40
Figura 11. Esquema TOPSIS.....	41
Figura 12. Estructura jerárquica AHP.....	43
Figura 13. Secuencia de las fases del proyecto.....	58
Fuente: DANE, (2018).....	65
Figura 16. Ciclo de vida de la materia prima economía lineal vs economía circular.....	67
Figura 18. Diagrama de toma de decisiones de múltiples criterios para la evaluación del nivel de preparación en la implementación de programas de economía circular en empresas de alimentos y bebidas en Barranquilla.....	72
Figura 19. Ejemplo del modelo de encuesta AHP de los criterios establecidos.....	74
Figura 20. Pesos globales de los criterios de evaluación nivel de preparación para la implementación de programas de economía circular en empresas de alimentos y bebidas.....	75
Figura 21. Ranking del índice de preparación de empresas de alimentos y bebidas en la implementación de programas de economía circular.....	84

ÍNDICE DE ECUACIONES

(Eq. 1)	45
(Eq. 2)	45

RESUMEN

La implementación de programas de economía circular por parte de las empresas de alimentos y bebidas traerá consigo cambios en las actividades a realizar por cada una de ellas para lograr cada uno de sus objetivos. Por lo tanto, es necesario realizar una evaluación a los factores críticos de éxito, así como el diseño de un modelo de decisión multicriterio para determinar su nivel de importancia. Por consiguiente, el objetivo de este proyecto se divide en dos partes, una primera parte en suministrar un enfoque metodológico para la medición del nivel de preparación de las empresas de alimentos y bebidas durante la implementación de programas de economía circular, y una segunda parte que se basa en proponer planes de intervención en las empresas de alimentos y bebidas que fueron evaluadas. Frente a esto, la presente investigación propone la implementación de un modelo de decisión multicriterio constituido por 5 criterios y 16 sub-criterios, para su puesta en marcha, se utiliza el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) que permite el cálculo de la importancia relativa que se presenta entre criterios y sub-criterios, y a su vez la herramienta Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) para calcular el índice de preparación de las empresas de alimentos y bebidas. Por último, se expone una aplicación real del modelo mediante la colaboración de 3 empresas de los sectores de alimentos y bebidas para así, comprobar los factores críticos de éxito obtenidos mediante la implementación de programas de T circular.

Palabras claves: Economía Circular, Factores críticos de éxito, Nivel de preparación, AHP, TOPSIS, Sector alimentos y bebidas.

ABSTRACT

The implementation of circular economy programs by food and beverage companies will bring about changes in the activities to be carried out by each of them to achieve each of their objectives. Therefore, it is necessary to carry out an evaluation of the critical success factors, as well as the design of a multi-criteria decision model to determine their level of importance. Therefore, the objective of this project is divided into two parts, a first part to provide a methodological approach for measuring the level of readiness of food and beverage companies during the implementation of circular economy programs, and a second part that It is based on proposing intervention plans in the food and beverage companies that were evaluated. Faced with this, the present research proposes the implementation of a multi-criteria decision model consisting of 5 criteria and 16 sub-criteria, for its implementation, the Hierarchical Analytical Process (AHP) is used that allows the calculation of the relative importance that It is presented between criteria and sub-criteria, and in turn the Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) tool to calculate the preparation index of food and beverage companies. Finally, a real application of the model is exposed through the collaboration of 3 companies in the food and beverage sectors in order to verify the critical success factors obtained through the implementation of circular T programs.

Keywords: Circular Economy, Critical Success Factors, Level of Preparation, AHP, TOPSIS, Food and Beverage Sector.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la sociedad ha venido tomando conciencia acerca de los daños que los residuos resultantes de los procesos productivos están ocasionando en el planeta, para dar solución a este tipo de acontecimientos que si no se tratan de manera oportuna pudieran no ser reversibles aparece la economía circular como alternativa incentivando a los grandes productores y consumidores a hacer uso sustentable y eficiente de los recursos y desechos.

El propósito de este modelo económico (Economía circular), es transformar los antiguos patrones de producción establecidos únicamente para sacar provecho de los recursos en sistemas de producción sustentable, rentable y amigable con los ecosistemas de manera que todas las partes involucradas se beneficien.

A principios de la revolución industrial tras el desarrollo de los avances tecnológicos, los hábitos de consumo de la sociedad y los cambios en los procesos productivos con base a estas demandas han incrementado los problemas del medio ambiente y a raíz de estos inconvenientes surgió lo que en la actualidad se conoce como desarrollo sostenible, el cual se basa que tanto a los sistemas de producción, al tratamiento de materias primas y desechos se les dé el mismo nivel de importancia resultando en un cambio en la manera de producir, consumir y desechar. Bajo esta premisa lo que se busca al implementar sistemas de economía circular en el sector industrial, es que se pueda optimizar el rendimiento de los recursos empleados en la producción en todos sus ciclos de vida de manera que las materias primas y los residuos resultantes de sus procesos puedan ser sustentables, reutilizables y nuevamente contribuir a la economía de las organizaciones que implementan este tipo de sistemas en sus procesos productivos sin dejar un impacto negativo sobre los ecosistemas.

El objetivo de esta investigación es determinar los factores críticos de éxito en la implementación de programas de economía circular en empresas de bebidas y alimentos de la ciudad de Barranquilla, caracterizar los procesos e identificar las oportunidades de mejora para diseñar planes de intervención en las empresas evaluadas y de manera que se pudiera cumplir con estos objetivos se empleó una metodología de carácter aplicado a través de la aplicación de encuestas a empresas de los sectores en cuestión.

Se presentan las fases de la investigación y que actividades se desarrollan durante cada una de ellas, en el desarrollo del documento también se puede evidenciar el uso de técnicas de decisión multicriterio y herramientas como TOPSIS para ordenar las alternativas y posteriormente seleccionar la más óptima, modelo AHP a través de la cual se establecieron unos criterios en función de la prioridad obtenida como resultado de las encuestas realizadas por los expertos y miembros de las empresas para determinar los más importantes o de mayor relevancia, análisis PESTEL con el propósito de evaluar el contexto y entorno actual en el cual se desarrollan las empresas en cuestión, SIPOC, bases de datos de investigación, opinión de expertos entre otros, que pudieran ayudar a obtener resultados que permitan identificar cuáles son los puntos fuertes y cuáles son los puntos débiles de los sistemas técnicos, sociales y ambientales de estas organizaciones.

Esta información obtenida como resultado de la aplicación de las herramientas mencionadas anteriormente se utilizó como guía para conocer cuál es el enfoque circular de los procesos productivos empleados por las empresas evaluadas y cuáles son las limitaciones, inconvenientes y oportunidades de mejora que se pudieran estar presentando en el desarrollo e implementación de sus procesos en los que intervienen sistemas de economía circular de manera que se puedan encontrar soluciones óptimas en las que todas las partes involucradas se vean beneficiadas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las empresas de alimentos y bebidas en Colombia emplean grandes cantidades de recursos y materias primas para sus procesos productivos, estos deben ser gestionados de manera correcta, para así, evitar que los diferentes residuos y desechos afecten directamente el medio ambiente, el resultado de sus procesos, el crecimiento económico de la empresa y el bienestar social en general.

En esta industria, aparte de la utilización de la materia prima y los materiales que se emplean para la producción de alimentos y bebidas, el uso de envases y empaques desechables es de suma importancia, lo cual constituye en que la generación de desechos y residuos sea mayor; Por lo tanto, implementar sistemas de gestión de residuos como la economía circular resulta indispensable para reducir el impacto negativo en el ambiente.

Estadísticas brindadas por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) indican que en el estado colombiano anualmente son desperdiciadas y desaprovechadas cerca de 9.76 millones de toneladas de alimentos y bebidas (FAO, 2019). Mientras que, los envases y empaques más utilizados en Colombia son de plástico, y se conoce por la entidad ProColombia que, se produce más de un millón de toneladas anualmente, las cuales son utilizadas por parte del sector de alimentos en un 62% y en el de bebidas un 22%. (Tecnología del plástico, 2016).

Por lo anterior, podemos establecer que la industria de bebidas y alimentos, acaparan gran cantidad de desperdicios en nuestro país, y a su vez deja en evidencia la utilización masiva de envases de plástico que deben ser reciclados y reutilizados para evitar el colapso de los rellenos sanitarios, ya que su proceso de descomposición es lento. Por lo tanto, esto conlleva a las empresas a implementar de manera eficaz sistemas de gestión de residuos, para controlar los impactos negativos que estos factores pueden tener.

Una mala gestión de residuos y desechos lleva a una empresa no sólo a tener pérdidas económicas, sino, afectar al medio ambiente de gran manera ya que, los materiales que después de su uso no son aprovechados, junto a los desechos, van a los rellenos sanitarios, lo cuales según la Contraloría General de la República ya no dan abasto, y su ciclo de vida útil está por terminar. (REVISTA SEMANA, 2020).

Los residuos y desechos originados por las empresas en Colombia, alrededor de un 83% de estos, no son aprovechados de manera adecuada y son transportados a los rellenos sanitarios sin pasar por ningún tipo de tratamiento previo, desperdiciando materiales que podrían ser aprovechados posteriormente, perder la generación de nuevos empleos, y aumentar significativamente los problemas del medio ambiente y del bienestar humano. (García N., 2019). Por lo cual gran cantidad de empresas de alimentos y bebidas están empezando a incluir programas de gestión de residuos para evitar estas consecuencias negativas, debido a que anteriormente muchas de ellas implementaban economías lineales que impedían el aprovechamiento y la extensión del ciclo de vida de los productos.

El director comercial de We Team, asegura que, de todos los millones de toneladas de desperdicios en sector de alimentos y bebidas, el 55% se da en la cadena de fabricación, gestión y almacenamiento, y el 45% restante, se da en la comercialización y distribución de estos. En contextos con el medio ambiente, el 8% de esos desperdicios son los principales responsables de los gases de efecto invernadero (Vanguardia, 2020). Lo que hace más preocupante la cantidad de desperdicios que se dan en este sector de la industria alimenticia.

Por parte del Departamento Nacional de Planeación se conoce que sólo en el sector retail, cerca de 90.000 toneladas de producto son las mermas operativas que se le asignan a los vencimientos y averías, cuando no se implementan programas que

contribuyen a la gestión de materiales y residuos. (Buitrago J. & Rojas, I., 2018). Por lo tanto, Fenalco, en compañía de Eatcloud, buscan que en Colombia se logren minimizar estas mermas o desperdicios de alimentos (EL ESPECTADOR, 2020), para así, no solo ayudar al medio ambiente, sino fortalecer la economía y apuntarle al bienestar de la sociedad en general.

En este ciclo se puede evidenciar no solo una falta de compromiso por parte de las organizaciones con el medio ambiente y sus recursos que bien le han servido a la sociedad actual, sino también una falta de responsabilidad social y de interés para contribuir o devolver a la tierra un poco de lo que se le ha quitado mientras se aprovechan todo lo que la misma nos brinda, sin embargo una de las posibles causas de esta problemática podría ser la falta de conocimiento por parte de los empresarios acerca de cómo aprovecharlos; optimizando sus procesos, disminuyendo los costos y manteniendo los estándares de calidad y acerca de cómo darles el correcto tratamiento aquellos que ya no se pueden aprovechar.

Hasta hace poco tiempo las empresas de producción se habían enfocado principalmente en enviar sus desechos a vertederos y esta solución resulta insostenible puesto que aparte de no reducir el consumo de las materias primas y energías en sus procesos, se traduce en serias consecuencias para el ambiente y por esto se hace necesario que se empiece a hacer uso de esas estrategias que disminuyen o controlan el uso de materias no reutilizables.

Como bien sabemos, los precios de venta de las empresas se deben fijar considerando en primera medida los costos de producción y por esto, resulta necesario fijarlos con precisión y corregirlos de ser necesario, por lo tanto, desechar materias o recursos que se pudieran reutilizar puede representar un duro golpe para las utilidades de la empresa y para la calidad del medio ambiente.

En la actualidad se puede evidenciar la necesidad que tienen las empresas de implementar un sistema que les permita no solo preservar y recuperar el medio ambiente si no también mantener o aumentar sus niveles de producción sin descuidar la calidad de sus procesos a costos accesibles, por lo cual se hace necesario implementar estrategias como la reutilización y el aprovechamiento de los recursos, ya que cuando no se promueve el uso racional de los mismos mantener la capacidad de sustentación económica y ambiental se convierte en un verdadero reto para las organizaciones, además de que dificultaría los procesos de mejora continua y medición de la eficiencia de las mismas.

Son tantas las consecuencias e impactos negativos que conlleva la ausencia de sistemas de gestión de residuos, que implementar nuevos programas como la economía circular traería buenos resultados. Para el análisis y la evaluación de factores críticos de éxito de nuevos programas que se implementan en las industrias, la utilización de modelos de decisión es una técnica favorable. Industrias de todos los sectores económicos aplican los factores de éxito para gestionar los procesos (Rodríguez J., 2020). En lo cual podemos concluir que la industria de alimentos y bebidas se encuentran entre estas.

Partiendo de lo anteriormente expuesto se desprende la siguiente pregunta de investigación que guiara el desarrollo de este proyecto.

¿Se puede diseñar un modelo de decisión multicriterio para evaluar el nivel de preparación para la implementación de programas de Economía Circular en las empresas de alimentos y bebidas en Colombia?

Para dar respuesta a la pregunta problema, se plantean las siguientes sub-preguntas problema:

- 1- ¿Cómo se caracterizarán los procesos de economía circular en la industria de alimentos y bebidas en barranquilla?
- 2- ¿Cuáles son los factores que inciden en la implementación de programas de Economía Circular en las empresas de alimentos y bebidas en la ciudad de barranquilla?
- 3- ¿Cómo se validarán los resultados del modelo aplicándolo en las empresas del sector de alimentos y bebidas en la ciudad de barranquilla?

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de esta propuesta de investigación es pertinente puesto que el tema que se aborda es por muchos desconocido en nuestro país y fue en el año 2018 que se empezó a implementar la economía circular a través del lanzamiento de la estrategia nacional de economía circular que se expuso de manera clara y precisa información con temas enlazados a sistemas de gestión de residuos, hablando de términos conceptuales, de su importancia en la industria y el medio ambiente, de su historia entre otros. Este tipo de economía es conocida aproximadamente desde los 80 pero fue a partir del 2018 que se empezó a implementar en Colombia con el propósito de optimizar los sistemas económicos y mejorar su relación con el medio ambiente.

La población actual está en constante crecimiento y esto genera impactos tanto positivos como negativos para el planeta y parte de un rentable desarrollo de un modelo económico circular involucra el respeto que se debe tener a ciertos principios dónde los productos deben ser pensados, diseñados y fabricados teniendo en cuenta su vida útil incluyendo todas las actividades que hacen parte de ellos desde el transporte, la distribución, su utilización y final de su ciclo de vida como residuos.

Las empresas por si solas pueden no tener mucha información, confianza ni capacidad en general para implantar este tipo de economías y las fuentes de financiación normalmente no ofrecen fondos de inversión para este tipo de modelos de gestión, puesto que se perciben como actividades de alto nivel de riesgo y complejos en su ejecución.

"La traducción de la economía destructora de la ecología, a la economía sostenible depende del cambio copernicano en el campo de la ética económica, entendiendo que la economía es sólo una parte de la economía ecológica de la Tierra, y el desarrollo económico continuo sólo puede lograrse ajustando la economía para ser compatible con

el ecosistema" (Jiménez K, 2018). La implementación: economía circular procesos comerciales y marketing.

Poner en práctica estos principios tiene un resultado un gran número de beneficios no solo para el medio ambiente sino también para la empresa principalmente porque se presentaría una considerable reducción de los costos y una ventaja competitiva cuando se refiere a la globalización ya que disminuiría la dependencia de proveedores externos para la producción.

En cuanto a al medio ambiente se refiere los beneficios que la implementación de un modelo de economía circular por mencionar algunos tales como el reducir la contaminación ambiental, los desplazamientos, las ciudades no sostenibles, el hambre, la escasez de los recursos naturales, la falta de agua potable en diferentes partes del mundo, la extinción de especies, la deforestación, entre otros y en cuanto a los procesos productivos como tal se podrían disminuir los costos, aumentar los niveles de producción, general empleos, reducir los niveles de competencia en el mercado por explotación de recursos, reducir el precio de las materias primas entre otros.

Diseñar e implementar un modelo de evaluación de economía circular en el que relacionen todas las fases como la de suministro, fabricación, distribución y al consumidor final en el que se proponga un correcto tratamiento de los desechos a los subproductos, a las mermas y a las devoluciones de manera que se puedan recoger, reutilizar y reciclar con el propósito de re fabricar, redistribuir y comercial teniendo como base esos mismos residuos, es una de las alternativas que tiene las empresas para potencializar el desarrollo de sus procesos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo de decisión multicriterio para evaluar el nivel de preparación en la implementación de programas de economía circular en las empresas de alimentos y bebidas en Barranquilla.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar los procesos de economía circular en la industria de alimentos y bebidas.
- Determinar los factores que inciden en la implementación de programas de economía circular a las empresas de alimentos y bebidas en la ciudad de Barranquilla.
- Identificar oportunidades de mejora y diseñar estrategias para incrementar el nivel de preparación de las empresas evaluadas en la implementación de programas de Economía Circular.

MARCOS DE REFERENCIA

MARCO TEORICO

En este capítulo se tratan los aspectos teóricos que fueron necesarios para el desarrollo del proyecto:

En la primera sección se muestran los antecedentes relacionados con la economía circular, su transición y sus beneficios.

En la siguiente sección se examina la historia de la economía circular y su implementación en Colombia.

Finalmente, se hace una breve introducción a las generalidades de las técnicas para la gestión de procesos y la toma de decisiones, y a su vez las técnicas de decisión multicriterio.

ECONOMÍA CIRCULAR

La economía circular es un modelo que se basa principalmente en utilizar los recursos de manera sostenible, y garantizar la preservación del medio ambiente, aprovechando los residuos. (Rodríguez M., et al., 2020).

Figura 1. Esquema del ciclo de la economía circular.



Fuente: Santinelli M. (2021).

En la anterior ilustración, se observa el ciclo de la economía circular, donde se enfoca principalmente la transformación de la materia prima, y su aprovechamiento, eliminando los residuos y alargando el ciclo de vida útil de los productos, manteniendo los productos y materiales en uso.

La economía circular busca aprovechar los materiales cuando su vida útil llegue a su fin, reutilizándolos de manera eficiente, ayudando que se preserve el medio ambiente, de mano de la sostenibilidad buscando un equilibrio entre el crecimiento económico, el bienestar social y el cuidado del medio ambiente. (ECOLEC, 2021) De lo cual se puede destacar, que esta economía favorece desde las grandes empresas, hasta cualquier ser humano en específico.

Esta economía colabora a la seguridad del abastecimiento y la reindustrialización, por lo cual se necesita que los productos sean diseñados en una forma que puedan ser modificados, para que así los desechos, puedan ser utilizados como materia prima. (Riosvelasco P., et al., 2016).

