

UNIVERSIDAD DE MANIZALES
MAESTRIA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE INDICADORES SOCIALES Y AMBIENTALES
SOSTENIBLES PARA LA EVALUACION DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
PUBLICA DE LA CIUDAD DE MANIZALES**

Ing, LUIS GONZALO MEJIA ARANGO.

ASESOR: Arq. JORGE ANDRES RINCON LARGO.

COHORTE: XII (12).

LINEA: Desarrollo Social y Humano.

MANIZALES-COLOMBIA

2017

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE INDICADORES SOCIALES Y AMBIENTALES
SOSTENIBLES PARA LA EVALUACION DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
PUBLICA DE LA CIUDAD DE MANIZALES**

LUIS GONZALO MEJIA ARANGO

**TESIS DE GRADO
MAESTRIA DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE**

ASESOR:

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

MANIZALES

2017

GLOSARIO

Teoría de Sistemas:

La Teoría General de Sistemas (TGS) se muestra en el presente proyecto de investigación como una forma sistemática y científica de acercamiento y representación de la realidad y, al mismo tiempo, como una línea directa hacia una práctica estimulante para trabajos transdisciplinarios. La TGS se identifica por su perspectiva holística e integradora, en donde lo significativo son las relaciones que a partir de ellas emergen. En tanto la práctica de la TGS ofrece un ambiente adecuado para la interrelación y comunicación fecunda entre especialistas y especialidades.

Sistema de Indicadores:

Es importante entender la aplicación de los sistemas en el ambiente que interactuarán los indicadores; la cualidad esencial de un sistema está dada por la interdependencia de las partes que lo integran y las corrientes de entradas y de salidas mediante las cuales se establece una relación entre el sistema y su ambiente. Ambos enfoques son ciertamente complementarios y marca el inicio de la comprensión de un sistema y en el presente caso su comportamiento en la integración de la infraestructura y la sostenibilidad.

Indicador: Un indicador es más que una estadística, es un variable que en función del valor que asume en determinado momento, despliega significados que no son aparentes inmediatamente, y que los usuarios decodificarán más allá de lo que muestran directamente, porque existe un constructor cultural y de significado social que se asocia al mismo

Indicador de Sostenibilidad: Es un indicador que aplica su conjunto genérico de

ideas al sistema particular, conjunto de valores y metas evocadas en el concepto de sostenibilidad. Así, los indicadores de sostenibilidad proveen señales que facilitan la evaluación de progreso hacia objetivos que contribuyen a lograr la meta de lograr el bienestar humano y ecosistémico en forma simultánea.

Desarrollo sostenible: El desarrollo sostenible es aquél que “satisface las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.”

Sostenibilidad refiere a una convivencia dinámica, compleja y en equilibrio de los elementos bióticos y abióticos que conforman nuestra Tierra.

Variable: Fenómeno que se estudia y cuyo valor en el tiempo o en el espacio, varía. Una variable es una representación operacional de un atributo (calidad, característica, propiedad) de un sistema.

Construcción sostenible: comprende, no sólo las obras de construcción propiamente dichos, sino también cuenta el entorno y la manera cómo se integran para formar las ciudades.

Infraestructura: es el conjunto de obras civiles o servicios que están considerados como necesarios para que un Estado o organización pueda funcionar bien o para que una actividad se desarrolle efectivamente.

RESUMEN

Toda vez que en Colombia y específicamente en la ciudad de Manizales se hizo necesario utilizar los conceptos de desarrollo sostenible, manejo de indicadores, estudios de impacto ambiental, para efectos de la elaboración de proyectos, planeación urbana y la realización de obras de infraestructura en general, se ha contado con una gran cantidad de legislación y normativa ambiental adaptada a nuestro entorno y con pocos indicadores de sostenibilidad en las obras civiles que lamentablemente a la hora de su implementación y aplicación son poco utilizadas o tenidas en cuenta.

Esta tesis de investigación verifica la necesidad de diseñar un sistema de indicadores sociales y ambientales sostenibles, aspectos que se manejan en menor grado que los económicos en nuestro ámbito local, que permitan evaluar la viabilidad de los proyectos de infraestructura y en general la factibilidad de las obras de ingeniería en la ciudad de Manizales, que involucren a todos los actores del desarrollo de las obras de infraestructura, desde los diseñadores o consultores, los constructores y las instituciones locales que generan este tipo de obras. De igual forma identificar variables de sostenibilidad como herramientas para la verificación de la factibilidad y la posibilidad de la adecuada evaluación de las obras de infraestructura a nivel local, en concordancia con el POT, el plan de desarrollo de la ciudad y las condiciones especiales de geomorfología de la ciudad de Manizales, como punto de partida para mejorar el sector de la construcción, la ingeniería civil, la arquitectura y su interacción con nuestro medio ambiente y las comunidades preexistentes.

Al iniciarse el uso del concepto de desarrollo sostenible y su aplicación en las diversas áreas de la planificación urbana y a los proyectos de construcción en general, un número muy pequeño de indicadores de sostenibilidad han aparecido. Este proyecto de investigación analiza la necesidad de establecer un sistema formado por un grupo de indicadores que incluya a todos los partícipes involucrados en el ciclo de vida de un proyecto de Infraestructura, para hallar criterios de registro y evaluación de la sostenibilidad desde el punto de vista ambiental y social. Por lo tanto, se identifica,

clasifica y prioriza las diferentes variables de la sostenibilidad que conforman un instrumento de gran utilidad dentro de los mecanismos para evaluación o como herramienta de gestión integral de la obra civil, aplicado a las áreas ambiental y social, teniendo en cuenta que el componente económico en el ámbito social al cual estudiamos lamentablemente es una variable rígida de fuerza mayor que en la mayoría de los casos está predeterminada incluso antes de verificar el alcance del proyecto. La aplicación de este método para proyectos de infraestructura en el Municipio de Manizales es el primer paso para controlar los procesos y su evaluación en diferentes ámbitos de la sostenibilidad de una obra de infraestructura con el propósito de mejorar el sector de la construcción y el medio ambiente construido como insumo para mejorar la calidad de vida de los individuos que la integran.

PALABRAS CLAVE

Sistema, Indicadores, Sostenibilidad, Construcción Sostenible, Infraestructura.

ABSTRACT

Since in Colombia and specifically in the city of Manizales it was necessary to use the concepts of sustainable development, management of indicators, environmental impact studies, for the purposes of developing projects, urban planning and carrying out infrastructure works in general. , there has been a large amount of environmental legislation and regulations adapted to our environment and with few sustainability indicators in civil works that unfortunately at the time of their implementation and application are little used or taken into account.