La economía circular pretende un cambio de raíz en la producción y consumo que se generan en la actualidad, buscando la minimización de los impactos negativos y la instauración de desechos. (Morocho, F., 2018). Por lo tanto, se puede afirmar que la economía circular busca una transición positiva en cómo se está efectuando la economía actualmente y su relación con el medio ambiente.

TRANSICIÓN DE LA ECONOMÍA LINEAL A LA ECONOMÍA CIRCULAR

La necesidad de implementar una nueva economía, en este caso la economía circular era sumamente necesaria, pues la economía lineal que se venía implementando consistía en producir, usar y tirar, lo cual no estaba siendo sostenible con el medio ambiente, por lo tanto, implementar una nueva economía que sea regenerativa, y ayude a extender el ciclo de vida de los materiales y productos era fundamental. (Cerdá, E., & Khalilova, A., 2016). Por lo tanto, se puede concluir que la transición de la economía lineal a la economía circular busca reestructurar de manera radical la economía que se venía implementando, pues esta ya no era la ideal. La transición de estas economías, de la lineal a la circular, además de lo anterior, cimienta fortalezas, crea nuevas y pertinentes oportunidades tanto financieras, como oportunidades de negocio, genera a su vez un bien para el medio ambiente y para la sociedad en general. (Ellen MacArthur Foundation, 2017)

El paso de la economía lineal, a la economía circular a una mejora tanto en los procesos productivos, como la extensión de los materiales altamente utilizados. (Abdalla F. & Freire A., 2018).

Figura 2. Transición de la EL a la EC.

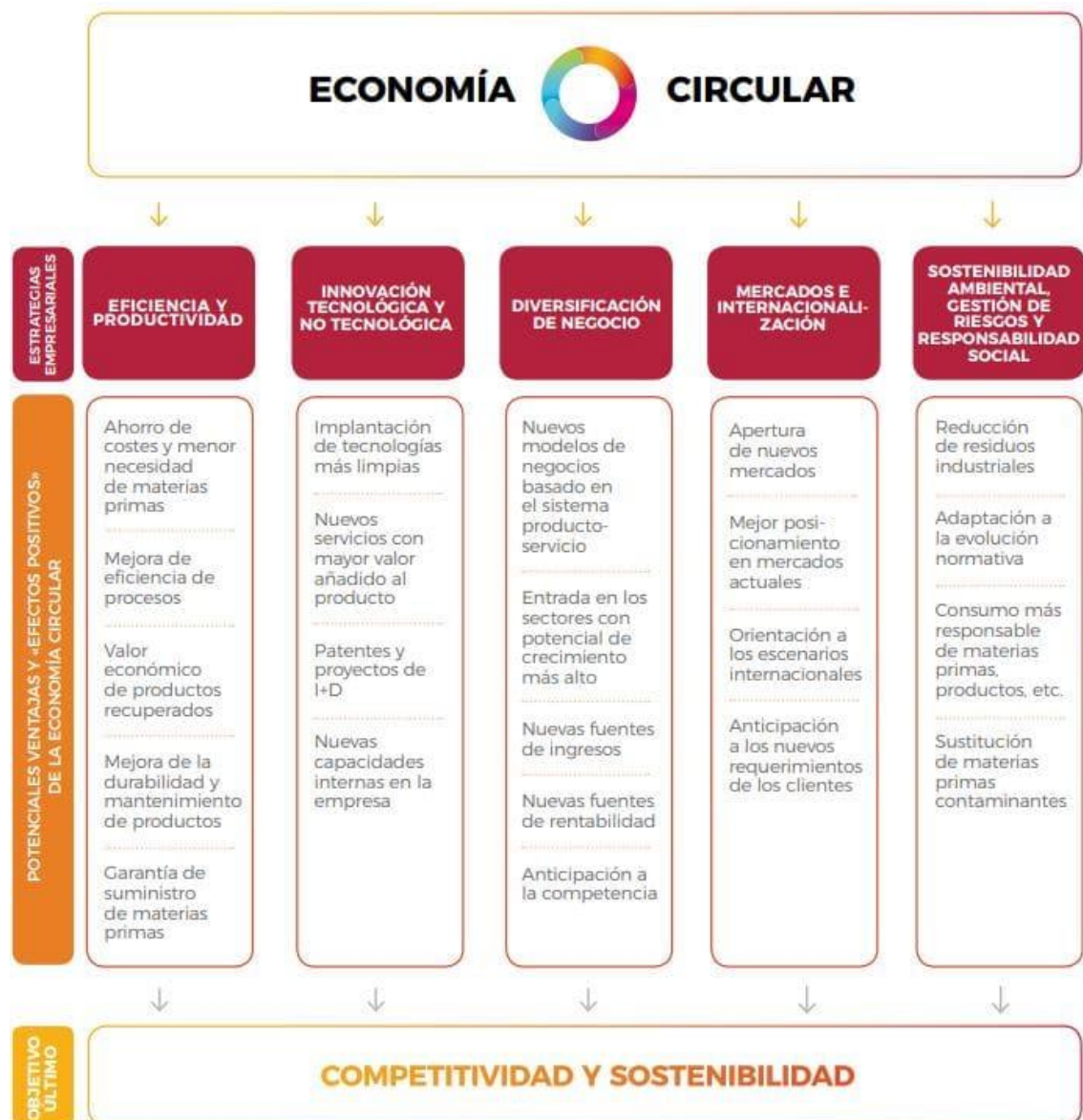


Fuente: Diario córdoba (2020).

De la anterior imagen, se puede establecer el cambio que hay entre la economía lineal y la economía circular, una economía que pasa de tirar el producto una vez es utilizado, a una economía que toma el producto usado y lo recicla para así, ser aprovechado en un nuevo ciclo de fabricación.

BENEFICIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

Figura 3. Beneficios de la economía circular.



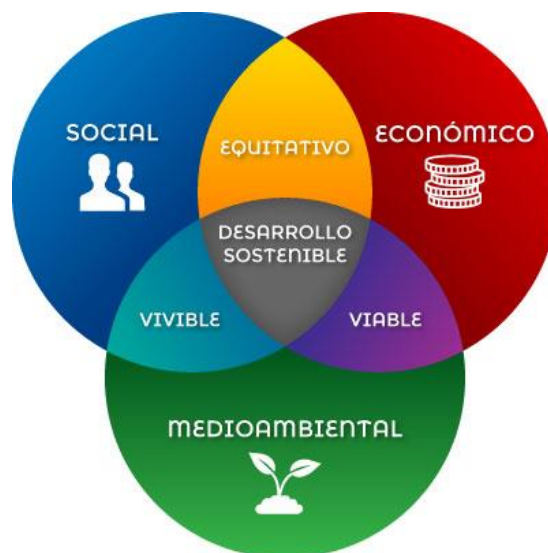
Fuente: Martín A. (2021)

De la anterior ilustración, se pueden destacar los beneficios que conlleva la implementación de la economía circular, beneficios tanto económicos, sociales y ambientales, como lo son el ahorro de costes, apertura de nuevos mercados que, junto a ello, crearán gran cantidad de oportunidades de empleo, y un consumo sumamente responsable de la utilización de materias primas, productos, residuos, etc.

ECONOMÍA CIRCULAR Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Dentro de los objetivos del desarrollo sostenible, se destaca el garantizar una producción y consumo responsables, que no es más que la garantía de implementar procesos de producción y consumo sostenibles con el medio ambiente (Capitán, A., et al, 2019). El cuál es el objetivo que más se relaciona con la economía circular, pues esta busca como resultado, generar la misma garantía.

Figura 4. Esquema del desarrollo sostenible.



Fuente: Línea verde (2021)

Teniendo en cuenta la anterior ilustración, se puede observar el equilibrio necesario para lograr un desarrollo sostenible, un equilibrio entre el bienestar social, el crecimiento

económico y la preservación y cuidado del medio ambiente, siendo estos viables, vivibles y equitativos, características presentes en los objetivos principales de la economía circular, una economía que busca ser restaurativa teniendo en cuenta aspectos económicos, sociales y medioambientales.

La economía circular involucra las organizaciones, los propósitos y las propuestas que emplean una economía sustentable, con una finalidad de que los recursos, materiales y productos se mantengan en el círculo económico por un tiempo más extenso. (Barragán Y. & Barragán M. 2017) concluyendo que, la economía circular siempre le va a apostar a la sostenibilidad, buscando el equilibrio entre los tres ítems anteriormente mencionados.

Por lo que se puede concluir, que la economía circular maneja tres bases fundamentales como lo son la ambiental, la económica y la social las cuales buscan de alguna manera garantizar el desarrollo sostenible. (Stankevičienė, J., & Nikanorova, M., 2020).

HISTORIA DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

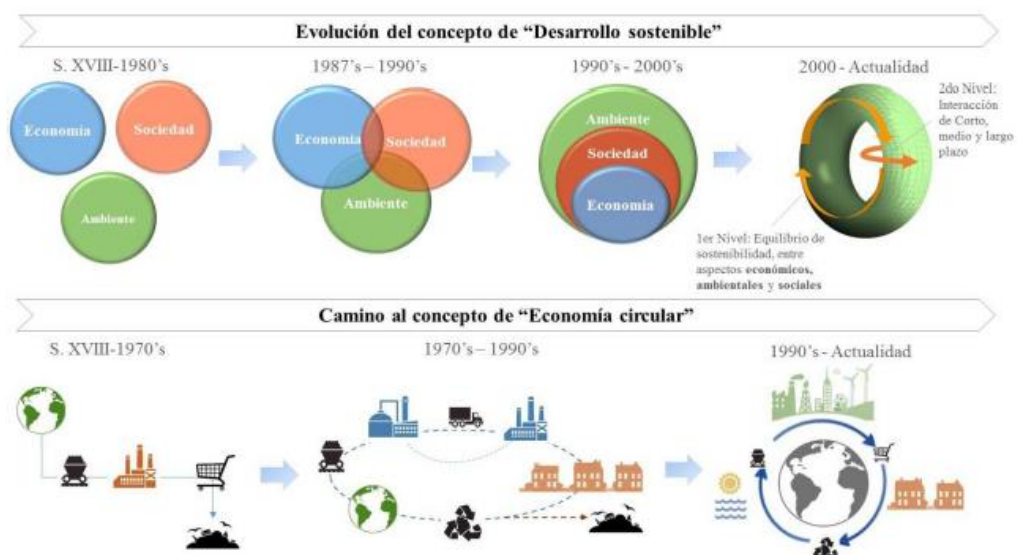
En el siglo XVIII la revolución industrial fue la causante de que las empresas aumentaran sus niveles de productividad puesto que la población mundial y su calidad de vida también fueron en aumento, esto causó que la explotación de los recursos naturales renovables y no renovables aumentara amenazando al mismo tiempo la sostenibilidad de los ecosistemas y por consiguiente la de la población humana. Hasta principios del siglo XX los sistemas económicos y ambientales no tuvieron una relación significativa, sin embargo, la sobreexplotación de los recursos naturales empezó a dejar estragos evidentes sobre los dos sistemas antes mencionados dejando como resultado terrenos inhabitables, que ya no producían mientras se sufría de hambre, fenómenos naturales y enfermedades producto de la contaminación ambiental.

El despertar de la sociedad inició cuando a principios de los años setenta se evidenciaron con mayor magnitud los impactos negativos que estaban causando los procesos productivos al planeta como el uso de sustancias tóxicas, la explotación indiscriminada de los recursos, entre otros factores que influían en el cambio del ecosistema.

A partir de este momento fue que este concepto “ECONOMIA CIRCULAR” “a pesar de ser antiguo generó un impacto como punto de partida en el mundo para impulsar a un cambio en el haciendo que grandes economistas, ambientalistas y productores se preocuparan por encontrar la mejor manera de formular una economía verde o sostenible que permitiera solucionar los problemas de raíz.

A continuación se muestra un gráfico en el cual se evidencia cómo ha evolucionado el concepto de economía circular a lo largo de la historia:

Figura 5. Evolución de los conceptos de desarrollo sostenible y economía circular.



Fuente: Prieto V., et al (2017)

La economía circular es una práctica que se enfoca en generar utilidades económicas mientras protege los recursos del medio ambiente para prevenir la contaminación, y fomentar el desarrollo sostenible. Actualmente las industrias, la sociedad y los gobiernos están cada vez más interesados en implementar este tipo de economía lo cual los ha llevado a investigar a cerca de la conexión directa con los fines de la misma.

El concepto de economía circular ha evolucionado a partir del concepto de sostenibilidad y como esta se ha aplicado a la economía en sí, a la sociedad y al cuidado que se le da a los recursos del medio ambiente, proponiendo diferentes estrategias para implementar en la cadena de producción. A lo largo de los últimos 10 años el ritmo que lleva la extracción de las materias primas para la ejecución de procesos productivos compromete en un alto grado la capacidad del planeta y por esto resulta necesario realizar un cambio en los modelos de producción; estas iniciativas no son nuevas, ya que han sido impulsadas por diferentes grupos ambientalistas como RACHEL CARSON en los años 60 y también por los diferentes gobiernos desde finales de los años 80 y se registraron distintos reportes de dichas iniciativas en BRUNDTLAND en donde por primera vez se le dio una definición al concepto de desarrollo sostenible.

En el año 1987 el desarrollo sostenible se conceptualizó como “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender las propias necesidades” y fue hasta los años 90 que este término se combinó con el factor económico, el factor social y el factor ambiental. Sin embargo, según MEBRATU la sostenibilidad no es solamente tener en cuenta estos tres factores si no también el tiempo ya que todas las acciones tienen un impacto a corto, a mediano y a largo plazo. Las industrias han abordado la sostenibilidad desde un enfoque correctivo modernizando sus instalaciones y automatizando sus procesos sin embargo esto no puede garantizar una transición hacia

un modelo que genere desarrollo económico social sostenible. (Sandoval, V. et al, 2017).

Muchos procesos industriales como resultado del esfuerzo de grandes líderes y empresarios han ganado gran importancia desde finales de 1970, por esto el concepto de economía circular ha ido evolucionado bajo la influencia de diferentes escuelas de pensamiento; un profesor de nacionalidad norteamericana conocido como JOHN T LYLE desarrollo en sus estudiantes la capacidad para crear ideas que permitieran a la sociedad desarrollar procesos que por sí mismos pudieran renovarse o regenerarse como las fuentes de energía, los materiales y después de esto estos conocimiento fueron adoptados como concepto de diseño regenerativo.

WALTER STAHEL muestra el impacto que tiene la economía circular en la competitividad económica como lo son la prevención de desperdicios y la utilización consiente de los recursos con un enfoque de servicio y no de producto insistiendo en que este modelo debe consolidarse como la base para los modelos de negocio.

El químico alemán MICHAEL BRAUNGBART en compañía de un arquitecto norteamericano llamado BILL MCDONOUGH diseñaron una filosofía en la que proponen considerar todos aquellos materiales que hacen parte de un proceso que se componen de factores técnicos y bilógicos, su filosofía tienen como base diseñar productos que generen un impacto positivo a diferencia de las otras prácticas que solo se enfocan en disminuir los impactos negativos. Este modelo cosiste en conocer en su totalidad de que están hechos los materiales o la materia prima que se emplea en la producción ya que saber lo que tienes te permite saber que tratamiento se le puede dar, esta es una estrategia que busca desarrollar un proceso en el que sea posible la recuperación de recursos dentro del mismo.

El profesor ROLAND CLIFT de la Universidad de Surrey en ucrania le dio un enfoque de económica eco industrial en búsqueda de procesos a través de los cuales los desperdicios o residuos pudiera utilizarse como nuevos insumos para evitar su completa eliminación por su calidad de no deseados; buscando mitigar impactos globales y que estos tengan un contacto más cercanos a los sistemas vivos. Esto también se conoce como ciencia de la sostenibilidad.

La autora del libro biométrica JANINE BENYUS propone a la economía circular como el estudio de un modelo en el que se estudian los procesos naturales del ecosistema y se imitan utilizando la sostenibilidad de las innovaciones sin enfocarse en lo que se puede extraer si no en lo que se puede aprender de ella.

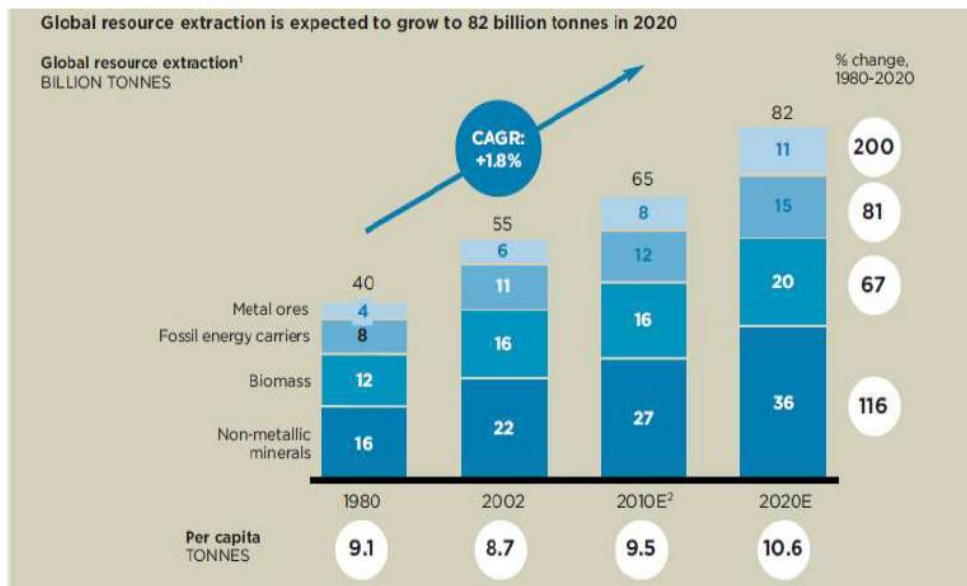
El estudio de Jimenes K (2018) afirma que la economía circular es un modelo en el cuál abastecer, producir y planificar son procesos están ligados al reprocesamiento y gestión de recursos como salidas de manera que se pueda garantizar el bienestar de los ecosistemas y el humano al mismo tiempo.

Así como se desarrollaron los diferentes conceptos acerca de la economía circular, muchos autores alrededor del mundo los han ido perfeccionando y puliendo por ejemplo: “una economía circular es un sistema industrial que es restaurativo y regenerativo por intención y por diseño” (Foro Economía Circular LATAM, 2021)

“Frente al agotamiento gradual de los recursos vitales para el funcionamiento de las economías modernas, la economía circular ofrece soluciones pragmáticas y eficaces. Al cerrar los ciclos de la materia, el agua, la energía esta economía diferente hace posible que la economía crezca, al tiempo que permite reducir las extracciones del medio natural” (Foundation Robert Schuman, 2014).

En la siguiente ilustración se puede evidenciar una estimación del comportamiento de la extracción de los recursos naturales a partir del año 1980 hasta el año 2020 y también se relacionan los porcentajes en toneladas per cápita.

Figura 6. Comportamiento de la extracción global de recursos de 1980 a 2020.



Fuente: (SUSTAIN LUMM, 2021)

Según lo anterior se puede concluir que si no se toman acciones lo antes posible los costos continuaran en aumento pues la población tomara la misma tendencia ya que se espera que para el 2030, existan aproximadamente 3 billones de nuevos consumidores y esto conducirá a mayor demanda de producto y por ende una mayor extracción de recursos.

Esta entre otras tendencias en la actualidad permiten ver que los modelos por los cuales se rigen las empresas para producir están al borde del colapso ya que a pesar de que existen métodos para manufacturar, los recursos se están deteriorando.

Implementar un sistema de economía circular en las empresas puede resultar en una tarea sencilla siempre que se esté dispuesto a invertir en el mismo sabiendo que se

recuperar la inversión, existen 5 pasos básicos o mandamientos que ayudan a identificar las oportunidades y dan valor agregado a los negocios:

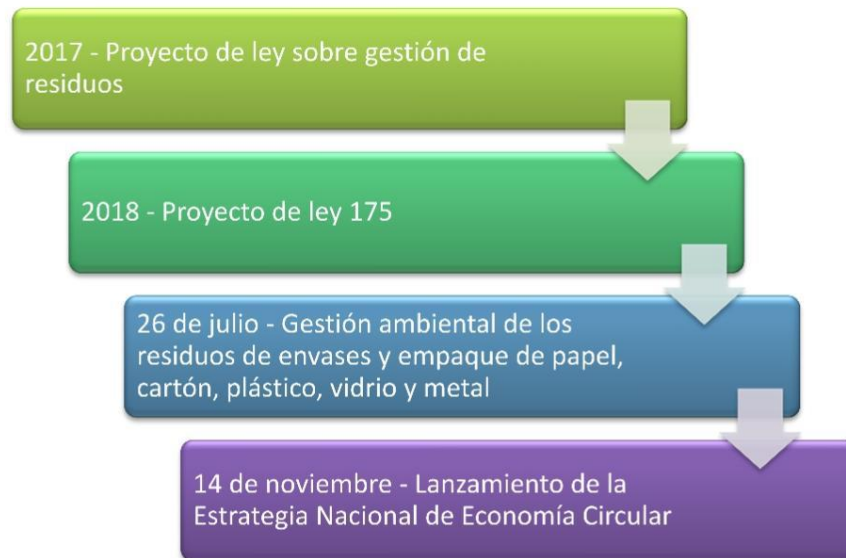
- 1- **Recircular:** Se trata de refabricar o dar nueva vida a los productos y a sus componentes con el propósito de comercializarlos como nuevos.
- 2- **Reutilizar:** Tiene como propósito promover el consumo y uso de artículos de segunda mano o realizar mantenimientos a los ya existentes para extender su periodo de utilidad y compartir bienes.
- 3- **Reducir:** En este punto se busca reducir y d ser posible eliminar el uso de sustancias toxicas, prevenir que se generen grandes cantidades de desechos o residuos resultado de los procesos productivos y optimizar el consumo de los recursos extraídos de la naturaleza y reducir el consumo de energía.
- 4- **Regenerar:** Se trata de promover el uso de materiales y energías renovables devolviendo los recursos orgánicos extraídos de la tierra con el propósito de recuperar y mantener los ecosistemas sin tener pérdidas.
- 5- **Remplazar:** Tiene como propósito sustituir aquellos materiales que ya son considerados como obsoletos por aquellos que aparte de facilitar la durabilidad de los productos tenga un mejor desempeño en su labor, que se puedan aplicar nuevas tecnologías y sustituir el consumo de productos por el consumo de servicios.

ECONOMÍA CIRCULAR EN COLOMBIA

El estado colombiano por medio de la Misión de crecimiento verde al mando del DNP, distingue que es necesario aprovechar la oportunidad de propiciar un ambiente adecuado para el cambio hacia un nuevo modelo económico, como lo es la economía

circular, alineado con los propósitos de la Agenda 2030 para el Desarrollo de las Naciones Unidas. (Rozo G., 2019).

Figura 7. Implementación de la economía circular en Colombia.



Fuente: Elaboración propia. (2021)

De la anterior ilustración con respecto a la implementación de la economía circular en Colombia, se destacan 4 fechas de suma importancia para que esto se llevara a cabo.

En el 2017 se presenta ante el Congreso de la República un proyecto de ley sobre la gestión residuos, la cual no tuvo gran impacto y por lo tanto es rechazada, por otra parte a inicios del 2018 por parte de la Cámara de Representantes se establece el proyecto de Ley 175, basada principalmente en la prohibición de los plásticos de un solo uso, y a su vez implantar procedimientos para su reemplazo y el cierre de sus ciclos a partir del año 2030, luego del proyecto de ley anterior, el 26 de julio del mismo año se expide la resolución 1407, la cual regula la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio y metal, con el fin de añadirle deberes a los productores con respecto a la implementación de planes para el manejo de los residuos

anteriormente mencionados, y adquirir sitios limpios de recolección para un posible aprovechamiento, y finalmente el 14 de noviembre se logra lanzar la Estrategia de Economía Circular Nacional, por parte del gobierno del presidente Iván Duque que tiene como finalidad crear un acuerdo con empresas y organizaciones para lograr el desarrollo sostenible, involucrando a su vez temas como el manejo del agua, la energía, materiales y residuos sólidos de manera eficiente. (Grupo Bancolombia, 2019).

Colombia con el lanzamiento de la Estrategia de Economía Circular progresa en la modificación de las cadenas productivas y de consumo, por medio de la culminación de ciclos tanto de energía, de materiales y del agua. El gobierno de Colombia con esta propuesta fomenta factores como la creación de valor y la innovación en procedimientos productivos y de consumo, bajo la optimización, el reciclaje, la regeneración de materiales, agua y energía, buscando minimizar la carga de los rellenos sanitarios. (Min ambiente, 2018). Con esto podemos concluir, que Colombia como las grandes potencias, busca la transición de la economía lineal, a la economía circular para implementar una economía restaurativa y transformadora. En Colombia, ya se han presentado casos de éxito en empresas que dejaron atrás la economía lineal, para empezar a implementar la economía circular en sus procesos, dentro de estas empresas se destacan Unilever Colombia, Top Terra, Organización Corona, Bavaria, Juan Valdez café, entre otras, quién en sus ideales han establecido prácticas que colaboran con esta transición como lo son la implementación de botellas de plástico 100% reciclables, aprovechar los residuos, y la creación de envases retornables. Las cuales han decidido aprovechar sus desechos y residuos, ayudando a generar empleo, crecer económicamente y colaborar con la preservación del medioambiente.

TÉCNICAS PARA LA GESTIÓN DE PROCESOS Y LA TOMA DE DECISIONES.

DIAGRAMA SIPOC

Un diagrama SIPOC es una herramienta que sirve para documentar a los Proveedores (Suppliers), las Entradas (Inputs), los Procesos (Process), las Salidas (Outputs) y los Clientes (Customers) en un proceso u operación. Consiste en desarrollar una lista de estos elementos con el propósito de definir los límites de un proceso a un alto nivel.

Este diagrama se usa principalmente para proveer a quienes son responsables de la toma de decisiones con información crítica sobre todo el proceso, pero sin entrar en mayores detalles; este tipo de diagramas también son útiles cuando se involucran nuevos miembros a un equipo de un proceso, y cuando se decide implementar nuevos conceptos empresariales. (Kanban Tool, 2021).

Figura 8. Componentes de diagrama SIPOC.



Fuente: Elaboración propia. (2021)

ANÁLISIS PESTEL

El análisis PESTEL tiene como objetivo principal realizar un estudio en base a la descripción del entorno de una organización. Dicho análisis da como resultado sacar provecho a las oportunidades encontradas, o a proceder frente a los riesgos probablemente existentes. (Betancourt, D. 2018).

Figura. Factores del análisis PESTEL.



Fuente: Elaboración propia. (2021)

En la anterior figura, se observa los factores que se tienen en cuenta en el análisis PESTEL, donde se puede destacar aspectos desde los políticos hasta los legales, analizando, identificando y describiendo cada uno de ellos en contexto con el entorno de la organización en específico. Dentro de los resultados que se obtendrán por medio de la realización del análisis, se pueden encontrar factores claves para comprender el entorno en que se mueve cada empresa, como sería la determinación del impacto negativo y positivo de diferentes causantes políticos, temas económicos, opinión de usuarios, entre otros. (Sisternas P. 2020).

TÉCNICAS DE DECISIÓN MULTICRITERIO

Las técnicas de decisión multicriterio son herramientas que abarcan la elección entre un grupo de opciones viables apoyadas en una agrupación de criterios tanto cualitativos (datos no numéricos) y cuantitativos (datos numéricos) (Grajales et al., 2013) Buscando así, tomar la decisión más factible en el problema planteado. Dichos métodos o técnicas buscan minimizar la subjetividad en la toma de esas decisiones, bajo la implementación de una serie de opciones de selección, teniendo en cuenta la opinión del decisor. Dentro de los métodos de toma de decisiones, se encuentran dos grandes conjuntos como lo son la Teoría de utilidad multiatributo (MAUT) y los también llamados Métodos de Sobre clasificación o Outranking. (Muñoz B., et al 2016). Los cuales abarcan ciertos métodos para la toma de decisiones. Estas técnicas actualmente son implementadas en un sinnúmero de situaciones en diferentes áreas que se requieran analizar las alternativas y restricciones para la toma de decisiones, gracias a sus características que soportan al decisor una mejor manera de evaluar la situación presentada.

MÉTODO TOPSIS

La técnica de ordenación de preferencias por similitud a la solución ideal conocida por sus siglas en inglés como TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution). Se puede definir como un método de análisis de decisión multicriterio que originalmente fue desarrollado por Hwang y Yoon durante el año 1981. Esta metodología se basa en el concepto del ideal y del anti-ideal al momento de elegir alternativas, puesto que en este método las alternativas escogidas deben tener la distancia geométrica más corta de la solución ideal positiva (ideal) y la distancia geométrica más larga de la solución ideal negativa (anti-ideal).

Este método se basa en que es conveniente que una determinada alternativa este ubicada a la distancia más corta respecto de una solución ideal positiva pero también es necesario que este ubicada a la mayor distancia respecto a una solución ideal negativa. Se puede identificar una solución ideal como el conjunto de niveles (o puntuaciones) ideal respecto a todas las propiedades consideradas de un determinado problema, aun cuando la solución ideal sea imposible o no sea factible de obtener.

Como consecuencia de lo anterior y desde este punto de vista la racionalidad del proceder humano consiste en ubicarse lo más cerca posible de tal solución ideal y en alejarse todo lo posible de una solución anti-ideal o ideal negativa. El método TOPSIS define un índice llamado similaridad o proximidad relativa que combina los valores de proximidad a la solución ideal positiva y la lejanía respecto a la solución ideal negativa. El objetivo es seleccionar la alternativa que tenga la máxima similaridad con respecto a la solución ideal positiva.

Alternativa Ideal

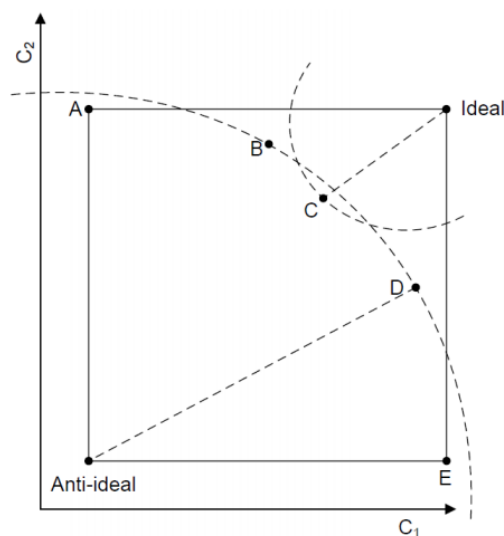
Este concepto de alternativa ideal tiene una extensa tradición en diversos campos científicos, en especial en la literatura psicométrica, en la cual se maneja una noción absoluta de ideal. Zeleny (1973 y 1982) lo atribuye como pieza central de su propuesta de “solución de compromiso”, en el sentido de la alternativa más próxima a la ideal.

Para este autor los conceptos de “ideal” y de “solución de compromiso” son una hipótesis sobre la racionalidad subyacente en los procesos humanos de decisión. Es en el método TOPSIS donde se divisan las sutilezas que estos conceptos de “ideal” tienen y se construye un método operativo.

Es conveniente establecer algunas definiciones básicas:

Dado un conjunto $\{A_i\}$ de m alternativas de decisión, un conjunto $\{C_j\}$ de n criterios y una matriz V de la cual los elementos v_{ij} son las evaluaciones de cada una de las alternativas con respecto a cada uno de los criterios de decisión normalizados: Se designa punto ideal en R^n al punto o al vector: $A^+ = [A_1^+, A_2^+, \dots, A_m^+]$ en el cual A_i^+ es el *maxi* v_{ij} en el caso de los criterios que constituyen atributos deseables y $A^+ = [A_1^-, A_2^-, \dots, A_m^-]$ en el cual A_i^- es el *mini* v_{ij} para el caso de los criterios que constituyen los atributos indeseables. La alternativa A^+ se conoce como alternativa ideal y se considera punto anti-ideal en R^n al punto o vector: $A^- = [A_1^-, A_2^-, \dots, A_m^-]$ en el que A_i^- es el *minj* v_{ij} para el caso de los criterios que constituyen como atributos deseables y $A^- = [A_1^+, A_2^+, \dots, A_m^+]$ donde A_i^+ es el *maxj* v_{ij} para el caso de los criterios que representan atributos indeseables. Se puede concluir que el método TOPSIS tiene como propósito acercarse a la menor distancia posible del punto ideal y alejarse lo más que se pueda del punto anti-ideal. En la siguiente figura se representan cinco alternativas (A, B, C, D y E) para un determinado problema con dos criterios (C_1 y C_2) con su correspondiente punto ideal y anti-ideal:

Figura 10. Proximidad ideal y anti ideal.



Fuente: (Ruiz J., 2015).

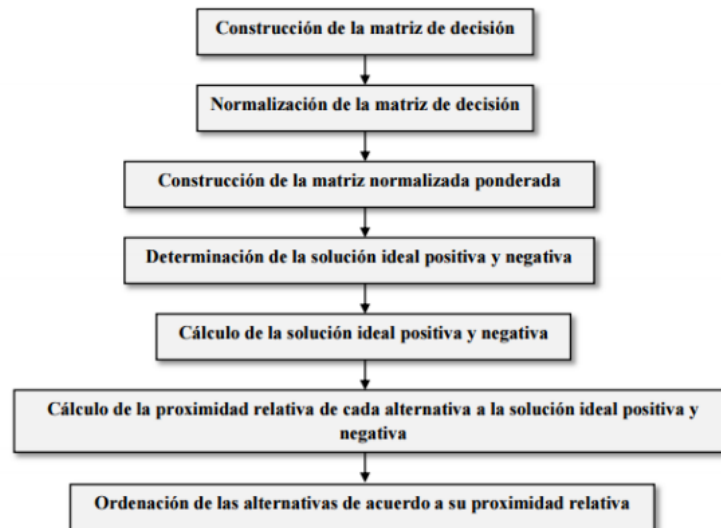
En la figura anterior se puede identificar que la alternativa C es la más próxima al ideal, pero, no es la más lejana al anti-ideal, siendo estos B y D. con el método TOPSIS este problema se resuelve con base en un planteamiento que Dasarathy empleó en un contexto de análisis multivariante de datos calculando para cada una de las alternativa, las distancias ponderadas al ideal y al anti-ideal según un a métrica p escogida antes de. Siendo Así: $A_i = [v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{in}] \forall i = 1, 2, \dots, m$, calculando las distancias ponderadas al ideal y al anti ideal según la métrica seleccionada.

La que más se emplea es la métrica de Minkowsky entre dos puntos de R^n , que en este caso se define de la siguiente manera: $d_p^+(A_i) = [\sum w_j^p |v_{ij} - A_j^+|^p]^{1/p}$ $d_p^-(A_i) = [\sum w_j^p |v_{ij} - A_j^-|^p]^{1/p}$ Donde p es el parámetro de distancia. En este caso se utilizara la distancia elucídela (p=2) de forma que: $d^+(A_i) = \sqrt{\sum w_j^2 |v_{ij} - A_j^+|^2}$ $d^-(A_i) = \sqrt{\sum w_j^2 |v_{ij} - A_j^-|^2}$ Una vez que se tengan las distancias ponderadas al ideal y al anti-ideal, se determina lo que se designa como “ratio de similaridad al ideal”:
 $RS(A_i) = \frac{d^-(A_i)}{d^+(A_i) + d^-(A_i)}$ Este ratio es el que se utiliza al final para el ordenamiento de las alternativas según las distancias que en él se visualizan hacia la solución ideal y anti-ideal.

ALGORITMO TOPSIS

A continuación, se relaciona un esquema en el que se identifican los pasos a realizar al aplicar TOPSIS.

Figura 11. Esquema TOPSIS.



Fuente: (Ruiz J, 2015).

PLANES DE MEJORA 5W/ 2H

Esta es una herramienta que se define por sus siglas en inglés como 5W (what (que), who (quien), where (donde), why (porque), when (cuando) y 2H (how (como) , how much (cuanto) y básicamente no permite tener en cuenta las variables de acción del con la realización de planes de acción o de mejora, en el cual las actividades y/o problemas que es necesario atacar con soluciones previamente identificadas se ubican en una matriz con el propósito de realizar una tabla que permita visualmente realizar un proceso de seguimiento rápido a los periodos concertados en la planeación del proyecto.

Otro de los beneficios de esta herramienta es que permite divulgar fácilmente la organización de los planes de acción que se están desarrollando con el propósito de que las personas que tengan ideas que se constituyan como oportunidades de mejora sobre estos procesos puedan realizarlas junto a los responsables del proyecto. (Herrera E., 2018).

A continuación, se relación una matriz en la cual se establecen las variables a tener en cuenta para implementar 5W2H.

Tabla 1. Matriz 5w2h.

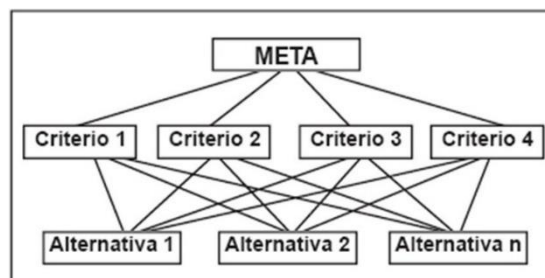
MATRIZ 5W 2H	
Causas	Qué proceso o situación se requiere mejorar
¿Qué debo hacer? What?	Que acciones debería llevar a cabo para implementar la mejora
¿Como debo hacerlo? How?	Como se van a ejecutar esas acciones de mejora
¿Quién debe hacerlo? Who?	Quienes son los responsables de ejecutar esas acciones de mejora
¿Cuándo debo hacerlo? When?	Periodo de tiempo en que se deben llevar a cabo esas acciones de mejora
¿Porque hacerlo? Why?	Cuál es la razón por la que debo llevar a cabo acciones de mejora
¿Dónde hacerlo? Where?	Donde dedo implementar las acciones de mejora
¿Cuánto cuesta? How much?	Cuál será la inversión que se debe realizar para llevar a cabo las acciones de mejora

Fuente: Elaboración propia. (2021)

MÉTODO DE PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

El proceso analítico jerárquico (AHP) se ha implementado en las últimas 4 décadas (Chan, H. et al (2019)). El proceso analítico jerárquico es un método que posibilita de manera eficaz y esquematizada planificar la información con referencia a un problema en específico que requiera de una toma de decisión, para luego realizar la plena descomposición, examinarlo una vez descompuesto y observar los resultados de alteración o variación de los niveles y por último, simplificar. En otras palabras, el AHP busca dividir un problema en específico, en subproblemas con el objetivo de conectar todas las posibles soluciones en una deducción final. (Quispe C., 2017). Es decir, que busca hacer más fácil la situación, para que el decisor pueda tomar la mejor decisión.