This research thesis verifies the need to design a system of sustainable social and environmental indicators, aspects that are handled to a lesser degree than the economic ones in our local area, which allow evaluating the viability of infrastructure projects and, in general, the feasibility of the engineering works in the city of Manizales, involving all actors in the development of infrastructure works, from designers or consultants, builders and local institutions that generate this type of works. In the same way, identify sustainability variables as tools for the verification of the feasibility and the possibility of the adequate evaluation of the infrastructure works at the local level, in accordance with the POT, the development plan of the city and the special conditions of geomorphology. from the city of Manizales, as a starting point to improve the construction sector, civil engineering, architecture and its interaction with our environment and pre-existing communities.

When starting the use of the concept of sustainable development and its application in the various areas of urban planning and construction projects in general, a very small number of sustainability indicators have appeared. This research project analyzes the need to establish a system made up of a group of indicators that includes all the stakeholders involved in the life cycle of an Infrastructure project, in order to find criteria for registering and evaluating sustainability from the point of view environmental and social. Therefore, it identifies, classifies and prioritizes the different variables of sustainability that make up a very useful instrument within the mechanisms for evaluation or as a comprehensive management tool for civil works, applied to environmental and social areas, taking into account Note that the economic component in the social sphere that we unfortunately study is a rigid variable of force majeure that in most cases is predetermined even before verifying the scope of the project. The application of this method for infrastructure projects in the Municipality of Manizales is the first step to control the processes and their evaluation in different areas of the sustainability of an infrastructure work in order to improve the construction sector and the environment. built as an input to improve the quality of life of the individuals that comprise it.

KEYWORDS

Indicator, System, Sustainability, Infrastructure, Sustainable Construction.

CONTENIDO

GLOSARIO

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

DESARROLLO DEL TEMA

TABLAS

GRAFICOS

ANEXOS

INDICE

1. INTRODUCCION	11
2. JUSTIFICACIÓN	16
3. OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GENERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	19
4. MARCO DE REFERENCIA	20
4.1 MARCO TEORICO	20
4.1.1 Naturaleza y Medio Ambiente	20
4.1.2 Teoría de Sistemas	21
4.1.3 Indicadores	32
4.1.4 Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible	45
4.1.4.1 Transformación Concepto Desarrollo Sostenible	50
4.1.4.2 Dimensiones de Sostenibilidad	55
4.1.4.3 Agenda 21, Objetivos de Desarrollo del Milenio	58
4.1.4.4 Objetivos Desarrollo Sostenible Naciones Unidas 2015-2030	60
4.1.5 Gestión del riesgo en proyectos de construcción sostenible	70
4.2 MARCO LEGAL	76
4.2.1 Legislación y política nacional sostenible y ambiental	76
4.3 ESTADO DEL ARTE	91
4.3.1 La Construcción Sostenible	91
4.3.2 La Construcción Sostenible en América Latina	104
4.3.3 La infraestructura Sostenible	107
4.3.4 Métodos de Evaluación de la sostenibilidad	114
4.3.5 Requerimientos para la evaluación de la Sostenibilidad	121
4.3.6 Implementación de la sostenibilidad en la infraestructura	125
5. MARCO METODOLOGICO	129
5.1 INTRODUCCIÓN	130
5.2 INSTRUMENTOS Y METODOLOGIA DE EVALUACIÓN	131
5.3 METODOLOGIA PRELIMINAR	139
5.3.1 Aspectos de Importancia Incorporados para la Sostenibilidad de la Infraestructura	144

5.3.2	Identificación, Priorización y selección de Indicadores	148
5.3.3	Validación de Indicadores de sostenibilidad	156
5.3.4	Instructivo para los Indicadores de Sostenibilidad	164
5.3.5	Estandarización y ponderación de los Indicadores	170
5.4	ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	173
5.4.1	Fichas Técnicas Definitivas	174
6.	CONCLUSIONES	191
7.	BIBLIOGRAFIA	193
8.	TABLAS	196
9.	GRAFICOS	197
10.	ANEXOS	198
10.1	ANEXO A Cuestionario para Entidades Estado- Constructoras.	201
10.2	ANEXO B Cuestionario para Diseñadores.	203

1. INTRODUCCIÓN

La finalidad del presente trabajo de investigación, es diseñar un sistema de indicadores sociales y ambientales que permitan realizar la sostenibilidad de obras de infraestructura pública en la ciudad de Manizales, a través de la elaboración de un sistema de variables de sostenibilidad que permitan hacer control y seguimiento de las mismas, para que a su vez las instituciones locales tengan herramientas para hacer sostenible la realización de obras civiles en el tiempo y ratificando la estrategia para diseñadores y constructores para que sigan lineamientos internacionales y adopten la normativa ambiental y de construcción civil sostenible.

Se parte de la aplicación del desarrollo sostenible en la construcción de obras de infraestructura, teniendo en cuenta la realidad geopolítica local de Manizales, al igual que del medio de la construcción en Colombia.

A pesar de la legislación ambiental existente en Colombia, hay falencias en los métodos y técnicas que permitan la sostenibilidad de las obras de infraestructura, teniendo en cuenta que en la actualidad sólo se han hecho de manera concreta desarrollos sobre edificaciones sostenibles.

El tema central que se aborda en esta investigación es el análisis de la sostenibilidad de la infraestructura en sus diferentes aspectos, para realizar de forma holística con variables e indicadores cómo evaluar el desarrollo sostenible en las obras civiles.

El contenido estará estrictamente ligado a la legislación vigente y a las políticas ambientales colombianas enmarcadas en el plan de desarrollo 2014-2018, el ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible y de organizaciones internacionales como la ONU, World Green Building Council (GBC) y otras nacionales como la agencia nacional de infraestructura de Colombia (ANI) y la cámara colombiana de infraestructura (CCI).

De manera inicial se realizará la contextualización de la construcción sostenible en el marco de las obras de infraestructura como eje del desarrollo sostenible e incorporando criterios ambientales y sociales en las diferentes fases de la construcción de obra civil y

que sirvan de manera directa a las instituciones locales y colombianas para generar bienestar en la sociedad.

De igual forma, en el marco teórico se realiza el desarrollo técnico de las obras sostenibles a nivel mundial desde el aspecto de la sostenibilidad y en el marco legal, la legislación y políticas nacionales en temas ambientales y de sostenibilidad. A demás de lo anterior, verificando la teoría de sistemas y los indicadores sostenibles desde el punto de vista ambiental y social y la descripción de los sistemas de indicadores internacionales adoptados en la actualidad.

En el marco metodológico se exponen criterios y parámetros aplicados en nuestro medio y las entrevistas con personas expertas en todas las fases de la construcción, como diseñadores, constructores y los gerentes o expertos de las instituciones públicas locales que generan infraestructura, como método de evaluación.

El proyecto de tesis está propuesto en los siguientes capítulos: en los capítulos 1, 2 y 3 respectivamente se realiza una introducción al tema principal del trabajo de grado como contextualización a la importancia de la construcción sostenible aplicada a la infraestructura como punto importante del desarrollo sostenible. Hablando de sostenibilidad sin dejar de buscar el cuidado del entorno. La innovación y la eco-eficiencia herramientas para ahorrar recursos y minimizar el impacto ambiental, en especial en lo referente al uso de la energía, cuyo ahorro constituye uno de los principales retos. Se muestra además en la estructura del trabajo el planteamiento del problema, abordando este problema con el objetivo de aportar una solución equilibrada e innovadora que fomenten la incorporación de criterios ambientales, económicos y sociales en todas las fases de la construcción y sirvan de punto de partida para otros actores, en especial a las administraciones públicas; la justificación y los objetivos generales y específicos del trabajo están dirigidos a lograr con el sistema de indicadores que las actividades generen bienestar a la sociedad. Como primera medida hacia los ciudadanos, a través de la integración de la infraestructura en un modelo de ordenación del territorio, que proporcione cohesión social y una calidad de vida saludable. En segundo lugar, hacia la propia empresa, buscando las mejores condiciones laborales, de seguridad y salud en el trabajo.

En el capítulo 4, marco de referencia del diseño de un sistema de indicadores de sostenibilidad, se verifica una primera fase con el marco teórico donde se realiza la percepción teórica de la construcción sostenible a nivel global desde las temáticas de sostenibilidad, desarrollo sostenible legislación y políticas nacionales en los temas ambientales y sostenible, realizando una investigación en la teoría de sistemas y los indicadores de sostenibilidad vinculados en los aspectos ambientales y sociales.

En el estado del arte se realiza una investigación de los antecedentes sobre las metodologías para la construcción de la evaluación de la sostenibilidad, aplicables en el contexto de la construcción sostenible, los métodos para la evaluación de esta en dos áreas la edificación y la infraestructura, mostrando de esta última la poca documentación existente, además se estudia los sistemas de indicadores que existen en el medio internacional que describen los tipos de indicadores según las dimensiones que se han optado para la evaluación de la sostenibilidad. En el capítulo cinco el desarrollo de la metodología, mostrando los procedimientos empleados para obtener los criterios y demás parámetros que definen una metodología aplicable para el municipio de Manizales. Las reuniones con personas expertas y entrevistas semi-estructuradas fueron utilizadas para identificar el método de evaluación; este ciclo de investigación se cierra con el desarrollo de hojas metodológicas que permitan evaluar las variables que integran los indicadores de las dimensiones identificadas para el sector de la infraestructura que otorgarán la evaluación final en términos de sostenibilidad.

De manera final los resultados y conclusiones, al igual que las recomendaciones que darán validez a la propuesta metodológica con sus limitaciones y proposiciones.

1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En Manizales, en general, no ha existido interacción entre los intereses de quienes promueven las grandes obras de infraestructura como parte de las operaciones del desarrollo y los de las comunidades locales que, se presume, deberían favorecer. Una posibilidad para entender y explicar tal situación se halla en la realización de estudios de Impacto Socio-Ambiental, los que, según la legislación colombiana, son instrumentos fundamentales para la toma de decisiones sobre la viabilidad o no de este tipo de proyectos. Como componentes de estos estudios se realizan análisis sociales, los cuales pueden ser insuficientes para describir los sistemas culturales de los grupos humanos afectados por la construcción y operación de obras de infraestructura pública, las relaciones que estos grupos establecen con el entorno, los impactos y las medidas de manejo que son aplicadas, de tal forma que la no interacción puede explicarse en primera instancia por esta insuficiencia.

Algunas de las preguntas que guiaron la investigación fueron: - ¿qué se dice sobre los grupos humanos afectados por las obras?, - ¿cómo se representa la cultura de las comunidades que sufrirán los impactos ocasionados por los proyectos? - ¿Qué incidencia tiene tal representación sobre la participación, a la que tienen derecho las comunidades, en la toma de decisiones sobre la implantación o no de las grandes obras?

Las percepciones sobre los sistemas culturales de las comunidades y la manera cómo se las convocan, participan y se vincula en la planeación, construcción y operación de los grandes proyectos de infraestructura, justifican y validan actuaciones erráticas y en ciertas medidas autoritarias que poco aportan en el mejoramiento del bienestar de las comunidades afectadas por los proyectos de desarrollo.

Por lo anteriormente expuesto, las obras de infraestructura públicas del Municipio de Manizales, deben ser el reflejo de la planificación urbana y el desarrollo sostenible, social y ambiental, conceptos que deben ser incluidos dentro de las primeras etapas de los proyectos, respondiendo así a una ejecución planificada, en la que se definan claramente las obligaciones ambientales y sociales de las entidades ejecutoras, y además incluyan como factor fundamental la participación efectiva de la población residente en el área de influencia directa del sitio donde se ejecutan los proyectos.

En este contexto, uno de los propósitos a perseguir en el marco de la investigación propuesta respecto de la identificación de un sistema de indicadores que manejen el impacto socio-ambiental en la construcción de Obra de infraestructura Pública, es buscar proporcionar herramientas a los funcionarios, contratistas e interventores del Municipio de Manizales, que generen la capacidad y el conocimiento no sólo para identificar, evaluar y valorar los posibles impactos ambientales y sociales que las obras públicas pueden generar sobre los componentes físico, biótico, antrópico y social, sino también, una orientación práctica acerca de las medidas de gestión socio-ambiental aplicables, tanto en

la ejecución de proyectos que generan impactos significativos al medio ambiente y en los procesos sociales de las comunidades.

Finalmente, y con el ánimo que el problema de investigación quede totalmente definido para el presente trabajo de tesis, es dejar en claro por qué no se tuvo en cuenta la dimensión económica, siendo uno de los aspectos principales a nivel global para la obtención de indicadores de sostenibilidad, ya que en nuestro medio de estudio y específicamente a nivel local, el aspecto económico es una variable fija, estática, supeditada a la disponibilidad de recursos, en donde en la mayoría de los casos los dineros disponibles delimitan el alcance de los proyectos, razón por la cual y por la falta de planeación de los entes estatales en casi la totalidad de los casos se ven avocadas a la obtención de nuevos recursos que en la mayoría de los casos hacen que las obras de infraestructura tengan sobrecostos adicionales y promoviendo segundas y terceras fases que casi en la generalidad de los casos son producto de la corrupción exagerada de nuestro medio.