Figura 12. Estructura jerárquica AHP.



Fuente: Gómez O. (2018)

En la anterior figura, se observa la estructura jerárquica utilizada en el AHP, que consiste en jerarquizar las prioridades que se muestran con preferencia para cada una de las alternativas de decisión que serán evaluadas, involucrando el objetivo, los criterios y los subcriterios de decisión.

El método de proceso analítico jerárquico se puede comprender en 3 fases principales, las cuales serían:

FASE 1. Comparación por pares y estimación del peso relativo: En esta fase, se lleva a cabo la paridad de los componentes de cada grado o niveles.

Tabla 2. Escala de preferencias AHP.

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente el criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	

Fuente: Yepes V. (2018)

Para la realización de dicha comparación, se utiliza la escala de preferencias con respecto a la importancia de un elemento sobre otro con referencia al criterio que se está comparando, con valores representados en la figura anterior.

Para la implementación de este método, se puede implantar que A_1, A_2, \dots, A_m indican el conjunto de componentes, entre tanto a_{ij} figura el argumento cuantificado de A_i, A_j .

Por medio de la escala de preferencias, se adquirirá una matriz $A [m \times m]$ que se representará así:

$$A = a_{ij} = \begin{array}{c|cccc} & A_1 & A_2 & \dots & A_m \\ A_1 & 1 & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ A_2 & 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_m & 1/a_{1m} & 1/a_{2m} & \dots & 1 \end{array}$$

(Eq. 1)

Donde $a_{ij} > 0$ ($i, j = 1, 2, \dots, m$), $a_{ii} = 1$ ($i = 1, 2, \dots, m$), y $a_{ij} = 1 / a_{ji}$ ($i, j = 1, 2, \dots, m$) La matriz A es una matriz correlativa positiva. Lo obtenido luego de dicha comparación o paridad, es conocido como coeficiente de dominancia a_{ij} que simboliza la consideración referente del elemento en la fila (i) sobre el elemento de la columna (j), o sea $a_{ij} = w_i/w_j$. Esta paridad se logra figurar por medio de matrices. La valorización de 1 figura la misma relevancia de dos elementos y 5 la relevancia mayor del elemento i sobre el elemento j.

En la matriz A, la cuestión se transforma en estipular a los m componentes A_1, A_2, \dots, A_m , un grupo de pesos numéricos w_1, w_2, \dots, w_m que evidencie la razón registrada. Si A, es una matriz de consistencia, la conexión de los pesos w_i, w_j y los juicios a_{ij} vienen de la forma $a_{ij} = w_i/w_j$ (para $i, j = 1, 2, \dots, m$) y

$$A = \begin{array}{c|cccc} & A_1 & A_2 & \dots & A_m \\ A_1 & w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_m \\ A_2 & w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_m \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_m & w_m/w_1 & w_m/w_2 & \dots & w_m/w_m \end{array}$$

(Eq. 2)

Si dado el caso, la matriz w es diferente a 0, existe un λ_{\max} de $Aw = \lambda_{\max}w$, el cual es el valor mayor o más grande de la matriz A , (Ver Eq. 2) Por otro lado, si la matriz A es completamente consistente, sería $\lambda_{\max}w = m$. Pero dado el caso que a_{ij} indique el juicio subjetivo de los decisores, los cuales dan la respectiva comparación y valoración, disponiendo del valor real (w_i/w_j) un grado de variabilidad. Entonces, $Ax = \lambda_{\max}w$ no se podrá modelar. Por lo cual, la matriz de juicio del AHP, debe verificarse para que este sea consecuente.

FASE 2. Vector de prioridad. Luego de haber terminado la fase anterior, comparación por pares, los vectores de ponderación de preferencia (w) es hallado como la solución exclusiva de $Aw = \lambda_{\max}w$, en donde λ_{\max} es considerado la estimación específica más considerable de la matriz A .

FASE 3. Estimación del índice de consistencia. En esta fase se utiliza el índice de consistencia (IC) empleado para la comprobación de la consistencia de la matriz pareada, para este cálculo de las ponderaciones derivadas se utilizará la fórmula: $CI = (\lambda_{\max} - n) / n - 1$. Si el resultado del índice de consistencia es menor que 0,10, se podrá derivar la complacencia de los juicios. (Borrego A. & Gómez I., 2020).

MARCO CONCEPTUAL

Los siguientes términos se encuentran citados a lo largo de todo el desarrollo de la presente investigación y se definen a continuación con el propósito de dispersar cualquier duda que pudiera existir con respecto a los mismos y su significado dentro del contexto de la investigación.

- **Sostenibilidad:** es asumir que la naturaleza y el medio ambiente no son una fuente inagotable de recursos, siendo necesario su protección y uso racional. se entiende como el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social. (Sostenibilidad para todos, 2019).
- **Productividad:** La productividad es una medida económica que calcula cuántos bienes y servicios se han producido por cada factor utilizado (trabajador, capital, tiempo, tierra, etc) durante un periodo determinado. (Sevilla A., 2019).
- **Contaminación:** Se denomina contaminación ambiental a la presencia de componentes nocivos (ya sean químicos, físicos o biológicos) en el medio ambiente (entorno natural y artificial), que supongan un perjuicio para los seres vivos que lo habitan, incluyendo a los seres humanos. (Cuidemos el planeta, 2018).
- **Ecosistema:** El ecosistema es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales

dependen unas de otras. Las relaciones entre las especies y su medio resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema. (Biodiversidad mexicana, 2020).

- **Medio ambiente:** El medio ambiente es el conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos, de las personas o de la sociedad en su conjunto.
Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones futuras. Es decir, no se trata solo del espacio en el que se desarrolla la vida, sino que también comprende a los seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos. (Responsabilidad social, 2019).
- **Reciclaje:** Según el portal web Cuidemos el planeta (2018) El reciclaje es un proceso donde las materias primas que componen los materiales que usamos en la vida diaria como el papel, vidrio, aluminio, plástico, etc., una vez terminados su ciclo de vida útil, se transforman de nuevo en nuevos materiales.
- **Residuos:** Según Responsabilidad social (2019), un residuo es todo elemento que está considerado como un desecho al cual hay que eliminar según los tipos de residuo.
- **Gestión de residuos:** La gestión de residuos es el conjunto de actividades necesarias para el tratamiento de los desechos, desde su generación, hasta su eliminación o reaprovechamiento. (Enérgya-VM, 2017).
Eso incluye la recogida de los residuos, su transporte, la gestión de los que son especialmente peligrosos, el reciclaje de los materiales aprovechables.
- **Recursos naturales:** Los recursos naturales son los bienes o servicios que proporciona la naturaleza sin la intervención del hombre.

Los recursos naturales incluyen a todos los productos animales, vegetales, minerales, aire, temperaturas, vientos, etc. Todos ellos son generados por la misma naturaleza y surgen libremente sin importar si el hombre existe o no.

- **Reutilizar:** Entonces, la definición de reutilizar es toda actividad del hombre para evitar tirar a la basura o desechar productos materiales que pueden volver a ser utilizados con mismos o diferentes fines para los que fue creado.
- **Recursos renovables:** se trata de un recurso cuya de tasa de renovación es relativamente superior a su tasa de uso. De esta forma, mientras se consume el recurso, se puede ir renovando para que no desaparezca en el tiempo. Un ejemplo de recurso renovable son los bosques de árboles de rápido crecimiento.
- **Recursos no renovables:** Son aquellos recursos cuya tasa de extracción o consumo es mayor que la de su renovación por lo que se van agotando en el tiempo. Así, por ejemplo, tenemos el petróleo, del cual existen reservas que se van agotando a medida que se van consumiendo. (Roldan P., 2017).
- **Ciclo:** Se denomina ciclo al período de tiempo en el cual se desarrollan o suceden un conjunto de acontecimientos, etapas o fenómenos que, una vez finalizados se repiten en el mismo orden de principio a fin. (Significados, 2021).
- **DNP:** Departamento Nacional de Planeación.
- **Gases efecto invernadero:** Son compuestos químicos en estado gaseoso como el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso(N₂O) que se acumulan en la atmósfera de la Tierra y que son capaces de absorber la radiación infrarroja del Sol, aumentando y reteniendo el calor en la atmósfera. Los gases efecto invernadero (GEI) contribuye al efecto invernadero intensificando sus efectos sobre el clima en la medida que aumentan. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

- **Ecología:** La ecología es la ciencia que estudia la relación de los seres vivos con el medio que habitan. La definición de la ecología es sencilla pero el objeto de su estudio es muy complejo, estudia, cómo influye el medio en su distribución, abundancia, biodiversidad, comportamiento, las interacciones entre diferentes especies y las modificaciones que pueden ocasionar en el medio. Sus niveles de estudio son a nivel de organismos, poblaciones y comunidades de poblaciones que conforman los ecosistemas y la biosfera en general. (Costas G., 2019).
- **Economía lineal:** La economía lineal se podría considerar como la hija de la Revolución Industrial. Este paradigma económico se basa en que tanto la producción como la demanda es constante, los recursos naturales y energéticos infinitos. En términos de conceptos, se podría resumir en producir-consumir-tirar, aunque hay quien prefiere extraer-fabricar-eliminar. (Toni A., 2019).
- **Multicriterio:** El análisis multicriterio es una herramienta de apoyo en la toma de decisiones durante el proceso de planificación que permite integrar diferentes criterios de acuerdo con la opinión de actores en un solo marco de análisis para dar una visión integral. (Argis, 2021).

MARCO LEGAL

A continuación, se relacionan las normas a nivel nacional e internacional que hacen parte del proceso y regulación de la economía circular, especificando el nombre y numeración de la norma, el ámbito de aplicación, el ente de aplicación y el contenido relevante correspondiente a cada una de ellas.

Tabla 3. Principales normativas de la EC.

Normativa	Ámbito de aplicación	Ente de aplicación	Contenido (detalle relevante)
Proyecto de ley de economía circular 2015	Internacional	Comisión europea	Medidas que abarcan todo el ciclo de la producción y el consumo a la gestión de residuos y el mercado de materias primas secundarias
Políticas de manejo de residuos de 2020	Internacional	MAVA FRANCIA	Fomentar una transición justa hacia una economía circular inclusiva.
Proyecto de ley nacional de economía circular (Francia) 2020	Internacional	Senado y cámara de diputados	Incorporar el ordenamiento jurídico de los principios de la economía circular con el fin de favorecer el crecimiento económico
ISO/TC 323 Economía circular 2018	Internacional	ISO, Francia 2018	Estandarización en el campo de la economía circular para desarrollar marcos de requisitos orientación y herramientas de apoyo relacionadas con la implementación de proyectos de economía circular
Proyecto de ley N° 298-2020	Nacional	Congreso de la republica	Creación del sistema de devolución y retorno de envases
Resolución 1407 de 2018	Nacional	Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible	Optimización del uso de materiales y empaques

Decreto 1076 de 2015	Nacional	Gobierno nacional en cabeza del presidente de la republica	Promueve la reutilización o reciclaje de subproductos o materias primas por unidades producidas.
----------------------	----------	--	--

Fuente: Elaboración propia. (2021).

Las normas, leyes y decretos anteriormente mencionados, establecidos por parte de las autoridades nacionales, son de gran importancia para la transición a la economía circular y la búsqueda del desarrollo sostenible, apostándole a alternativas que involucren un equilibrio entre el crecimiento económico, el bienestar social y la preservación del medio ambiente.

Las medidas propuestas por el gobierno nacional de Colombia buscan una economía restaurativa, fijando su vista principalmente en extender la vida útil de los materiales y productos, implementando acciones esenciales para conseguir el objetivo como lo son la reutilización, reciclaje, retorno, etc. Son innumerables las ventajas que conlleva implementar normativas para dejar atrás la economía lineal, y buscar una economía que beneficie a todos en general.

Promover una economía en la que se puedan implementar modelos eficientes para la correcta utilización de los recursos naturales reducir el impacto ambiental y que se reduzca al mínimo la generación de los residuos. Estas normas, leyes o proyectos de ley buscan implementar una nueva economía no lineal que se basa en el principio de cerrar el ciclo de vida de los productos de los servicios, los residuos, los materiales, el agua y la energía de manera que se puedan utilizar con conciencia y con el respaldo de las autoridades competentes.

Otro de los propósitos de estas leyes es diseñar y regular las políticas establecidas y las condiciones definidas para el saneamiento del ambiente, para el uso, el manejo, el

beneficio, pero sobre todo la conservación y restauración de los recursos naturales, para eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes del entorno, en todos los sectores económicos y productivos.

En Colombia, las leyes, normas o decretos con referencia a la economía circular son muy escasas, pues es un modelo que tan solo lleva pocos años funcionando en el país, desde tiempo atrás, se han venido instaurando normas acerca de la gestión de residuos, el manejo de los rellenos sanitarios, el uso de envases y empaques, el reciclaje, entre otros temas que van de la mano con los anteriores mencionados, pero tan solo en los últimos años, Colombia se atreve apostarle a la transición de la economía lineal, a la economía circular, implantando normas que van más allá de solo preservar el medio ambiente y darle un manejo eficiente a los residuos.

El gobierno colombiano, cuenta con normas ambientales con miras al futuro, pues conoce que la transición de estas economías toma su tiempo, pues requieren de muchos factores para lograr la economía que se requiere, de la mano con el desarrollo sostenible, buscando armonía no solo con el medio ambiente, sino con el crecimiento económico y el bienestar social.

METODOLOGÍA

TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto responde al tipo de investigación aplicada, ya que tiene como objetivo dar solución a una situación en concreto en un área determinada, esto hace referencia al aprovechamiento de los conocimientos adquiridos con referencia a la economía circular para luego ser llevados a la práctica, diseñando un modelo de decisión multicriterio para la evaluación de los factores críticos de éxito en las empresas de alimentos y bebidas en la ciudad de Barranquilla.

ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto maneja un enfoque de investigación mixta, ya que la información adquirida cuenta con variables cuantitativas y cualitativas para llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos del proyecto de investigación, con base al diseño de decisiones multicriterio para determinar los factores críticos de éxito al implementar programas de economía circular en las empresas de alimentos y bebidas en Barranquilla.

ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación maneja un alcance descriptivo y explicativo, ya que en ella se expresa la información detallada en cuanto a mediciones y variables con respecto al tema principal como lo es el modelo de decisión multicriterio para la evaluación de los factores críticos de éxito implementando la economía circular en las empresas de bebidas y alimentos y a su vez las causas, condiciones y efectos del fenómeno antes mencionado.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la presente investigación es no experimental y de corte transversal ya que para su desarrollo se aplicaron encuestas y entrevistas para la ratificación y selección de los criterios, de manera que se pudiera recolectar la información con apoyo de un equipo de expertos sin manipular las variables que se tendrán en cuenta en este estudio.

FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el desarrollo de esta investigación se recolecto la información a través de fuentes primarias y secundarias, como la aplicación de encuestas a personal competente para obtener los datos que hicieron posible aplicar técnicas de decisión multicriterio y también se obtuvo información a través de investigación en bases de datos aplicables al proceso de economía circular y publicaciones de páginas web.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Las empresas de producción de bebidas y alimentos en la ciudad de barranquilla se encuentran en una constante búsqueda de estrategias que les permitan aumentar sus niveles de producción o mantenerlos al igual que su calidad mitigando el impacto negativo sobre los ecosistemas y el medio ambiente, la recolección de la información se realizó a través de entrevistas a personal competente y encuestas que permitieron conocer los procesos internos de estas empresas.

A continuación, se presenta el modelo de encuesta aplicado a los expertos correspondientes para la recolección de la información y análisis de los resultados:

Tabla 4. Modelo de encuesta para toma de decisión multicriterio

Encuesta para para evaluar el nivel de preparación para la implementación de programas de Economía Circular en empresas del Sector Alimentos de Barranquilla										
Nombre: _____					Fecha: _____					
Cargo: _____					Dependencia: _____					
<p>Es la siguiente herramienta encontrará un cuadro por cada factor del modelo de toma de decisiones, en el cual usted como encuestado de acuerdo con su experiencia debe seleccionar la importancia que tiene el factor o sub-factor que se encuentra a la izquierda como respecto al factor o sub-factor ubicado a la derecha.</p>										
		Nivel de Importancia			1	Mucho menos				
					2	Menos				
					3	Igualmente				
					4	Mas				
					5	Mucho mas				
CRITERIOS		IMPORTANCIA					CRITERIO			
		1	2	3	4	5				
Aspectos Institucionales							<i>Importante que</i>	Aspectos Técnicos		
Aspectos Institucionales								Aspectos Económicos		
Aspectos Institucionales								Aspectos Ambientales		
Aspectos Institucionales								Aspectos Humanos		
Aspectos Técnicos								Aspectos Económicos		
Aspectos Técnicos								Aspectos Ambientales		
Aspectos Técnicos								Aspectos Humanos		
Aspectos Económicos								Aspectos Ambientales		
Aspectos Económicos								Aspectos Humanos		
Aspectos Ambientales								Aspectos Humanos		
CRITERIO 1. ASPECTOS INSTITUCIONALES		IMPORTANCIA						CRITERIO		
		1	2	3	4	5				
Planeación Estratégica							<i>Importante que</i>	Aspectos Legales		
Planeación Estratégica								Programas en RSE		
Aspectos Legales								Programas en RSE		

		IMPORTANCIA						
CRITERIO 2. ASPECTOS TECNICOS	<i>Es</i>	1	2	3	4	5	<i>Importante que</i>	CRITERIO
Tecnología Para Aprovechamiento De Residuos								Uso de TIC's Para Economía Circular
Tecnología para aprovechamiento de residuos								Innovación De Procesos
Uso de TIC'S para economía circular								Innovación De Procesos
		IMPORTANCIA						
CRITERIO 3. ASPECTOS ECONOMICOS	<i>Es</i>	1	2	3	4	5	<i>Importante que</i>	CRITERIO
Presupuesto para economía circular								Análisis de mercado para oportunidades en EC
Presupuesto para economía circular								Optimización de costos por EC
Análisis de mercado para oportunidades en EC								Optimización de costos por EC
		IMPORTANCIA						
CRITERIO 4. ASPECTOS AMBIENTALES	<i>Es</i>	1	2	3	4	5	<i>Importante que</i>	CRITERIO
Planes de gestión de residuos								Ecodiseño
Planes de gestión de residuos								Análisis del ciclo de vida
Planes de gestión de residuos								Sistema de gestión ambiental
Ecodiseño								Análisis del ciclo de vida
Ecodiseño								Sistema de gestión ambiental
Análisis del ciclo de vida								Sistema de gestión ambiental
		IMPORTANCIA						
CRITERIO 5. ASPECTOS HUMANOS	<i>Es</i>	1	2	3	4	5	<i>Importante que</i>	CRITERIO
Disponibilidad de recursos humanos para EC								Entrenamiento en EC
Disponibilidad de recursos humanos para EC								Relacionamiento con la comunidad
Entrenamiento en EC								Relacionamiento con la comunidad

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Es esta herramienta se encuentra un cuadro por cada factor del modelo de toma de decisiones, en el cual el encuestado de acuerdo con su experiencia debe seleccionar la

importancia que tiene el factor o sub-factor que se encuentra a la izquierda como respecto al factor o sub-factor ubicado a la derecha.