2. JUSTIFICACIÓN

Una de las situaciones más comunes en las entidades públicas locales es potenciar el desarrollo económico desde el punto de vista de los beneficios, sin revisar de manera adecuada el componente socio-cultural del medio ambiente, las obras de infraestructura pública desencadenan una serie de impactos directos e indirectos, positivos y negativos. Una nueva infraestructura modifica el espacio donde se desarrollan las actividades económicas y las formas de vida, en consecuencia, afecta también al marco de vida y los hábitos de la sociedad involucrada. Con ello se inicia un proceso de transformación más o menos dinámica, pero siempre irreversible. Por lo anterior el tema de investigación tiene importancia en el sentido que desarrollará técnicas y procedimientos para involucrar el manejo socio-ambiental en el manejo integral de las obras y despierta interés entre los funcionarios públicos, contratistas e interventores y profesionales de la Ingeniería en general para articular la parte social y cultural con el ámbito económico y político, para general estudios serios e integrales en beneficio de las comunidades.

El tema de investigación es supremamente importante visto como la aproximación de las comunidades desde la planeación de los proyectos, ya que normalmente la mayoría de las investigaciones al respecto se centran en el manejo del territorio de los impactos positivos o negativos de la ejecución de infraestructura y peor aún sin procedimientos definidos y contruidos a partir de evaluación del entorno de desarrollo de las mismas.

Desde el punto de vista social la investigación se encamina a verificar que la construcción de infraestructura supone diferentes repercusiones, ya que modificando el espacio que contiene las actividades económicas y las formas de vida, no sólo se afecta a la morfología territorial, sino también, y profundamente, a la sociedad, provoca o acelera el cambio de las estructuras y de las dinámicas de las comunidades afectadas.

La introducción del desarrollo sostenible en la ingeniería es un reto imprescindible para reconciliar las necesidades del hombre con las verdaderas capacidades del planeta. Sin embargo, si los actuales esquemas no cambian, la expansión de la construcción destruirá o al menos perturbará los ecosistemas mundiales debido a la producción excesiva de materias y servicios. Posiblemente no existe un sector con mayor potencial de participación a la sostenibilidad que la construcción. La construcción emplea

aproximadamente la mitad de los recursos que el hombre consume de la naturaleza, lo que lo convierte en uno de los sectores con más influencia en el cambio climático. Lo cual nos pone en el camino de generar proyectos que se han de realizar con criterios de construcción sostenible pues los impactos sobre el entorno social, ambiental son enormes.

El trabajo de tesis realizado desde un enfoque de sostenible pretende el diseño de un sistema de indicadores de sostenibilidad en un proyecto de infraestructura, tomándolo como un aspecto fundamental para la investigación de la productividad de las empresas constructoras, en equilibrio con el medio ambiente y la sociedad, convirtiéndose en un valor agregado determinante para incrementar la eficiencia y competitividad de los profesionales y del sector de la ingeniería.

Existen múltiples indicadores en la construcción, pero muy pocos se han enfocado a la sostenibilidad del proyecto; el avance de la medición verde en la empresa, actualmente solo es medido en porcentaje de ahorro ambiental dado por las certificaciones, pero no hay valores claros que influyan en la determinación de generar o no un producto con sello verdes¹, dejado actualmente a una necesidad normativa o una moda de innovación sin medir la aplicación de la sostenibilidad la cual puede ser mejorada si cuenta con un sistema de análisis previo de indicadores. La mejora del uso de los indicadores de sostenibilidad puede ayudara asegurar la competitividad en el mercado internacional. La idea de comenzar a identificar los indicadores desde la gestión del proyecto como un parámetro medible y evaluable puede ayudar a la parte administrativa y económica logrando un balance de los costos e identificando la forma de reducir los mismo aumentando los beneficios. Como valor agregado se verá beneficiado el estado al poder utilizar el sistema de análisis como herramienta de apoyo para evaluar y para optimizar las inversiones, mejorando la gestión socio-ambiental en las obras y garantizando una mejor toma de decisiones, resultado del proceso del análisis previo de los indicadores del proyecto. El desarrollo del sistema puede de igual forma incluir al ciudadano como actor ya que se le podrán mostrar de forma concreta los indicadores de sostenibilidad y los beneficios del proyecto de infraestructura a ejecutar en la región.

¹*Sello verde*: Es un medio visual que permite orientar a los consumidores al interior de una sociedad, buscando que estos prefieran productos o servicios que afecten en menor grado el medio ambiente, en comparación con productos o servicios similares, se trata de un conjunto de símbolos

registrado y reconocidos, que certifican ante la sociedad que el producto cumple con una serie de requisitos y normas establecidas en mira en proteger el ambiente de una comunidad.

Al tener identificados los indicadores de sostenibilidad en el medio de la construcción de proyectos de infraestructura se mejorarían las políticas de inversión de los municipios y los constructores tendrían más claras los instrumentos económicos, ambientales y sociales que pueden aplicar para la promoción del desarrollo sostenible.

La investigación de los indicadores en la gestión con estándares técnicos puede resolver parte del problema actual de la construcción en la infraestructura sostenible en lo que se refiere a tener una economía ambiental clara de inversión en la industria, abriendo la migración de la actividad constructora a proyectos enmarcados en los nuevos enfoques políticos y sociales de producciones más limpias, que rigen el mercado mundial.

Finalmente, en Colombia y por obvias razones en la ciudad de Manizales, a pesar de la legislación existente y de la normativa que desde el punto de vista ambiental es copiosa, no se tiene la cultura del desarrollo sostenible, ni menos aún el de la sostenibilidad de obras de infraestructura, que es el foco investigativo para el aporte a las instituciones públicas de generar nuevos procedimientos para la evaluación de proyectos de infraestructura pública de forma sostenible.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de indicadores sociales y ambientales sostenibles para obras de infraestructura pública en la ciudad de Manizales, que proporcionen herramientas para la evaluación holística de sostenibilidad en obras civiles.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar mediante el estado del arte, las diferentes variables y modelos de evaluación de la sostenibilidad en el sector de la construcción.
- Estudiar y verificar los indicadores de sostenibilidad aplicados a la gestión de proyectos de infraestructura civil a nivel global.
- Determinar y plantear una metodología para identificar y seleccionar las variables de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de infraestructura con el objetivo de construir los indicadores de sostenibilidad, en la realización de proyectos de infraestructura que sirva como modelo para la evaluación de criterios de sostenibilidad en las obras civiles.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 MARCO TEORICO

El manejo de la sostenibilidad de obras civiles y de infraestructura sostenible es nuevo y complejo en nuestro medio, debido a que en el nivel local se prioriza el aspecto económico y se requiere tener en cuenta la interacción social, ambiental, cultural, académica, política etc. La situación se hace aún más difícil debido a la amplia variedad de conceptos de partes involucradas (los planificadores, diseñadores, constructores, empresas, academia) que pueden estar inmersas en el proceso y a la falta de un lenguaje común para que todos puedan entender un proceso sostenible teniendo en cuenta que la información a nivel local es limitada y la que se encuentra prácticamente no se puede aplicar con éxito en nuestro contexto. En este proyecto de tesis se verifica en el marco teórico contenidos básicos que permiten visualizar el tema de la sostenibilidad, la construcción sostenible, la legislación vigente en Colombia y su interacción entre la teoría de sistemas y los indicadores mostrando al interesado las temáticas en el medio de la construcción sostenible. Al adoptar este enfoque infraestructura- sostenibilidad- indicadores se proporciona un lenguaje común para la teoría de la sostenibilidad que será entendido por todos los interesados. Además, permitirá la evaluación de las teorías aplicadas en el medio, de las decisiones relativas a las consecuencias a corto y largo plazo y de las acciones de sostenibilidad alternativas en el entorno de la infraestructura en nuestra región. Si bien es cierto existe legislación y normatividad en nuestro país al respecto, es difícil su aplicación e implementación por desconocimiento y porque los gobiernos regionales no los exigen de estricto cumplimiento.

4.1.1 Naturaleza y Medio Ambiente

Ecosistemas y cultura, **EL RETO DE LA VIDA** (Augusto Angel Maya- 1996.), nos da a conocer las definiciones necesarias para conocer las interacciones de ecosistema con el ser humano, pero principalmente nos muestra la problemática que se presenta en los

cambios que el ser humano ha hecho en el ecosistema para satisfacer necesidades propias hasta el punto de deteriorar el mismo. Maya expone al hombre como un ser que se ha venido adaptando al medio ambiental pero sin tener una conciencia sobre este, para Augusto Angel Maya, poeta representativo que expone este libro como un renacer de la vida del hombre, muestra que los ecosistemas tienen medios para sobrevivir entre ellos, aun teniendo en cuenta que muchos de los cambios que se han presentado no son tomados como una problemática ambiental, estos cambios se refieren a movimientos de placas tectónicas, generación de ciclos de vida en el Reino Animal donde dicho ciclo no afecta la existencia, el ser humano es uno más en ese equilibrio ecosistémico en el que cambia según los cambios que se generen en el ecosistema intentando sobrellevar estos cambios de la mejor manera posible, pero si por el contrario el ecosistema no se transforma o se transforma para mal, el ser humano optará por transformar el medio a comodidad de ellos mismos, como se ha venido viendo desde hace muchos años, pero ante millones de años de comparación, el hombre primitivo se adaptaba más fácil al medio, creando herramientas que le ayudaran a llevar una vida más cómoda, pero el hombre actual pretende que éste medio se adapte a las innovaciones que si bien son para mejorar la calidad de vida de las personas, destruyen lentamente los ecosistemas que proveen a hombre la materia prima para generar estas comodidades. La naturaleza y el medio ambiente generan una relación entre los ecosistemas y la sociedad. Así mismo observamos que la problemática que existe por lo ambiental y el agotamiento de los recursos, no es la falta de ellos. En conclusión, podemos decir que el hombre es un animal de adaptación y que gracias a su evolución se llegó al nivel de adaptar sus ecosistemas a su favor para satisfacer sus necesidades, a cambio de un alto precio que generará el medio ambiente, pero gracias a esto muchas personas están tomando conciencia de lo que puede volverse una problemática ambiental, generando proyectos que sean menos dañinos para el medio ambiente.

4.1.2 Teoría de Sistemas

La Teoría General de Sistemas (TGS) tiene su inicio desde la filosofía, ciencia y entre los siglos XVI y XIX se trabaja en la comprensión de la idea de sistema, su

funcionamiento y organización; se le atribuyen a George Wilhem Friedrich Hegel (1770 – 1831) con la postulación de las siguientes ideas:

- El todo es más que la suma de las partes.
- El todo determina la naturaleza de las partes.
- Las partes no pueden comprenderse si se consideran en forma aislada del todo.
- Las partes están dinámicamente interrelacionadas o son interdependientes.

En el siglo XX, aparecen otras disciplinas que se ayudan en la TGS, entre esas disciplinas se encuentran la Teoría de las Comunicaciones (Claude Elwood Shannon), Bioquímica (Lawrence J. Henderson), Cibernética (Ross W. Ashby), Economía (Kenneth Boulding), Ecología (Eugene Pleasants Odum), Administración (Robert Lilienfeld) entre otros.

Ludwing Von Bertalanffy², biólogo y epistemólogo alemán presenta en 1950 las investigaciones iniciales de la TGS. Elaboró el concepto de sistema abierto e inició el pensamiento sistémico como un movimiento científico significativo. Desde sus estudios se resistió a:

- La concepción mecanicista de las ciencias exactas que tienden al análisis de cada fenómeno en sus partes constituyentes.
- La identificación de la base de la vida como un conjunto de mecanismos físico – químicos determinados.
- La concepción de los organismos vivientes como autómatas que solo reaccionan cuando son estimulados.

La teoría de sistemas³ se muestra como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad y al mismo tiempo, como una forma de trabajo transdisciplinario.

² Viena 19 de septiembre de 1901. Terminó su PHD en 1926. Su Teoría de Sistemas exponía métodos e implicaciones para delinear las estructuras conceptuales y los principios fundamentales de la relación componente-conductual de los organismos biológicos con las organizaciones sociales en busca de una integración interdisciplinaria de carácter rigurosamente científico.

³ Un sistema siempre se relaciona con el contexto que lo rodea, o sea, el conjunto de objetos exteriores al sistema, pero que influyen en éste, y a su vez el sistema influye en el contexto, aunque en una menor proporción; es una relación mutua de contexto-sistema.

La teoría de sistemas se define como: “una disciplina científica que orienta su objeto de estudio a la unidad de las ciencias naturales y sociales, integrada bajo el concepto de los sistemas emanados de todos los puntos de vista del conocimiento para llegar a la comprobación de los campos no físicos de la ciencia. (Teoría de Sistemas. Rodrigo D. López. Luis C Torres. Junio de 2009). La teoría de sistemas se identifica por su posición holística e integradora, en donde lo importante son las relaciones y los conjuntos que a partir de ellas surgen. En la práctica, brinda un ambiente adecuado para la interrelación y comunicación productiva entre especialistas y especialidades.