A través de estas encuestas y entrevistas se recopiló la información y los datos más importantes para determinar los criterios a utilizar en el diseño del modelo de decisión para evaluar los factores críticos de éxito en la implementación de los programas de economía circular en estas empresas.

FASES DE LA INVESTIGACION

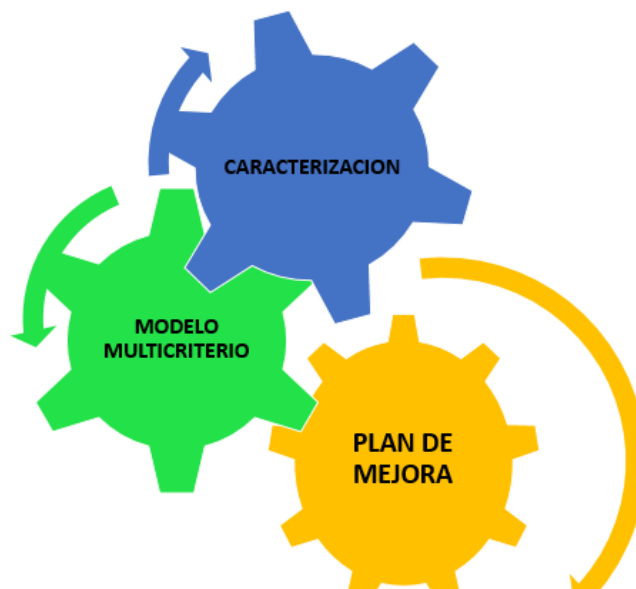


Figura 13. Secuencia de las fases del proyecto

Fuente: Autoría propia. (2021)

Tabla 5. Fases del proyecto.

Fase	Objetivo específico	Actividades	Técnicas
Caracterización	Caracterizar los procesos de economía circular en las empresas de alimentos y bebidas de la ciudad de Barranquilla por medio de SIPOC y el análisis de los indicadores con el fin de evaluar la efectividad de las medidas adoptadas por estas empresas.	<ul style="list-style-type: none">• Analizar el contexto político, social y económico derivado de programas de economía circular en las empresas de alimentos y bebidas en Barranquilla.• Identificar y analizar los factores que inciden en la implementación de programas de economía circular en las empresas de alimentos y bebidas en Barranquilla.• Identificación de las estrategias adoptadas por las empresas de alimentos y bebidas	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de indicadores• SIPOC.• Estadística descriptiva

<p>Diseño de modelo multicriterio</p>	<p>Determinar los factores críticos de éxito en la implementación de programas de economía circular a las empresas de alimentos y bebidas de Barranquilla</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elección de los criterios y sub-criterios apoyados en el parecer de expertos y en la literatura • Identificación de las empresas de alimentos y bebidas que implementan la economía circular • Cálculo de la materialidad de criterios y sub-criterios • Establecer los indicadores de rendimientos para los criterios y sub-criterios • Consideración del índice de aceptación de la economía circular en las empresas de alimentos y bebidas 	<ul style="list-style-type: none"> • Analytic Hierarchy Process (AHP). • Technique for Order of Preference by to Ideal Solution (TOPSIS).
<p>Diseño de planes de mejora</p>	<p>Identificar oportunidades de mejora y diseñar planes de intervención en las empresas evaluadas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ranking de empresas de alimentos y bebidas • Determinación de causas que minimicen la implementación de la economía circular • Instauración de planes de mejora para cada una de las empresas estudiadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). • Planes de acción

Fuente: Elaboración propia. (2021).

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se relaciona un cronograma con el tiempo estimado en el que se desarrollarán cada una de las actividades asociadas a este proyecto de investigación teniendo en cuenta las fases y las actividades que se desarrollarán en cada una de ellas, las herramientas empleadas y los responsables.

Figura 14. Cronograma de actividades.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES					MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10														
FASES	ACTIVIDADES	HERRAM. METODOL. SUGERIDAS	RESPONSABLE	HORAS REQUERIDAS	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
					FASE 1. CARACTERIZACION DEL PROCESO	Análisis de contexto político, social y económico derivado de programas de economía circular en las empresas de alimentos y bebidas en Barranquilla.	Análisis de indicadores	CONSULTORES ANN PEREZ Y MARIANA GONZALEZ	9 horas	■	■													
Identificar y analizar los factores que inciden en la implementación de programas de economía circular en las empresas de alimentos y bebidas en Barranquilla.	SIPOC	24 horas	■	■		■	■		■															
Identificación de las estrategias adoptadas por las empresas de alimentos y bebidas en Barranquilla.	Estadística descriptiva	9 horas							■	■														
FASE 2. DISEÑO DEL MODELO MULTIRITERIO	Elección de los criterios y sub-criterios apoyados en el parecer de expertos y en la literatura.	Technique for Order of Preference by to Ideal Solution (TOPSIS).	CONSULTORES ANN PEREZ Y MARIANA GONZALEZ	9 horas								■	■											
	empresas de alimentos y bebidas que implementan la economía circular en Barranquilla.	Analytic Hierarchy Process (AHP)		9 horas									■	■										
	Cálculo de la materialidad de			14 horas									■	■	■	■								
	Establecer los indicadores de rendimientos para los aceptación de la economía circular en las empresas de			14 horas									■	■	■	■								
FASE 3. DISEÑO DE PLANES DE MEJORA	Ranking de empresas de alimentos y bebidas.	Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS).	CONSULTORES ANN PEREZ Y MARIANA GONZALEZ	14 horas																				
	Determinación de causas que minimicen la implementación de la economía circular.	Planes de accion		9 horas																			■	■
	Instauración de planes de mejora para cada una de las empresas estudiadas.			6 horas																				■
TOTAL HORAS CONSULTORIA ESTIMADAS				141 horas																				

Fuente: Elaboración propia, (2021).

PRESUPUESTO PROYECTO

A continuación, se relación los gastos asociados al desarrollo del proyecto:

Tabla 6. Presupuesto del proyecto.

PROYECTO		DISEÑO DE UN MODELO DE DECISIÓN MULTICRITERIO PARA LA EVALUACION DE FACTORES CRITICOS DE ÉXITO EN LA IMPLEMENTACION DE PROGRAMAS DE ECONOMIA CIRCULAR EN EMPRESAS DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN BARRANQUILLA					
DURACION DEL PROYECTO	10 MESES	PRESUPUESTO	7.500.000	RESERVA	500.000	COSTOS TOTALES	8.000.000
ELEMENTO	TIPO DE RECURSO	DEDICACION (HORAS/ UNIDAD)	SEMANAS	PRECIO POR UNIDAD	COSTO		
PERSONAL	CONSULTOR	60	6	90.000	2.000.000		
PERSONAL	CONSULTOR	60	6	90.000	2.000.000		
PERSONAL	PROFESIONAL EN EL AREA DE ESTUDIO	30	10	10.000	590.000		
PERSONAL	PROFESIONAL EN EL AREA DE ESTUDIO	30	10	10.000	590.000		
PERSONAL	PROFESIONAL EN EL AREA DE ESTUDIO	43	10	10.000	590.000		
MATERIAL	COMPUTADOR	1	N/A	1.700.000	1.700.000		
MATERIAL	PAPELERIA	2	N/A	15.000	30.000		
IMPREVISTO							

Fuente: Elaboración propia. (2021).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. ANÁLISIS DEL CONTEXTO SOCIAL, POLÍTICO Y ECONÓMICO

DERIVADO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE ECONOMÍA CIRCULAR EN EMPRESAS DE ALIMENTOS Y BEBIDAS.

1.1. IMPACTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS EN ECONOMÍA CIRCULAR

1.1.1. Impacto Social

La implementación de programas de economía circular en empresas del sector alimentos y bebidas trae consigo un impacto social importante, ya que gracias a la puesta en marcha de estos programas se obtienen beneficios significativos como lo son la generación de empleos y negocios, una minimización de los impactos al ecosistema y a las diferentes comunidades y en ámbitos de salud y bienestar mediante la concepción de generar conciencia con respecto al consumo sostenible. (Andi, 2021).

Uno de los beneficios más importantes que genera la implementación de programas de economía circular a nivel social es la generación de empleo. A finales del año 2020, se aprobó el primer proyecto de ley que promueve empleos verdes, con el cual se busca que las empresas ejecuten programas de aprovechamiento y reciclaje, reducción significativa de residuos, entre otros; con lo cual se busca que las empresas vinculen a nuevos trabajadores, y se creen nuevas oportunidades de empleo en nuestro país. (Moreno K, 2020). Según la OIT, la implementación de estos tipos de economía generaría cerca de 24 millones de empleo para el año 2030 en Colombia. (Maritano A, 2020). La economía circular generaría tanto nuevos empleos, como nuevos negocios en todas las regiones del país, siendo de gran beneficio para reducir significativamente el desempleo que se vive en Colombia.

La economía circular va de la mano con el desarrollo sostenible, en el cual un principio clave es el bienestar social. Por lo tanto, es deber de todos los ciudadanos aportar a la transición a una economía regenerativa como lo es la economía circular, la implementación de esta beneficiará la calidad de vida de los ciudadanos gracias a los aportes en la mejora de la calidad del aire, reducción de gases efecto invernadero para enfrentar el cambio climático, entre otros, lo que reducirá enfermedades y garantizará el bienestar y salud de los ciudadanos. (DNP, 2021). Otros autores afirman que gracias a la implementación de estos programas se minimizará considerablemente el desperdicio, los residuos y las mermas generadas por el sector alimenticio en general, favoreciendo a millones de familias.

1.1.2. Impacto Económico

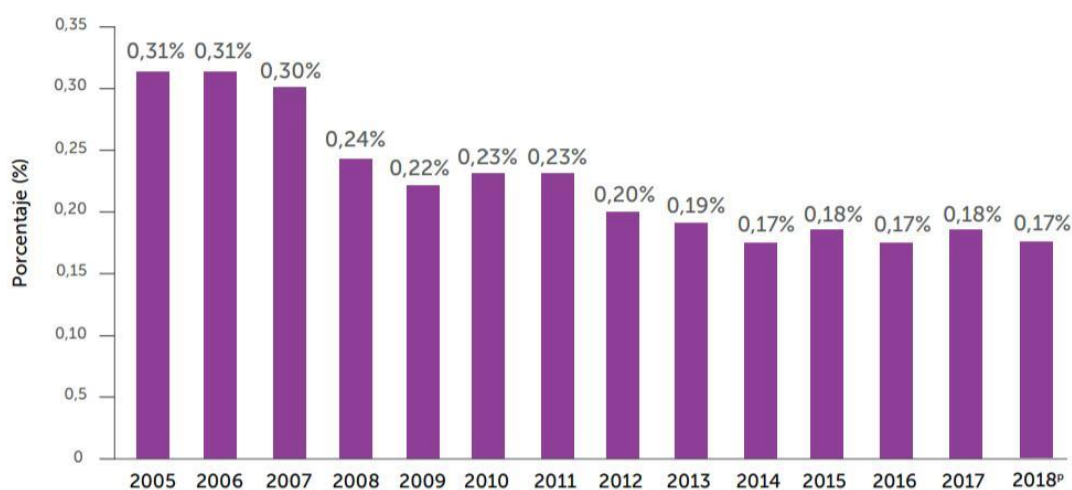
La generación de valor es uno de los ítems más importantes con referencia a la implementación de programas de economía circular, yendo más allá de la actividad del reciclaje, involucrando la creación de nuevos productos innovadores, generación de nuevos modelos de negocio y servicios que resulten rentables para la organización en específico.

La economía circular además de ser una economía restaurativa que se centra en el cuidado y la preservación del medio ambiente y el bienestar social busca el crecimiento económico gracias a métodos específicos como la generación de ahorros por medio del máximo aprovechamiento del manejo de la materia prima, optimizando costos mediante el manejo eficiente de los desperdicios y mediante la generación de nuevos negocios que permitirá la producción de ingresos.

En Colombia mediante la implementación de Economía circular se pueden generar cerca de 11,7 millones de dólares por año, gracias al ahorro en materiales y la generación de negocios nuevos e innovadores. (Colombia productiva, 2021).

La recuperación de materiales es una de las actividades económicas generada por este tipo de programas bajo la implementación de la economía circular, ya que, gracias a esta dicha recuperación, estos residuos sirven de base como materias primas secundarias para las diferentes actividades posteriores. Según el DANE, en el 2018 esta actividad económica generó cerca de 2,4 billones de pesos y su valor agregado se incrementó a 1,6 billones de pesos equivalentes a 0,17% con respecto al valor agregado bruto de Colombia gracias a su producción.

Figura 15. Valor agregado de la actividad económica de recuperación de materiales en Colombia.



Fuente: DANE, (2018).

A partir de la anterior figura, se puede observar el valor agregado según cifras del DANE, que ha generado la recuperación de materiales en Colombia, desde el año 2005 al 2018 con diferentes porcentajes que han sido de suma importancia para conocer la generación de valor y el impacto económico mediante este tipo de actividades.

En lo que concierne a la industria de alimentos y bebidas cuando se habla de economía circular el enfoque se encamina hacia una economía más verde y sostenible, resulta necesario realizar un esfuerzo adicional de manera que se puedan desligar el uso de los recursos extraído de la tierra y el crecimiento económico de tal manera que se puedan evitar los efectos adversos que pudieran verse reflejados en el entorno del ecosistema satisfaciendo al mismo tiempo las necesidades de los consumidores sin comprometer la calidad de los productos y procesos.

Teniendo en cuenta el aumento de la población a nivel mundial siendo que cada vez escasean más recursos naturales es sumamente importante que cada uno de los elementos que hacen parte de la cadena agroalimentaria trabajen en conjunto para optimizar sus procesos mitigando el impacto ambiental apostando a las practicas sostenibles y asegurando el los suministro de materias primas invirtiendo en el desarrollo sostenible de cadenas de abastecimiento en materia del uso responsable y eficiente de los recursos, desarrollar estrategias con todos lo que intervienen en la cadena para disminuir el desperdicio de los recursos, e implementar técnicas que permitan formar a los trabajadores en buenas prácticas fomentando la concientización acerca de los efectos derivados de la producción para conseguir que pueda darse una economía sustentable y sostenible.

En cuanto al uso de los plásticos y otros elementos que hacen parte de la cadena de producción la palabra desperdicio no debe emplearse ya que todo que se extraiga de la tierra debe ser reutilizado dentro de un modelo sostenible en el cual debe extraerse de los recursos el máximo valor posible recuperando y regenerando los materiales hasta donde su vida útil lo permita obteniendo así una mejora en los índices de competitividad y optimización de los procesos y recursos disponibles y generando un impacto positivo a nivel de rentabilidad y bienestar medioambiental.

A continuación, se representa las dos formas en las que se les da tratamiento a las materias primas desde los puntos de vista de la economía lineal o tradicional y la economía circular.

Figura 16. Ciclo de vida de la materia prima economía lineal vs economía circular.



Fuente: ECOPLAS, (2019).

1.1.3. Impacto Político

La economía circular en la actualidad ha logrado captar la atención de los gobiernos nacionales e internacionales a nivel de productividad ya que se puede considerar como un camino que guía hacia la sostenibilidad de los procesos en un contexto socioeconómico, y ambiental teniendo en cuenta la relación existente entre los consumidores los recursos naturales y las demandas del mercado con el propósito de minimizar el uso de los recursos y fomentar la reutilización de los materiales de manera que se creen ventajas, tecnologías y capacidades para avanzar en este sentido.

Latinoamérica, en la actualidad presenta bajos niveles de participación a nivel científico de economía circular a excepción de Brasil como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 7. Participación de producción científica en economía circular de américa latina.

Países/Regiones	Registros	% América Latina
Brasil	77	55,4%
México	19	13,7%
Chile	16	11,5%
Colombia	11	7,9%
Argentina	4	2,9%
Bolivia	4	2,9%
Ecuador	4	2,9%
Perú	4	2,9%
Total AL	139	

Fuente: Martínez, L., Henríquez, A. & Freire, N. (2019).

Pese a los resultados anteriores existen iniciativas de propuestas públicas de economía circular que permiten tener esperanza ya que presentan un alto grado de compromiso con el proceso en sí; ya que los actores públicos son los únicos capaces de alinear e incentivar a los sectores educativos y empresariales a generar iniciativas y a que sean aplicadas a nivel empresarial, de manera que se pueda evidenciar un impacto favorable para todas las partes involucradas. Dentro de las iniciativas públicas encontradas se obtuvo que en su mayoría están encaminadas hacia el desarrollo de procesos de gestión de residuos lo cual se definió como una decisión política, estas políticas públicas buscan que las industrias implementen dentro de sus procesos productivos estrategias de economía circular con incentivos tributarios que generen una transición del modelo tradicional a uno sostenible y para el caso específico de Colombia a través de la estrategia nacional de economía circular se tiene como objetivo principal maximizar el valor agregado de los sistemas de producción elevando los índices de rentabilidad, siendo sostenibles con el medio ambiente y generando empleos teniendo como base favorecer y aprovechar los recursos en los procesos productivos. Martínez, L., Henríquez, A. & Freire, N. (2019).

1.2. ANÁLISIS DEL MODELO SIPOC EN LA IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE ECONOMÍA CIRCULAR EN EMPRESAS DE ALIMENTOS Y BEBIDAS

A continuación, se detalla el análisis del modelo SIPOC realizado para las empresas de alimentos y bebidas que implementan en sus procesos programas de EC.

Figura 17. Modelo del análisis SIPOC

S	Empresas de tecnología que suministren insumos o maquinarias que permitan desarrollar actividades que promuevan la transición de la actual economía lineal a la economía circular.
I	Nuevas tecnologías que permitan gestionar de manera correcta los procesos de economía circular y manejo de residuos, financiamiento de los procesos, residuos. Etc.
P	Capacitaciones al personal en manejo de residuos, tecnologías, nuevos procesos y normativas, uso apropiado de las TIC'S, aplicación de estrategias para reducir el impacto negativo.
O	Procesos productivos sostenibles, rentables que optimicen los sistemas de gestión de economía circular y manejo de residuos de las empresas, aumenten sus ganancias, mantengan la calidad de sus procesos sin afectar los ecosistemas.
C	Consumidores finales que pueda ser consciente del producto de que tiene en sus manos es amigable con el planeta y satisface sus necesidades al 100%.

Fuente: Elaboración propia (2021).