En el año de 1954 The Society for General Systems Research, en donde la teoría de sistemas se establece en un aparato de integración entre las ciencias naturales y sociales y es al mismo tiempo un instrumento básico para la formación y preparación de científicos. Los objetivos entre varios fueron:

- Promover la unidad de la ciencia a través de principios conceptuales y metodológicos unificadores.
- Investigar el isomorfismo de conceptos, leyes y modelos en varios campos y facilitar las transferencias entre aquellos.
- Promocionar y desarrollar modelos teóricos en campos que carecen de estos.
- Reducir la duplicación de los esfuerzos teóricos.

Para Bertalanffy, la apariencia de principios similares entre los fenómenos de diferentes áreas del conocimiento fue uno de los motivos para reunir las ideas de la TGS. Un ejemplo de principios isomorfos es: la ley de la oferta y la demanda que se aplica a la administración a la economía y a la contabilidad.

4.1.2.1 Concepto de sistema:

La noción de sistema inicia del enfoque de las partes y el todo. Fue entonces hasta la segunda guerra mundial, cuando se pone en popularidad el interés del trabajo interdisciplinario y la existencia de analogías o isomorfismos en el trabajo de sistemas biológicos y automáticos y en los años cincuenta, Bertalanffy expone su teoría del sistema general. Las definiciones clásicas son:

Es un conjunto organizado de cosas o partes interactuantes e interdependientes, que se relacionan formando un todo unitario y complejo. Es un grupo de elementos y componentes interrelacionados, y de atributos, que interactúan entre sí, con un objetivo determinado. Desde este un punto de vista amplio, el concepto de sistema es más restrictivo que el de conjunto.

Las partes que componen al sistema, no describen solo el campo físico (objetos), sino más bien al funcional, esas partes pasan a ser funciones básicas ejecutadas por el sistema. La estructura de un sistema se resume por entradas, procesos y salidas. En los sistemas se encuentra las siguientes partes:

- Elemento

Se delimita Elemento como la parte integrante de una cosa o porción de un todo. Cada elemento puede ser un sistema en sí mismo. De ellos se estudia su comportamiento. Un elemento puede evidenciarse de acuerdo a las características intrínsecas que lo conforman, pueden ser: objetos, conceptos, sujetos.

- Subsistema

Cada una de los componentes de un sistema son divisiones aceptadas con propósitos de conocer mejor el sistema. Para asemejar las partes, componentes o subsistemas es preciso definir los términos de interacción entre las divisiones a que haya lugar, conservando las características básicas del sistema al cual corresponden. Se asumen los siguientes argumentos cuando se habla de sistemas:

- Un sistema es constituido por subsistemas.
- En su momento un subsistema puede estar conformado por más subsistemas.
- Un sistema es la interacción energética de elementos.

- Entradas

Es todo aquello que el sistema recibe o importa de su mundo exterior. El sistema visto como un subsistema de otro mayor que lo contiene, las entradas pueden ser consideradas como las relaciones externas de ese sistema con otro. El sistema recibe entradas para operar sobre ellas, procesarlas y transformarlas en salidas.

- Salidas

Las consecuencias de un proceso de producción en los sistemas van dirigidas a obtener un beneficio deseado. Las salidas son los resultados, los triunfos de ese proceso de transformación que van al exterior y que son en muchas oportunidades esperadas por otros sistemas que se sirven del producto generado por el sistema, ese punto por donde emerge el resultado del proceso de conversión se llama conducto de salida.

4.1.2.2 Clasificación de los sistemas:

Al clasificar los sistemas este se convierte un proceso relativo; depende del individuo que lo hace, de la meta que se busca y de los sucesos particulares en las cuales se desarrolla. Los sistemas se pueden clasificar de diferentes formas, en el libro "Teoría General de Sistemas", VanGigch (1987) propone que los sistemas pueden clasificarse en:

- Sistemas vivientes y no vivientes: Los sistemas vivientes están dotados de funciones biológicas como el nacimiento, la muerte y la reproducción.
- Sistemas abstractos y concretos: un sistema abstracto es aquel en que todos sus elementos son conceptos. Un sistema concreto es aquel en el que por lo menos dos de sus elementos son objetos o sujetos, o ambos.
- Sistemas abiertos y cerrados: Un sistema cerrado es un sistema que no tiene medio, es decir, no hay sistemas externos que lo violen, o a través del cual ningún sistema externo será considerado. Un sistema abierto es aquel que posee medio, es decir, posee otros sistemas con los cuales se relaciona, intercambia y comunica.

Según Alba (1995), los sistemas se pueden clasificar, en su relación con el medio ambiente:

- Sistemas abiertos: Sistema que intercambia materia, energía o información con el ambiente.
- Sistemas cerrados: Sistema que no intercambia materia, energía o información con el ambiente.

Conforme a la naturaleza:

- Sistemas concretos: Sistema físico o tangible
- Sistemas abstractos: Sistema simbólico o conceptual

Según su origen:

- Sistemas naturales: Sistema generado por la naturaleza
- Sistemas artificiales: Sistema producto de la actividad humana; son concebidos y construidos por el hombre

Según sus relaciones:

- Sistemas simples: Sistema con pocos elementos y relaciones
- Sistemas complejos: Sistema con numerosos elementos y relaciones entre ellos

Una clasificación diferente la da Chiavenato (1999), una organización basada en el funcionamiento de los sistemas:

- Sistemas determinísticos: Sistema con un comportamiento previsible.
- Sistemas probabilísticos: Sistema con un comportamiento no previsible.

4.1.2.3 Organización de los sistemas:

Un sistema tiene una organización que difiere del entorno, de la estructura y de las propiedades que pueda desarrollar en el tiempo; unas son más apreciables que otras, ya que las reacciones que muestran a ciertas entradas, en general, son inconstante. Un

sistema distingue la organización en condiciones de flujos y procesos, las partes que componen el sistema están dedicadas a adelantar procesos y a generar nuevos trabajos para el logro de los objetivos de maximización en los rendimientos. En efecto, el sistema debe estar organizado de forma tal que facilite la ejecución eficiente y efectiva de sus labores. A continuación, se nombran algunas de las propiedades que podrían encontrarse en un sistema:

- Sinergia

El concepto de sinergia es retomado de las escuelas de los campos de la psicología en Alemania; determina que un sistema posee sinergia cuando al inspeccionar cada una de las partes en forma aislada, no puede explicarse el comportamiento del todo. La sinergia es la propiedad que admite que los procesos que se dan al interior de cada uno de los componentes del sistema, se orienten hacia un resultado total. Compone las partes en torno de un producto o de un objetivo. Esta identifica los comportamientos que se generan como efecto de la acción conjunta de las partes y del sistema absoluto.

En la conducta global de un sistema, es necesario estudiar y examinar todas las partes y, si se consigue establecer las relaciones existentes entre ellas, se obtendrá predecir la conducta del sistema, cuando se le aplica una fuerza adicional, que no será normalmente, la resultante de la suma de efectos de cada uno de los componentes. En otras palabras, cuando encontramos un sistema con características de sinergia, debe tenerse en cuenta la interacción de sus subsistemas y el resultado final será un conjunto.

- Holismo

Se nombra los holos, a las unidades funcionales de una jerarquía de sistemas que posee dos aspectos, es decir, que actúan como poseedores de dos presencias: Actúan como totalidades cuando enfrentan lo descendente, y como partes ante lo ascendente. Las unidades funcionales de un sistema son totalidades con relación a sus partes, y son partes con relación a las totalidades de categorías superiores.

Un detalle en un sistema, es la existencia de cualidades que se producen de la

integración, que no se reducen solamente a la suma de las propiedades de los elementos que lo constituyen, sino que el sistema asume sus propias características que no las tiene ningún subsistema, si se les considera por separado. El sistema es una entidad unitaria, en el cual los subsistemas y sus elementos pierden características intrínsecas.

El sistema realiza una influencia activa sobre las componentes, y tiene que ser hábil para afectar las acciones de los componentes para que estos mantengan su integración con el sistema total. El sistema se enfrenta a los cambios constantes de las partes, se resiste a la desorganización o a la desintegración. En conclusión, las partes de un sistema se encuentran subordinadas al todo, el sistema las integra y les da una lógica relación.

- La entropía

El término Entropía viene del griego entropé que significa transformación o vuelta. Es un asunto mediante el cual un sistema tiende a consumirse, desorganizarse y morir. Se fundamenta en la segunda ley de la termodinámica que esboza que la pérdida de energía en los sistemas aislados los lleva a la degradación, degeneración, desintegración y desaparición. Para la TGS la entropía se debe a la pérdida de información del sistema, que provoca la ausencia de integración y comunicación de las partes del sistema.

4.1.2.4 Enfoque de los sistemas:

Si al enfoque de sistemas se relaciona con la teoría de sistemas aplicada según Van Gigh (1981), es necesario evaluar los diferentes aspectos que este autor pretende describir sobre el marco de referencia en el cual se basa el enfoque de sistemas:

- 1) Es una metodología de diseño de sistemas: expertos tales como administradores, ingenieros, industriales etc., en general encuentran en la visión de sistemas una vía de solución a los problemas de un sistema en donde no solo la noción de sistema es la organización sino además la interacción de los elementos que la conciertan, sus funciones y recursos disponibles. Dado que la dinámica de los subsistemas afecta o es afectado

por las funciones de otro subsistema, se necesita una metodología que promueva una buena toma de decisiones y el impacto del diseño que los profesionales proponen para la solución a los problemas.

2) Es un método científico más: la ciencia en general intenta cada vez más una unificación teórica aplicada a través de demostraciones en el comportamiento y en las propiedades de los sistemas que la componen, pero es evidente que esas propiedades son diferentes de una ciencia a otra dependiendo de las características interiores que la integran. Sin embargo, la perspectiva de sistemas valora un método particular que es aplicable a todas las ciencias, que requiere de un pensamiento abierto y de mayor comprensión para relacionar las conductas comunes de los sistemas físicos y la dinámica propia de los sistemas vivientes.

3) Es una teoría para las organizaciones: Los sistemas organizacionales tales como los sistemas empresariales, los sistemas de información, o los sistemas sociales, son sistemas concebidos por el hombre y con objetivos establecidos para el bienestar del mismo. El enfoque de sistemas muestra una nueva forma de pensamiento organizacional, comparado con las escuelas de la administración científica de Frederick W. Taylor, o la Administración Industrial y General de Henry Fayol, entre otras. Desde el punto de vista de sistemas este dimensiona los sistemas organizacionales como un todo que mejora los objetivos, pretendiendo nuevas formas de organización con estructuras menos verticales y tradicionales (Checkland, 1986). Una teoría de sistemas organizacionales piensa la organización como un sistema cuyas funciones son totalizantes e interactuantes. Las escuelas contemporáneas actualmente ya incluyen con mucha seriedad este enfoque en la administración de sus empresas.

4) Es una dirección de sistemas: Las organizaciones actuales, se mueven por subsedes, o por regionales, implica esto que sean tratadas como un sistema total.

El enfoque de sistemas no es el remedio para la solución de problemas de los sistemas en general, esto obedece de las fortalezas cognitivas de los diseñadores de sistemas y la aplicación de estrategias propuestas por el enfoque.

4.1.2.5 Modelos de sistemas:

Los diseñadores de sistemas hacen uso de abstracciones del mundo real para crear lo que se considera un modelo, posteriormente el mismo modelo le ayudará a percibir los aspectos específicos para interpretar lo que necesita el sistema en realidad.

Para Peter Checkland (2000) “Un modelo es una construcción intelectual y descriptiva de una entidad en la cual al menos un observador tiene un interés. El observador quizá desee relacionar el modelo y, de ser adecuado, los mecanismos de este, con los observables del mundo. Cuando esto se hace, con frecuencia conduce a descripciones del mundo formuladas en términos de modelos, como si el mundo fuese idéntico o los modelos de éste”.

En conclusión, el modelo sirve para descubrir y reflejar la relación entre las variables, estimar el costo de los cambios, analizar las estrategias alternativas y estudiar la conformación y sensibilidad de los resultados en el proceso de mejoramiento o diseño de sistemas.

Los modelos de acuerdo a los propósitos para los cuales se aplica el enfoque de sistemas y según Ackoff (1962), muestra tres tipos de modelos:

- a) Modelos icónicos: Muestra el sistema real en una versión miniaturizada y las características sobresalientes y básicas son tomadas a escalas relacionales, por ejemplo 1 metro lineal del sistema real, en el modelo se asume como un centímetro; en esta versión, el modelo, representa la reproducción de un comportamiento original, caso muy popular es el de las maquetas en la arquitectura para las construcciones civiles, tales como los edificios, puentes, máquinas industriales.)
- b) Modelos simbólicos: es el signo abstracto de sonidos y pictografías que

muestran las propiedades de un sistema a través de símbolos, estos modelos quizás tienen un grado de abstracción más alto que los modelos icónicos, por ejemplo, los diferentes diagramas que determinan el comportamiento de una situación representativa del sistema real, es el caso del flujo de proceso de una organización. Donde cada hecho está dado por un símbolo convencional.