2. FACTORES QUE INCIDEN EN LA IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE ECONOMÍA CIRCULAR EN EMPRESAS DE ALIMENTOS Y BEBIDAS.

La implementación de la economía circular en el sector alimenticio en general (alimentos y bebidas) es ocasionado por ciertos elementos ya sean económicos, sociales, políticos, ambientales, entre otros que influyen directamente en la necesidad de una economía restaurativa y regenerativa.

Dentro de estos factores de incidencia podemos encontrar:

- Los envases de plástico que son utilizados en la industria de alimentos están pensados para ser envases de un solo uso, por lo cual esto genera impactos negativos ambientales y económicos. (Castro S., 2019). Por lo tanto, implementar una economía circular es importante para las empresas de este sector, ya que genera efectos positivos en la parte económica reduciendo costos significativos mediante la ejecución de programas que alarguen la vida útil de los envases utilizados, y además efectos positivos para el medio ambiente gracias a la reducción de los elementos de un solo uso.
- Según la FAO, en el mundo anualmente termina en la basura cerca de 1.300 millones de toneladas de alimentos, lo cual supone que por medio de todas estas mermas y desperdicios no aprovechados se genera una gran pérdida de dinero. (Portafolio, 2019). Por lo cual, las empresas del sector alimentos y bebidas buscan implementar en sus procesos programas de economía circular para minimizar las mermas y los desperdicios de alimentos en general, evitar la pérdida de dinero, generar valor real y a su vez generar nuevos modelos de negocio.
- El cuidado y la preservación del medio ambiente, y la reducción de los gases efecto invernadero son unos de los factores claves que incentivan a las empresas

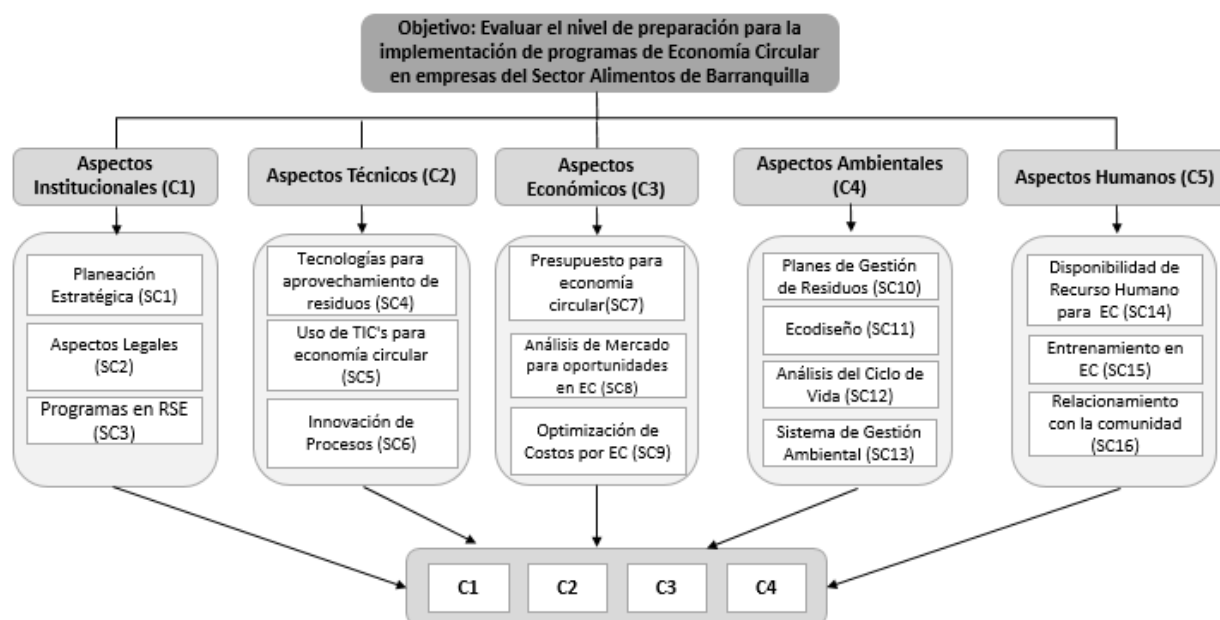
en este caso de la industria de alimentos y bebidas, a implementar programas de economía circular como diseños ecológicos, reciclaje y reutilización de materiales, reducción de residuo, para así aportar significativamente a este cuidado y minimización de gases y a su vez, el ahorro en los costos generados. (Inter empresas, 2021).

- Las empresas de alimentos y bebidas requieren de programas más sostenibles y sustentables en sus cadenas productivas, ya que los consumidores actualmente prefieren organizaciones en donde la producción de sus alimentos y bebidas generan un impacto ambiental y social más llevadero. (Lazovska D., 2017). Toda empresa se debe a sus clientes, por lo tanto, cuidar del medio ambiente y del bienestar social de sus consumidores es importante para lograr el éxito de sus compañías.
- En Colombia, gracias a la creación de la Estrategia de Economía Circular bajo el mando del presidente Iván Duque, incentiva a las empresas de todos los sectores productivos a implementar en sus cadenas y procesos programas de economía circular reestructurando sus sistemas de producción, realizando una gestión eficiente de los materiales utilizados, generando nuevos modelos de negocio, entre otros. (Presidencia de la República, 2021). Esto hace que las empresas del sector de alimentos y bebidas se incentiven a dejar a un lado la economía lineal implementada por la mayoría de los sectores, e incluyan a sus procesos productivos la economía circular conociendo los beneficios implantados en esta estrategia.

2.1. DEFINICIÓN DE CRITERIOS Y SUB-CRITERIOS

A continuación, se muestran los criterios y subcriterios seleccionados para el proceso de evaluación del nivel de preparación para la implementación de programas de EC en las empresas de alimentos y bebidas elegidas como objeto de estudio.

Figura 18. Diagrama de toma de decisiones de múltiples criterios para la evaluación del nivel de preparación en la implementación de programas de economía circular en empresas de alimentos y bebidas en Barranquilla.



Fuente: Elaboración propia. (2021)

En la siguiente tabla se muestra una breve descripción de los criterios del modelo, así como de los sub-criterios que los integran.

Tabla 8. Descripción de criterios y sub-criterios.

Definición de criterios y sub-criterios		
Criterio	Sub-criterio	Descripción general del criterio
Aspectos institucionales	Planeación estratégica	Permite evaluar el desarrollo y viabilidad de las actividades

	Aspectos legales	enfocadas en los programas de EC con el propósito de determinar su impacto tanto al interior como al exterior de la organización teniendo en cuenta todos los factores que inciden en la ejecución de estas.
	Programas en RSE	
Aspectos técnicos	Tecnologías para aprovechamiento de residuos	Identifica los datos relacionados con la transformación, el ecodiseño y el aprovechamiento de los residuos, bajo la utilización de la tecnología de la información y las telecomunicaciones para el análisis de los resultados obtenidos mediante los programas de EC.
	Uso de TIC'S para economía circular	
	Innovación de procesos	
Aspectos económicos	Presupuesto para economía circular	Permite analizar y evaluar la inversión económica necesaria para la implementación de programas de economía circular, y a su vez los costos relacionados en dicha implementación.
	Análisis de mercado para oportunidades en EC	
	Optimización de costos por EC	
Aspectos ambientales	Planes de gestión de residuos	Permite analizar el impacto que genera en el medio ambiente las actividades que realiza la empresa y a su vez la gestión que da la misma a los procesos de EC.
	Ecodiseño	
	Análisis del ciclo de vida	
	Sistema de gestión ambiental	
Aspectos humanos	Disponibilidad de recurso humano para EC	Permite determinar la gestión del recurso humano en una empresa, en cuanto a un proyecto en específico, y a su vez relacionar la importancia que tiene la comunidad en general en temas ambientales.
	Entrenamiento en EC	
	Relacionamiento con la comunidad	

Fuente: Elaboración propia. (2021).

2.2. APLICACIÓN DE LA TÉCNICA AHP PARA DETERMINAR LA IMPORTANCIA DE LOS CRITERIOS Y SUBCRITERIOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE ECONOMÍA CIRCULAR.

Se realizó un modelo de encuesta para cada persona encuestada (Representantes de empresas de alimentos y bebidas, y expertos en economía circular) para que determinaran la importancia que tiene un criterio sobre otro criterio, y así mismo la importancia de un sub-criterio, sobre otro sub-criterio.

En la siguiente figura se logrará observar parte de la encuesta AHP como modo de ejemplo, en este caso las comparaciones pareadas de los 5 criterios utilizados.

Figura 19. Ejemplo del modelo de encuesta AHP de los criterios establecidos.

CRITERIOS		IMPORTANCIA					CRITERIO	
		1	2	3	4	5		
Aspectos Institucionales	<i>Es</i>					X	Aspectos Técnicos	
Aspectos Institucionales				X			Aspectos Económicos	
Aspectos Institucionales						X	Aspectos Ambientales	
Aspectos Institucionales						X	Aspectos Humanos	
Aspectos Técnicos					X		Aspectos Económicos	
Aspectos Técnicos						X	Aspectos Ambientales	
Aspectos Técnicos						X	Aspectos Humanos	
Aspectos Económicos						X	Aspectos Ambientales	
Aspectos Económicos						X	Aspectos Humanos	
Aspectos Ambientales						X	Aspectos Humanos	

Las comparaciones que se realizaron tuvieron como base un interrogante en específico ¿Qué importancia tiene cada criterio/sub-criterio que se encuentran en la parte derecha, frente a los criterios/sub-criterios que se encuentra en la parte izquierda?

La siguiente tabla muestra un ejemplo de la matriz de criterios utilizados en el análisis en la cual reúne los juicios de cada experto encuestado utilizando la media geométrica.

Las matrices de sub-criterios faltantes se encontrarán en los anexos 1.

Tabla 9. Matriz de comparación pareada de criterios.

Criterios	Aspectos Institucionales (C1)	Aspectos Técnicos (C2)	Aspectos Económicos (C3)	Aspectos Ambientales (C4)	Aspectos Humanos (C5)
Aspectos Institucionales (C1)	1	1,45	1,15	1,24	1,83
Aspectos Técnicos (C2)	0,69	1	1,14	1,26	1,47
Aspectos Económicos (C3)	0,87	0,88	1	1,47	1,85
Aspectos Ambientales (C4)	0,81	0,79	0,68	1	2,36
Aspectos Humanos (C5)	0,55	0,68	0,54	0,42	1
Suma	3,9	4,8	4,5	5,4	8,5

Fuente: Elaboración propia (2021).

Luego, la anterior matriz fue previamente normalizada según el procedimiento dado por la herramienta AHP. Las demás matrices de sub-criterios normalizada se encontrarán en los anexos 2.

Tabla 10. Ejemplo Matriz normalizada de criterios.

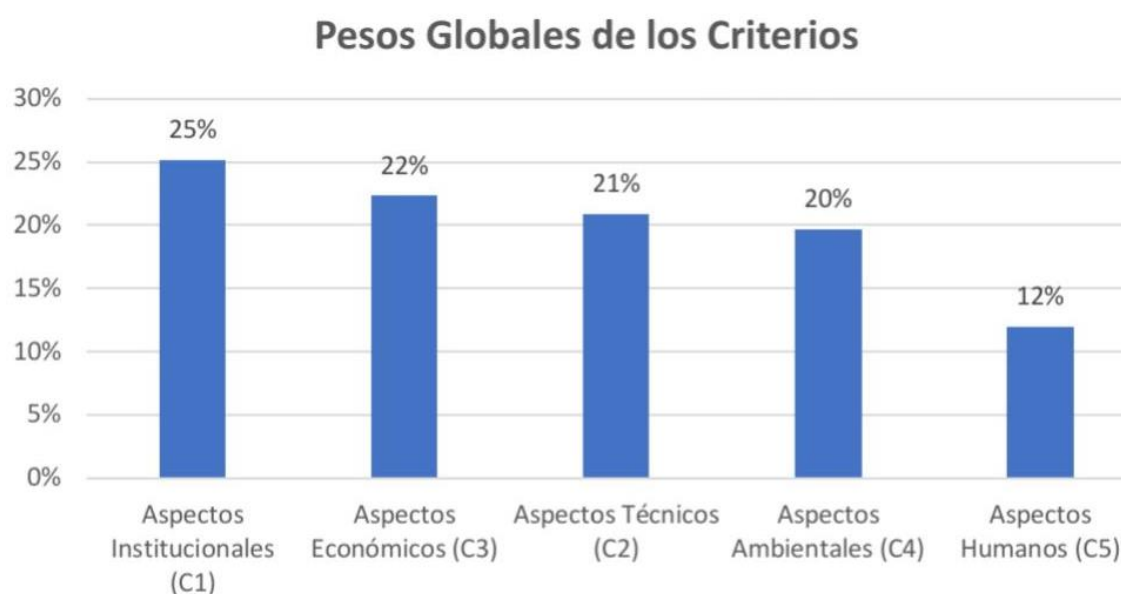
Matriz Normalizada				
0,26	0,30	0,25	0,23	0,22
0,18	0,21	0,25	0,23	0,17
0,22	0,18	0,22	0,27	0,22
0,21	0,17	0,15	0,19	0,28
0,14	0,14	0,12	0,08	0,12

Fuente: Elaboración propia (2021).

Pesos de los criterios y sub-criterios

En la siguiente figura, se muestran los pesos globales de los 5 criterios que fueron hallados mediante la herramienta AHP.

Figura 20. Pesos globales de los criterios de evaluación nivel de preparación para la implementación de programas de economía circular en empresas de alimentos y bebidas.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Por medio del anterior gráfico se puede determinar que el mayor peso global, y por ende la mayor preferencia entre los criterios en estudio, son los aspectos institucionales con un peso del 25%, con lo cual se concluye que es de mucha más importancia para las empresas de alimentos y bebidas aspectos como tener en cuenta la economía circular dentro de su planeación estratégica, la adherencia a la normativa legal vigente en temas de economía circular y la incorporación de programas de responsabilidad social empresarial con componentes en economía circular, dando a entender que es primordial la puesta en práctica de la manera más correcta los programas de EC. Seguido de los aspectos económicos con un 22%, aspectos técnicos con un 21% y aspectos ambientales con un 20%, los cuales tienen pesos similares, por lo cual se puede deducir que es casi igual su importancia en estas empresas, dejando por último y no menos importante, los aspectos humanos que involucran temas como la capacitación, entrenamientos en temas de EC de sus colaboradores, y la relación que tienen con la comunidad en temas ambientales.

En la tabla siguiente se muestran los pesos locales y pesos globales de cada criterio y sub-criterio hallados anteriormente en la técnica AHP.

Tabla 11. Pesos locales y globales de los sub-criterios.

Criterio / sub-criterio	Peso local	Peso global
SC1	58%	14%
SC2	28%	7%
SC3	14%	4%
SC4	49%	10%
SC5	29%	6%
SC6	22%	5%
SC7	47%	11%

SC8	36%	8%
SC9	17%	4%
SC10	32%	6%
SC11	29%	6%
SC12	21%	4%
SC13	18%	4%
SC14	55%	7%
SC15	32%	4%
SC16	13%	2%

Fuente: Elaboración propia (2021).

Finalmente, se calculó el RC (Razón de consistencia) de cada una de las matrices, arrojando resultados no superiores a 10% (0,10), con lo cual se puede establecer que todas las matrices son consistentes, por lo cual, los pesos que se derivan de las matrices son fiables para su utilización en el modelo de toma de decisiones, como se observa en la tabla 12.

Tabla 12. Ratios de Consistencia criterios y subcriterios.

Criterio	CR	
Criterios	0,01	Consistente
Aspectos Institucionales (C1)	0,09	Consistente
Aspectos Económicos (C3)	0,02	Consistente
Aspectos Técnicos (C2)	0,07	Consistente
Aspectos Ambientales (C4)	0,02	Consistente
Aspectos Humanos (C5)	0,01	Consistente

Fuente: Elaboración propia (2021).

2.3. APLICACIÓN TOPSIS

Luego de haber realizado la evaluación sobre la importancia de los criterios y sub-criterios, se implementa la técnica TOPSIS (Técnica de Orden de Preferencias por Similitud a la Solución Ideal) que se encarga de clasificar las empresas de alimentos y bebidas e identifica las fortalezas y debilidades que tienen estas en temas de preparación para la implementación de programas de EC. Gracias a esta técnica se obtiene la guía para la toma de decisiones. Para la medición de los sub-criterios se determinaron ciertos indicadores con su respectiva calificación (2 ó 1).

Cabe resaltar que las compañías elegidas a evaluar son las siguientes:

Tabla 13. Compañías postuladas para la evaluación del nivel de preparación de programas de economía circular.

CÓDIGO	COMPAÑÍAS
C1	Compañía 1- POSTOBÓN S.A
C2	Compañía 2 - Cucinare
C3	Compañía 3 - Alpina
C4	Compañía 4 – Coca- cola

A las cuales se les aplicaron los siguientes indicadores:

Tabla 14. Indicadores para la aplicación de la técnica TOPSIS.

ASPECTOS INSTITUCIONALES		
Inclusión de la Economía Circular en la Planeación Estratégica	PE	¿La empresa ha incluido en su planeación estratégica, el desarrollo de programas, proyectos y actividades en Economía Circular y Manejo de Residuos? (2. Si, 1. No)
Adherencia a normativa legal en Economía Circular y Gestión de Residuos	AL	¿La empresa aplica la normativa legal vigente en materia de Economía Circular y Gestión de Residuos? (2. Si, 1. No)
Existencia de programas en RSE	RS	¿La empresa cuenta con programas en RSE que incorporan el componente de Economía Circular? (2. Si, 1. No)

ASPECTOS TÉCNICOS		
Inclusión de Tecnologías para el aprovechamiento de residuos	TC	¿La empresa utiliza tecnologías para el aprovechamiento de residuos? (2. Si, 1. No)
Uso de las TIC's para procesos de Economía Circular	TI	¿La empresa utiliza las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC's en procesos de Economía Circular y Gestión Ambiental? (2. Si, 1. No)
Innovaciones en los Procesos	IP	¿La empresa ha generado innovaciones en los procesos como resultado de acciones, programas o proyectos de Economía Circular y Gestión de Residuos? (2. Si, 1. No)

ASPECTOS ECONOMICOS		
Presupuesto para Economía Circular	PR	¿La empresa incluye en su presupuesto, el componente de Economía Circular y Gestión Ambiental? (2. Si, 1. No)
Estudios de Mercado para identificación de Oportunidades en EC	EM	¿La empresa realiza Estudios de Mercado para identificar oportunidades en Economía Circular? (2. Si, 1. No)
Optimización de Costos por acciones de Economía Circular	OC	¿La empresa realiza Estudios de Optimización de Costos derivados de acciones de Economía Circular y Manejo de Residuos? (2. Si, 1. No)

ASPECTOS AMBIENTALES		
Existencia de Planes de Gestión de Residuos Sólidos PGIRS	PR	¿La empresa cuenta con Planes de Gestión de Residuos Sólidos PGIRS? (2. Si, 1. No)
Inclusión del Ecodiseño	EC	¿La empresa aplica el Ecodiseño en el Diseño de sus productos? (2. Si, 1. No)
Inclusión de Análisis de Ciclo de Vida ACV	AC	¿La empresa realiza Análisis de Ciclo de Vida (ACV) en sus productos? (2. Si, 1. No)
Existencia de Sistema de Gestión Ambiental	SG	¿La empresa cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental implementado y/o Certificado bajo estándares como ISO 14001? (2. Si, 1. No)

ASPECTOS HUMANOS		
Disponibilidad de Recurso Humano para EC	RH	¿La empresa cuenta con personal para actividades de Economía Circular y Manejo de Residuos? (2. Si, 1. No)
Entrenamiento y Capacitación en EC	EC	¿La empresa realiza actividades de entrenamiento y capacitación en Economía Circular y Manejo de Residuos? (2. Si, 1. No)
Relacionamiento con la Comunidad	RC	¿La empresa realiza actividades de relacionamiento con la comunidad respecto al manejo de residuos y gestión ambiental? (2. Si, 1. No)

Fuente: Elaboración propia (2021).

Después de recolectar la información de las empresas evaluadas y compilarlas en la tabla, se tomó el mejor y peor escenario de las alternativas para los sub-criterios.

Posteriormente, se anexaron los valores de dichas alternativas en cada sub-criterio.

Tabla 15. Matriz de decisiones TOPSIS para la evaluación del nivel de preparación en EC en empresas de alimentos y bebidas.

	C1	C2	C3	C4	A+	A-	W	Normal
PE	2	1	2	2	2	1	0,145	3,61
AL	2	2	2	2	2	1	0,070	4,00
RS	2	1	2	2	2	1	0,036	3,61
TC	2	1	2	2	2	1	0,103	3,61
TI	1	1	1	2	2	1	0,061	2,65
IP	2	1	2	2	2	1	0,045	3,61
PR	2	1	2	2	2	1	0,106	3,61
EM	2	1	2	1	2	1	0,080	3,16
OC	2	1	2	2	2	1	0,038	3,61
PR	2	2	2	2	2	1	0,064	4,00
EC	2	1	2	2	2	1	0,057	3,61
AC	2	1	2	2	2	1	0,041	3,61
SG	2	1	2	2	2	1	0,035	3,61
RH	2	2	2	2	2	1	0,066	4,00
EC	2	1	2	2	2	1	0,038	3,61
RC	2	2	2	2	2	1	0,016	4,00

Fuente: Elaboración propia (2021)

La siguiente tabla muestra la matriz de decisión TOPSIS normalizada

Tabla 16. Matriz de decisión R de TOPSIS normalizada para la evaluación del nivel de preparación en EC en empresas de alimentos y bebidas.

	C1	C2	C3	C4	A+	A-	W
PE	0,55	0,28	0,55	0,55	0,55	0,28	0,145
AL	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,070
RS	0,55	0,28	0,55	0,55	0,55	0,28	0,036
TC	0,55	0,28	0,55	0,55	0,55	0,28	0,103
TI	0,38	0,38	0,38	0,76	0,76	0,38	0,061
IP	0,55	0,28	0,55	0,55	0,55	0,28	0,045
PR	0,55	0,28	0,55	0,55	0,55	0,28	0,106
EM	0,63	0,32	0,63	0,32	0,63	0,32	0,080
OC	0,55	0,28	0,55	0,55	0,55	0,28	0,038
PR	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,25	0,064
EC	0,55	0,28	0,55	0,55	0,55	0,28	0,057

AC	0,55	0,28	0,55	0,55	0,55	0,28	0,041
SG	0,55	0,28	0,55	0,55	0,55	0,28	0,035
RH	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,25	0,066
EC	0,55	0,28	0,55	0,55	0,55	0,28	0,038
RC	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,25	0,016

Fuente: Elaboración propia (2021)

Luego de que la matriz de decisión haya sido normalizada, se realiza la matriz normalizada ponderada, la cual es llevada a cabo multiplicando el peso global de cada sub-criterio con la matriz N de la siguiente manera:

Tabla 17. Matriz de decisión V de TOPSIS ponderada y normalizada para la evaluación del nivel de preparación en EC en empresas de alimentos y bebidas.

	C1	C2	C3	C4	A+	A-
PE	0,080	0,040	0,080	0,080	0,080	0,040
AL	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,018
RS	0,020	0,010	0,020	0,020	0,020	0,010
TC	0,057	0,029	0,057	0,057	0,057	0,029
TI	0,023	0,023	0,023	0,046	0,046	0,023
IP	0,025	0,012	0,025	0,025	0,025	0,012
PR	0,059	0,029	0,059	0,059	0,059	0,029
EM	0,050	0,025	0,050	0,025	0,050	0,025
OC	0,021	0,010	0,021	0,021	0,021	0,010
PR	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,016
EC	0,031	0,016	0,031	0,031	0,031	0,016
AC	0,023	0,011	0,023	0,023	0,023	0,011
SG	0,020	0,010	0,020	0,020	0,020	0,010
RH	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,016
EC	0,021	0,011	0,021	0,021	0,021	0,011
RC	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,004

Fuente: Elaboración propia (2021)

Luego de obtener la matriz normalizada y ponderada, se realiza la matriz de separación de la solución positiva, en la cual se hallan las distancias entre cada alternativa y su solución ideal.

Tabla 18. Matriz de separación de la solución positiva.

	C1	C2	C3	C4
PE	0,00000	0,00061	0,00000	0,00000
AL	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
RS	0,00000	0,00010	0,00000	0,00000
TC	0,00000	0,00082	0,00000	0,00000
TI	0,00053	0,00053	0,00053	0,00000
IP	0,00000	0,00016	0,00000	0,00000
PR	0,00000	0,00086	0,00000	0,00000
EM	0,00000	0,00063	0,00000	0,00063
OC	0,00000	0,00011	0,00000	0,00000
PR	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
EC	0,00000	0,00025	0,00000	0,00000
AC	0,00000	0,00013	0,00000	0,00000
SG	0,00000	0,00010	0,00000	0,00000
RH	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
EC	0,00000	0,00011	0,00000	0,00000
RC	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Si+	0,023	0,073	0,023	0,025

Y en este caso, se realiza la matriz de separación de la solución negativa:

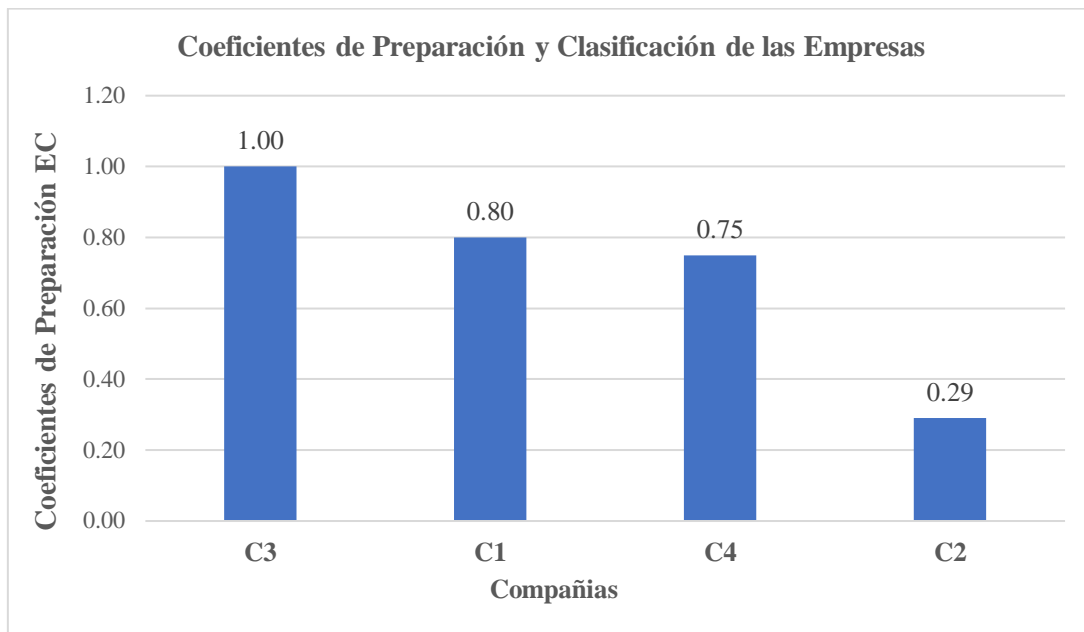
Tabla 19. Matriz de separación de la solución negativa.

	C1	C2	C3	C4
PE	0,002	0,000	0,002	0,002
AL	0,000	0,000	0,000	0,000
RS	0,000	0,000	0,000	0,000
TC	0,001	0,000	0,001	0,001
TI	0,000	0,000	0,000	0,001
IP	0,000	0,000	0,000	0,000
PR	0,000	0,000	0,001	0,001
EM	0,001	0,000	0,001	0,000
OC	0,001	0,000	0,000	0,000
PR	0,000	0,000	0,000	0,001
EC	0,000	0,000	0,000	0,000
AC	0,000	0,000	0,000	0,000
SG	0,000	0,000	0,000	0,000
RH	0,000	0,000	0,000	0,000
EC	0,000	0,000	0,000	0,000
RC	0,000	0,000	0,000	0,000
Si+	0,076	0,029	0,076	0,075

Fuente: Elaboración propia (2021)

Finalmente, luego de realizar todas las matrices anteriores y obtener sus respectivos resultados, se obtuvo la clasificación de las compañías del sector alimentos, teniendo en cuenta el orden de preferencia a través del cálculo del Coeficiente de Preparación o CCi, en cuatro niveles de desempeño (Muy bajo desempeño: $0 \leq CCi \leq 0,25$ || Bajo desempeño: $0,25 < CCi \leq 0,5$ || Mediano desempeño: $0,5 < CCi \leq 0,75$ || Alto desempeño: $0,75 < CCi \leq 1$). Lo anterior permitió presentar los resultados mediante un gráfico de barras para visualizar el ranking de las empresas de alimentos y bebidas según su nivel de preparación en la implementación de programas de economía circular.

Figura 21. Ranking del índice de preparación de empresas de alimentos y bebidas en la implementación de programas de economía circular.



Fuente: Elaboración propia (2021)

De la anterior gráfica se puede observar los niveles de preparación de las empresas evaluadas (4 compañías de alimentos y bebidas) dentro de las cuales una de ellas cumple el nivel máximo de preparación en sus procesos (C3), las dos siguientes mantienen un nivel bueno de índice de preparación, donde deben fortalecer ciertas áreas para alcanzar una índice ideal (C1 y C4) y una última empresa la cual tiene un índice de preparación muy bajo, en la cual se deben fortalecer muchos aspectos en general, generando un extenso margen de mejoras a implementar (C2).

3. IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA Y DISEÑO DE ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE PREPARACIÓN DE LAS EMPRESAS DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE ECONOMIA CIRCULAR.

Buscando que las empresas evaluadas generen un impacto positivo en el nivel de preparación para la implementación de programas de EC, para ello es de vital importancia establecer las oportunidades de mejora para fortalecer las debilidades y así garantizar en sus procesos programas de EC eficientes. Para esto se tomaron los sub-criterios más críticos que fueron identificados.

Mediante las matrices de separación de la solución positiva, se obtienen los resultados donde: los sub-criterios donde la distancia de A+ es igual a 0, se consideran “puntos fuertes”, y por otro lado cuando la distancia de A+ es superior a 0, se consideran “debilidades”, o incluso cuando la distancia de A- es igual a 0, también son considerados de esta manera, considerando que en las debilidades es donde se deben aplicar estrategias de mejora.

En la siguiente tabla se muestran los puntos de intervención de las empresas evaluadas y su respectivo plan de mejora.

Tabla 20. Estrategias de mejora establecidas para los diferentes puntos de intervención de las empresas evaluadas.

COMPAÑÍA	SUB-CRITERIO CRITICO	ESTRATEGIAS DE MEJORA PROPUESTAS
C1	TI (Uso de TIC'S para economía circular): La compañía POSTOBON S.A. no utiliza las tecnologías de la información y comunicaciones en procesos de economía circular y gestión ambiental.	Incorporar a sus procesos de EC y gestión ambiental el uso de las TIC para garantizar la mejora en la eficiencia y la sostenibilidad del proceso y aprovechar las nuevas tecnologías.
	PE (Planeación Estratégica): La compañía Cucinare no aplica procesos de planeación estratégica en el desarrollo de actividades de economía circular y manejo de residuos siendo la única que presenta esta característica entre las empresas evaluadas.	1. Implementar en sus procesos planes de desarrollo de actividades de EC 2. Incorporar el desarrollo de programas y proyectos relacionados con la EC y la gestión de residuos
C2	RSE (Responsabilidad Social Empresarial): Entre las empresas evaluadas, se obtuvo que Cucinare es la única que no cuenta con programas de responsabilidad social empresarial que incorporen componentes de economía circular.	Diseñar y fomentar programas de RSE con objetivos a mediano y largo plazo con componentes de EC
	TC (Tecnología Para El Aprovechamiento De Residuos): Cucinare presenta el índice más bajo entre las empresa evaluadas respecto a la implementación de tecnologías para el aprovechamiento de residuos.	1. Implementar en sus procesos planes de desarrollo de actividades de EC 2. Incorporar el desarrollo de programas y proyectos relacionados con la EC y la gestión de residuos
	TI (Uso de TIC'S para economía circular): Se evidencia que la compañía Cucinare no aplica el uso las tecnologías de la información y comunicaciones en sus procesos de economía circular y gestión ambiental.	Incorporar a sus procesos de EC y gestión ambiental el uso de las TIC para garantizar la mejora en la eficiencia y la sostenibilidad del proceso y aprovechar las nuevas tecnologías.
	IP (Innovación de procesos): la compañía no ha tenido en cuenta acciones, programas de economía circular y gestión de residuos para fomentar la innovación en sus procesos.	1. Implementar programas y proyectos con competencias en EC y gestión de residuos para obtener como resultado procesos innovadores en la compañía
	PR (Presupuesto Para Economía Circular): De todas las compañías evaluadas se puede evidenciar que Cucinare es la única que no incluye dentro de su presupuesto los componentes de economía circular y gestión ambiental; lo que conlleva a que se dé una deficiente gestión del proceso.	Definir la situación financiera de la compañía para así implementar en su presupuesto el componente de EC y gestión ambiental
	EM (Análisis De Mercado Para oportunidades en EC.): La compañía no realiza estudios de mercado para identificar oportunidades que le permitan optimizar sus procesos de economía circular.	Diseñar un estudio de mercado con el objetivo de lograr identificar oportunidades para la implementación de EC en sus procesos

	OC (Optimización De Costos Por EC): La empresa no realiza estudios derivados de sus procesos de economía circular y manejo de residuos que le permitan optimizar sus costos.	Realizar estudios de optimización de costes que implicarían la implementación de programas de EC y gestión de residuos
	EC (Ecodiseño): De las compañías evaluadas se puede evidenciar que esta es la única que no incluye estrategias de Ecodiseño en el diseño de sus productos.	1. Implementar de manera estructurada y racional técnicas para el desarrollo de los productos 2. Integrar aspectos ambientales en el diseño de los productos
	AC (Análisis Del Ciclo De Vida): La compañía no realiza análisis de ciclo de vida de sus productos lo que no le permite determinar los tiempos de vida útil de sus insumos.	Implementar la metodología del análisis del ciclo de vida a sus productos para conocer con fiabilidad el comportamiento de estos.
	SG (Sistemas De Gestión Ambiental): De las compañías evaluadas de puede identificar que Cucinare es la única que no cuenta con sistema de gestión ambiental implementado que este certificado o acreditado por un organismo legal.	Implementar un Sistema de Gestión Ambiental y/o certificarse bajo cualquier estándar de calidad ambiental
	EC (Entrenamiento Y Capacitación En EC): La organización no realiza actividades de entrenamiento ni capacitación al personal que permita fortalecer los procesos de economía circular y gestión de residuos.	Implementar en sus procesos programas de capacitación y entrenamiento con enfoques en EC a sus empleados y colaboradores
C3	TI (Uso de TIC'S para economía circular): Se evidencia que la compañía Alpina no ha implementado al 100% las tecnologías de la información y comunicaciones en sus procesos de economía circular y gestión ambiental.	Incorporar a sus procesos de EC y gestión ambiental el uso de las TIC para garantizar la mejora en la eficiencia y la sostenibilidad del proceso y aprovechar las nuevas tecnologías.
C4	EM (Análisis De Mercado Para oportunidades en EC.): La compañía no realiza estudios de mercado para identificar oportunidades que le permitan optimizar sus procesos de economía circular.	Diseñar un estudio de mercado con el objetivo de lograr identificar oportunidades para la implementación de EC en sus procesos

Fuente: Elaboración propia (2021)

De la anterior tabla de estrategias de mejora se puede observar que de los 16 sub-criterios establecidos, 12 se consideran “debilidades” por lo tanto, son esos sub-criterios donde se implementaron estrategias de mejora que involucran ámbitos institucionales, técnicos, económicos, ambientales y humanos. La compañía C1 solo presenta puntos débiles en un sub-criterio de tipo técnico, la compañía C2 presenta déficit en todos los ámbitos antes mencionados, la compañía C3, experimenta debilidades sólo en un sub-

criterio del ámbito económico, mientras que la compañía C4, presenta un solo sub-criterio considerado como una debilidad de tipo humano.

Por lo anterior, se concluye que en 3 las compañías evaluadas (C1, C3, y C4) las estrategias de mejora a implementar son muy mínimas, pues manejan un porcentaje alto de preparación para la implementación de programas de economía circular, mientras que la compañía C2, presenta un nivel bajo en su nivel de preparación, por lo cual las estrategias a implementar son de gran volumen y confirman que es la peor preparada de las 4 compañías evaluadas.

CONCLUSIONES

Como se pudo comprobar en lo expuesto a lo largo de este trabajo es de suma importancia que los modelos de producción tradicional caminen hacia un modelo de producción sostenible que permita mitigar los daños derivados de los mismos al planeta sin que se vea afectada la rentabilidad de sus procesos, y tras realizar un arduo proceso de investigación documental en páginas web y en bases de datos, recopilar información a través de encuestas realizadas a expertos en el área de economía circular pertenecientes a empresas de bebidas y alimentos de la ciudad de Barranquilla, se definió tomar una muestra de empresas seleccionadas que para el presente caso fueron Coca Cola Femsa, Postobón S.A., Alpina., Puro pollo y Cucinare, empresas que por la magnitud de su producción se consideran como parte importante de la problemática de la contaminación ambiental y de esta muestra se seleccionaron dos empresas de bebidas y dos de alimentos para un total de 4 y tras realizar el análisis de los resultados aplicados con Topsis y AHP, se pudo establecer una jerarquía de cuáles son las empresas que presentan mejores resultados:

- 1- ALPINA 77%
- 2- POSTOBON 77%
- 3- COCA COLA 75%
- 4- CUCINARE 28%

Como se puede apreciar en el listado anterior las empresas de Alpina y Postobón son las que más aplican procesos de economía circular y gestión de residuos en sistema y coca cola también presenta muy buenos resultados en este sentido pero a un grado un poco menor en comparación con los dos primeros lugares a diferencia de la empresa Cucinare que presenta un índice de 28 por ciento posicionándose en el último lugar del listado.

Conforme a los resultados obtenidos se plantearon opciones y oportunidades mejora para cada caso en particular teniendo en cuenta las fortalezas y puntos frágiles de las empresas exponiendo así una oportunidad para que las mismas puedan precisamente fortalecer las debilidades encontradas y planteadas al mismo tiempo que se da una posible solución a las mismas en lo correspondiente a sus procesos de economía circular y manejo de residuos.

Las problemáticas de gestión ambiental y manejo de residuos anteriormente expuestas no solo en las empresas objeto de estudio si no en general, dejan clara la necesidad de que todos los actores que hacen parte de procesos productivos deben tomar conciencia de la importante de realizar una transición de la economía lineal o tradicional a una economía circular sostenible no solo para mitigar el impacto negativo que dichos procesos ocasionan a los ecosistemas sino también para optimizar y aumentar el rendimiento de sus procesos con prácticas amigables siendo apoyados por entidades gubernamentales ya que estos pueden brindar alternativas de financiamiento e incentivos a la demanda sostenible ya que los modelos actuales en su mayoría no permitirá sostener ventajas competitivas a largo plazo.

Por último resulta necesario que todos puedan comprender la importancia de estos procesos de transformación para que se puede concretar un avance e inversiones en innovación de procesos de producción que permitan generar nuevas estrategias y negocios que propongan soluciones y oportunidades para caminar a una economía circular sostenible y saldar la deuda que se tiene con el planeta.

BIBLIOGRAFIA

- FAO (2019) Alimentación: pasando de pérdidas a soluciones. Recuperado de [http://www.fao.org/colombia/noticias/detail-events/en/c/1238132/#:~:text=Seg%C3%BAn%20datos%20del%20Departamento%20Nacional,ra%C3%ADces%20y%20tub%C3%A9rculos%20\(25%25\)](http://www.fao.org/colombia/noticias/detail-events/en/c/1238132/#:~:text=Seg%C3%BAn%20datos%20del%20Departamento%20Nacional,ra%C3%ADces%20y%20tub%C3%A9rculos%20(25%25))
- Tecnología del plástico (2016) PANORAMA DE LA INDUSTRIA COLOMBIANA DE EMPAQUES Y ENVASES PLÁSTICOS. Recuperado de <https://www.plastico.com/temas/Panorama-de-la-industria-colombiana-de-empaques-y-envases-plasticos+112327>
- REVISTA SEMANA (2020) Contraloría advierte deterioro progresivo de los rellenos sanitarios de Colombia. Recuperado de <https://www.semana.com/rellenos-sanitarios-en-colombia-estan-en-deterioro-prograsivo-segun-contraloria/303100/>
- García, N. (2019). Evaluación del impacto ambiental de la aplicación de un plan de gestión posconsumo de Poliestireno Expandido (EPS) utilizado en el envase de alimentos en Colombia [Tesis de maestría, Universidad EAN]. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10882/9794>.
- Vanguardia (2020) En Colombia se desperdician más de nueve toneladas de alimentos al año. Recuperado de <https://m.vanguardia.com/colombia/en-colombia-se-desperdician-mas-de-nueve-toneladas-de-alimentos-al-ano-GA3200910>
- Buitrago J. & Rojas, I., (2018). Aprovechamiento de los alimentos próximos a vencerse y no aptos para la venta, de las cadenas retail de Bogotá.
- Jiménez K. (2018). La implementación: economía circular procesos comerciales y marketing.

- Rodríguez M., et al (2020). Transparencia y economía circular: análisis y valoración de la gestión municipal de los residuos sólidos urbanos. Recuperado de <https://hdl.handle.net/10550/77436>
- Santinelli M. (2021) MÉXICO BUSCA ESTABLECER LA ECONOMÍA CIRCULAR COMO UNA ESTRATEGIA DEL GOBIERNO FEDERAL CON LA LEY GENERAL DE ECONOMÍA CIRCULAR. Recuperado de <https://www.anahuac.mx/mexico/EscuelasyFacultades/responsabilidadsocial/noticias/mexico-busca-establecer-la-economia-circular-como-una-estrategia-del-gobierno-federal-con>
- ECOLEC (2021) Claves para entender el modelo que está revolucionando la sostenibilidad. Recuperado de <https://ecolec.es/informacion-y-recursos/economia-circular/#0>
- Riosvelasco, P., et al (2016). Conceptos de una industria verde: revisión de literatura. *Cultura Científica y Tecnológica*, (55). Recuperado de <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/995>
- Morocho F. (2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *INNOVA Research Journal*, 3(12), 78-98. Recuperado de <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/786>
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía industrial*, 401(3), 11-20. Recuperado de <http://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>
- Ellen MacArthur Foundation (2017) Economía circular. Recuperado de <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/cconcept>

- Abdalla F. & Freire A. (2018). Os novos princípios e conceitos inovadores da Economia Circular. Entorno Geográfico , (15), 82-103.
- DIARIO CÓRDOBA (2020) ¿Qué es la economía circular?. Recuperado de <https://www.google.com/amp/s/www.diariocordoba.com/agricultura-medio-ambiente/2020/03/01/economia-circular-36054845.amp.html>
- Martín A. (2021) Economía circular; qué es y cómo funciona. Recuperado de <https://ovacen.com/economia-circular/>
- Capitán, A., et al (2019). Los Objetivos del buen vivir. Una propuesta alternativa a los objetivos de desarrollo sostenible. Revista iberoamericana de estudios de desarrollo= Iberoamerican Journal of Development studies, 8(1), 6-57.
Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6933773>
- Línea Verde (2021) 01. ¿Qué es el desarrollo sostenible?. Recuperado de <http://www.lineaverdealmunecar.com/lv/consejos-ambientales/conciencia-ambiental/Que-es-el-desarrollo-sostenible.asp>
- Barragán Y. & Barragán M. (2017). Economía circular y desarrollo sostenible: Retos y oportunidades de la Ingeniería ambiental (Bachelor's thesis). Recuperado de <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/3795>
- Stankevičienė, J., & Nikanorova, M. (2020). Eco-innovation as a pillar for sustainable development of circular economy. Business: Theory and Practice, 21(2), 531-544.
- Prieto V., et al (2017). Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación.
- Sandoval, V. et al, (2017). Economía circular. Memoria Investigaciones en Ingeniería, (15), 85-95.

- Foro Economía Circular LATAM (2021) ¿Qué es la Economía Circular? La necesidad de una transición de un modelo lineal al circular. Recuperado de <https://foroeconomiacircular.com/la-economia-circular/>
- Foundation Robert Schuman, (2014) Economía circular y eficacia en el empleo de los recursos: un motor de crecimiento económico para Europa. Recuperado de <https://www.robert-schuman.eu/es/cuestiones-europeas/0331-economia-circular-y-eficacia-en-el-empleo-de-los-recursos-un-motor-de-crecimiento-economico-para>
- SUSTAIN LUMM (2021) INTRODUCCIÓN A LA ECONOMÍA CIRCULAR. Recuperado de <https://sustainluum.com/news1/?lang=en>
- Rozo G. (2019) Estado del Arte de la Economía Circular en Colombia. Recuperado de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/15824/4/2019-economia_circular_colombia.pdf
- Grupo Bancolombia (2019) Economía circular, avanzando hacia los negocios sostenibles. Recuperado de <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/negocios/actualizate/legal-y-tributario/economia-circular-colombia>
- Minambiente (2018) Colombia le apuesta a las 9R en economía circular. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/4225-colombia-le-apuesta-a-las-9r-en-economia-circular>
- Kanban Tool (2021) ¿Qué es un Diagrama SIPOC (COPIS)?. Recuperado de <https://kanbantool.com/es/guia-kanban/que-es-un-diagrama-sipoc>
- Betancourt, D. (2019). Análisis pestel para describir el contexto organizacional. Recuperado de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/3205>

- Sisternas P. (2020). Cómo hacer el análisis PESTEL de una empresa. *Emprendepyme*. Recuperado de <https://www.emprendepyme.net/como-hacer-el-analisis-pestel-de-una-empresa.html>
- Grajales A. et al (2013). MULTICRITERIA METHODS AND PROCESSES FOR ASSESSMENT. *Luna Azul*, (36), 285-306. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1909-24742013000100014
- Muñoz, B., et al (2016). Análisis de Sensibilidad de una Metodología de Decisión Multicriterio desarrollada para la Selección de Tipologías de Estructuras de Contención en una Autovía Urbana. In XII Congreso de ingeniería del transporte. 7, 8 y 9 de Junio, Valencia (España) (pp. 624-629). Editorial Universitat Politècnica de València. Recuperada de <https://riunet.upv.es/handle/10251/90476>
- Ruiz, J. (2015). Métodos de decisión multicriterio ELECTRE y TOPSIS aplicados a la elección de un dispositivo móvil. Universidad de Sevilla, Escuela Técnica Superior de Ingeniería.
- Herrera E. (2018) Planeación para el desarrollo de <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/20892/TEAG%20H565p.pdf?sequence=1&isAllowed=y> un producto en American Rubber de Colombia SA. Recuperado de
- Chan, H. et al (2019). When should fuzzy analytic hierarchy process be used instead of analytic hierarchy process? *Decision Support Systems*, 125, 113114.
- Quispe C. (2017). Aplicación del proceso analítico jerárquico (AHP) en la selección de un marco de referencia para gestionar los proyectos de una empresa

consultora. Recuperado de

<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7264>

- Gómez O. (2018) Propuesta de un diseño metodológico para la administración estratégica de riesgos en el sector de las telecomunicaciones. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/3836/383665243010/movil/>
- Yepes V. (2018) Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP). Recuperado de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2018/11/27/proceso-analitico-jerarquico-ahp/>
- Borrego A. & Gómez I. (2020) DISEÑO DE ESTRATEGIAS MULTIFACTORIALES PARA LA MEJORA DE LOS PROCESOS DE VENTAS EN EMPRESAS COMERCIALIZADORAS DE ELECTRODOMÉSTICOS DURANTE EL COVID – 19.
- Sostenibilidad para todos (2019) Desarrollo sostenible. Recuperado de https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/que-es-la-sostenibilidad/?_adin=02021864894
- Sevilla A. (2019) Productividad. Recuperado de <https://www.sdelsol.com/glosario/productividad/>
- Cuidemos el planeta, (2018) contaminantes. Recuperado de <https://cuidemoselplaneta.org/contaminacion-ambienta/>
- Biodiversidad mexicana, (2020). Ecosistemas. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/quees>
- Responsabilidad social, (2019). Medio ambiente. Recuperado de <https://www.responsabilidadsocial.net/medio-ambiente-que-es-definicion-caracteristicas-cuidado-y-carteles/>

- Energía-VM, (2017) ¿Qué es la gestión de residuos? Recuperado de <https://www.energyavm.es/que-es-la-gestion-de-residuos/>
- Roldan P., (2017). Recursos naturales. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/recursos-naturales.html>
- Significados, (2021). Ciclos. Recuperado de <https://www.significados.com/ciclo/#:~:text=Se%20denomina%20ciclo%20al%20oper%20C3%ADodo,significa%20%20E2%80%9Cc%20%20C3%ADrculo%20o%20rueda%20%20E2%80%9D.>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2021). Gases efecto invernadero. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=462:planta-cambio-climatico-18>
- Costas G., (2019). Ecología. Recuperado de <https://cienciaybiologia.com/que-es-ecologia/>
- Toni A., (2019). Economía lineal o circular. Recuperado de <https://join.clickoala.com/economia-lineal-circular/>
- Argis, (2021). Análisis multicriterio. Recuperado de <https://www.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=5874bf9388024486bd33e734c6db60b9>
- Andi (2021) Estrategia Nacional de Economía Circular. Recuperado de http://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20EconA%CC%83%C2%B3mia%20Circular-2019%20Final.pdf_637176135049017259.pdf
- Moreno K., (2020) Proyecto de ley que promueve empleos verdes fue aprobado en primer debate. Recuperado de

<https://www.cronicadelquindio.com/noticias/economia/proyecto-de-ley-que-promueve-empleos-verdes-fue-aprobado-en-primer-debate>

- Maritano A (2020) Colombia – La importancia de generar empleos verdes. Recuperado de <https://www.diariojuridico.com/colombia-la-importancia-de-generar-empleos-verdes/>
- DNP (2020) Economía circular, la apuesta de Colombia en la gestión de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Economia-circular-la-apuesta-de-Colombia-en-la-gestion-de-los-servicios-de-agua-potable-y-manejo-de-aguas-residuales.aspx>
- Colombia productiva (2021) ECONOMÍA CIRCULAR: una forma diferente de hacer negocios sostenibles. Recuperado de <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-capacita/publicaciones/transversales/guia-empresarial-de-economia-circular/200310-cartilla-economia-circular>
- DANE (2018) ECONOMÍA CIRCULAR PRIMER REPORTE 2020. Recuperado de <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/economia-circular/economia-circular-1->
- ECOPLAS (2019) ECONOMÍA CIRCULAR. UNA OPORTUNIDAD PARA LOS PLÁSTICOS. Recuperado de <https://ecoplas.org.ar/2016/wp-content/uploads/2019/06/Publicaci%C3%B3n-N%C2%B051-de-Ecoplas-Econom%C3%ADa-Circular-de-los-pl%C3%A1sticos.pdf>
- Castro S. (2019) REGULACIÓN PARA PLÁSTICOS DE UN SOLO USO: UN NUEVO RETO PARA LA INDUSTRIA. Recuperado de <https://www.revistaalimentos.com/ediciones/ed-81-el-exito-esta-en-el-valor->

[agregado/regulacion-para-plasticos-de-un-solo-uso-un-nuevo-reto-para-la-industria/](#)

- Portafolio (2019) ¿Cuántas toneladas de alimentos se desperdician al año?. Recuperado de <https://www.google.com/amp/s/www.portafolio.co/amp/internacional/cuantas-toneladas-de-alimentos-se-desperdician-al-ano-534466>
- Interempresas (2021) La economía circular, en el eje de Alimentaria FoodTech 2021. Recuperado de <https://www.interempresas.net/Energia/Articulos/351898-La-economia-circular-en-el-eje-de-Alimentaria-FoodTech-2021.html>
- Lazovska D. (2017) Los compromisos sustentables de 12 marcas de alimentos. Recuperado de <https://www.expoknews.com/los-compromisos-sustentables-de-12-marcas-de-alimentos/>
- Presidencia de la República (2021) Presidente Duque lanzó Estrategia Nacional de Economía Circular, primera política ambiental de este tipo en América Latina. Recuperado de <https://id.presidencia.gov.co/Paginas/prensa/2019/190614-Presidente-Duque-Estrategia-Nacional-Economia-Circular-primera-politica-ambiental-de-este-tipo-en-America-Latina.aspx>
- Jiménez-Delgado G., Santos G., Félix M.J., Teixeira P., Sá J.C. (2020) A Combined AHP-TOPSIS Approach for Evaluating the Process of Innovation and Integration of Management Systems in the Logistic Sector. In: Stephanidis C. et al. (eds) HCI International 2020 – Late Breaking Papers: Interaction, Knowledge and Social Media. HCII 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12427. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-60152-2_40
- Sá J.C. et al. (2021) Assessing the Impact of Lean Tools on Production and Safety by a Multicriteria Decision-Making Model and Statistical Analysis: A

Case Study in Textile Sector. In: Stephanidis C. et al. (eds) HCI International 2021 – Late Breaking Papers: HCI Applications in Health, Transport, and Industry. HCII 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 13097. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90966-6_42

ANEXOS

Anexo 1. Matrices de comparaciones pareadas.

Matriz de comparación pareada para los sub-criterios del criterio de aspectos institucionales.

Criterios	Planeación Estratégica (SC1)	Aspectos Legales (SC2)	Programas en RSE (SC3)
Planeación Estratégica (SC1)	1	2,97	2,97
Aspectos Legales (SC2)	0,34	1	2,73
Programas en RSE (SC3)	0,34	0,37	1
Suma	1,67	4,34	6,70

Matriz de comparación pareada para los sub-criterios del criterio de aspectos técnicos.

Criterios	Tecnologías para aprovechamiento de residuos (SC4)	Uso de TICs para Economía Circular (SC5)	Innovación de Procesos (SC6)
Tecnologías para aprovechamiento de residuos (SC4)	1	2,36	1,72
Uso de TICs para Economía Circular (SC5)	0,42	1	1,85
Innovación de Procesos (SC6)	0,58	0,5	1
Suma	2,01	3,90	4,57

Matriz de comparación pareada para los sub-criterios del criterio de aspectos económicos.

Criterios	Presupuesto para Economía Circular (SC7)	Análisis de Mercado para oportunidades en EC (SC8)	Optimización de Costos por EC (SC9)
Presupuesto para Economía Circular (SC7)	1	1,60	2,36
Análisis de Mercado para oportunidades en EC (SC8)	0,63	1	2,54
Optimización de Costos por EC (SC9)	0,42	0,39	1
Suma	2,05	2,99	5,90

Matriz de comparación pareada para los sub-criterios del criterio de aspectos ambientales.

Criterios	Planes de Gestión de Residuos (SC10)	Ecodiseño (SC11)	Análisis del Ciclo de Vida (SC12)	Sistema de Gestión Ambiental (SC13)
Planes de Gestión de Residuos (SC10)	1	1,35	1,56	1,56
Ecodiseño (SC11)	0,74	1	1,85	1,45
Análisis del Ciclo de Vida (SC12)	0,64	0,54	1	1,47
Sistema de Gestión Ambiental (SC13)	0,64	0,69	0,68	1
Suma	3,02	3,58	5,09	5,48

Matriz de comparación pareada para los sub-criterios del criterio de aspectos humanos.

Criterios	Disponibilidad de Recurso Humano para EC (SC14)	Entrenamiento en Economía Circular (SC15)	Relacionamiento con la Comunidad (SC16)
Disponibilidad de Recurso Humano para EC (SC14)	1	1,96	3,73
Entrenamiento en Economía Circular (SC15)	0,51	1	2,73
Relacionamiento con la Comunidad (SC16)	0,27	0,37	1
Suma	1,78	3,33	7,46

Anexo 2. Matrices normalizadas.

Matriz normalizada para los sub-criterios del criterio de aspectos institucionales.

Matriz normalizada		
0,60	0,68	0,44
0,20	0,23	0,41
0,20	0,08	0,15

Matriz normalizada para los sub-criterios del criterio de aspectos técnicos.

Matriz normalizada		
0,50	0,61	0,38
0,21	0,26	0,40
0,29	0,14	0,22

Matriz normalizada para los sub-criterios del criterio de aspectos económicos.

Matriz normalizada		
0,49	0,53	0,40
0,31	0,33	0,43
0,21	0,13	0,17

Matriz normalizada para los sub-criterios del criterio de aspectos ambientales.

Matriz normalizada			
0,33	0,38	0,31	0,28
0,25	0,28	0,36	0,26
0,21	0,15	0,20	0,27
0,21	0,19	0,13	0,18

Matriz normalizada para los sub-criterios del criterio de aspectos humanos.

Matriz normalizada		
0,56	0,59	0,50
0,29	0,30	0,37
0,15	0,11	0,13