- c) Modelos analíticos: pero más característicamente los procesos inducidos por la aplicación de las leyes físicas.
- d) Modelos conceptuales: modelos de sistemas de actividad humana donde se determina cada actividad como los subsistemas que el hombre usa en el sistema en la concepción detallada del sistema a analizar.

Para saber cuál modelo podemos aplicar el enfoque de sistemas, si se trata de un modelo icónico, simbólico etc. Otros autores le dan aún más categorías dependiendo del sistema que requiere de un modelado técnico.

- 1. Modelos de tomas de decisiones: exponen maneras de evaluación sobre los cuales se basan los diseñadores de sistemas para seleccionar entre alternativas posibles.
- 2. Modelos lógicos-matemáticos: se describen en el uso de formas soportadas por las leyes matemáticas y el desarrollo lógico para comprobar hecho de un sistema.

Podemos concluir que un modelo debe:

- 1. Simbolizar la dinámica del sistema.
- 2. Subrayar los factores más apreciables para solucionar el problema.
- 3. Ser perfecto en los agentes básicos,
- 4. Ser sencillo en su estructura, de modo que sea posible su constitución.
- 5. Resistir los componentes del sistema concibiendo la integración al sistema total.
- 6. Ser fácil de transformación, con el propósito de realimentar interacciones, con el fin de que el sistema no sea obsoleto de forma inmediata.

El desarrollo del tema de TGS es de suma importancia aclararlo en el marco teórico, dado que formula los pasos para llevar a cabo la enunciación de un sistema de forma cierta y determinando la acción de una manera ordenada y concisa, lo que evita futuros errores en el planteamiento del mismo.

4.1.3 Indicadores:

Una definición reciente la da Quiroga (2001) donde un indicador se entiende como “una variable que en función del valor que asume en un determinado momento, despliega significados que no son aparentes inmediatamente y que los usuarios decodificarán más allá de lo que muestran directamente, porque existe un constructor cultural y de significado social que se asocia al mismo”. Esto explica que un indicador o una agregación de variables que describen un fenómeno, se asigna un peso específico dentro del valor final del índice. Otras definiciones nos acercan al concepto de la siguiente forma:

En CONEMA (2004) se encuentra que “un indicador es un parámetro cuantitativo o cualitativo que puede ser evaluado en relación con un criterio. Puede describir de forma objetiva, verificable y certera características del ecosistema o de los sistemas sociales y económicos asociados”.

Se encuentra también en el medio económico, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, (OCDE), que un indicador es “un parámetro, o el valor resultante de un conjunto de parámetros, que ofrece información sobre un fenómeno, y que posee un significado más amplio que el estrictamente asociado a la configuración del parámetro”. Igualmente, la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) entiende que un indicador es un “valor observado representativo de un fenómeno determinado. En general, los indicadores cuantifican la información mediante la agregación de múltiples y diferentes datos. La información resultante se encuentra sintetizada. En resumen, los indicadores simplifican una información que puede ayudar a revelar fenómenos “

De las anteriores definiciones se muestra que existe una absoluta diferencia entre un indicador y un dato; el primero indica sobre el tema de estudio más allá de su simple expresión numérica o cualitativa, expresiones éstas que simbolizan el dato como tal. El indicador atañe cualquier tipo de información que indique algo acerca de un tema de estudio en particular. De la cual el indicador es información y el dato es el insumo que sustenta la estimación del indicador.

4.1.3.1 Funciones de los indicadores y sus características

Los indicadores permiten mejorar la comprensión de la realidad mediante el establecimiento de relaciones de causa y efecto construidas sobre las estadísticas básicas. Por lo tanto, cuando se analizan en conjunto, los indicadores proporcionan una visión clara del sistema como un todo, incluyendo las interrelaciones entre las diversas dimensiones. los indicadores se utilizan como herramientas que permiten visualizar, de manera sintética, la complejidad de los procesos para la toma de decisiones. Los indicadores se consideran como la medición de la condición, proceso, y comportamiento, proporcionando un resumen de los diversos parámetros de un sistema complejo. Cuando alguna información específica adquiere importancia para la toma de decisiones, entonces se puede clasificar como un indicador.

La international Organization for standardization (ISO), ha iniciado el proceso de estandarización de la aplicación de la sostenibilidad. En la edificación la norma ISO 21929-1 establece un marco para los indicadores de sostenibilidad, esta norma constituye de manera general un marco para explicar el concepto de indicador: “los indicadores son medidas que permiten disponer de información de un fenómeno complejo como el impacto ambiental que se simplifica en una forma que es relativamente fácil de usar y de entender. Las tres principales funciones de los indicadores son cuantificación, simplificación y comunicación” (ISO 21929,2006; página 6).

De las definiciones enunciadas se puede concluir que los indicadores deben proporcionar el estado la situación en que nos hallamos y planificar las acciones

necesarias para mejorar dicho escenario en los espacios en que se considere favorable. Un indicador de sostenibilidad es una variable que por medio de la sinopsis de la información social, económica y ambiental que se tiene, pretende mostrar el estado de la infraestructura en el caso de estudio en lo relacionado con los pilares de la sostenibilidad, esta tiene un gran valor como herramienta en los procesos de toma de decisiones en vía a una cultura amigable con el planeta.

Básicamente, la ventaja de utilizar los indicadores reside en: sintetizar un conjunto de datos diversos, que indica el estado general de un aspecto particular, su progreso o incluso tendencias y cuando los datos son sintetizados de este modo, indican las cuestiones claves que deben abordarse a través de incentivos, políticas públicas y actitudes de los agentes involucrados.

Los indicadores deberían referirse también a los objetivos elegidos, ser capaz de indicar el éxito o la falta de ella para acercarse a ellos, ser flexible y sólido en su construcción. Para servir a fines de comunicación, deben reducir la complejidad, de fácil comprensión y limitado en número. De acuerdo con los criterios de selección señalados por el Commission on Sustainable Development (CSD), en general, deben ser:

- sobre una sólida base científica, ampliamente reconocido por la comunidad.
- pertinente: tienen que cubrir los aspectos cruciales del desarrollo sostenible.
- transparente: su selección, cálculo y significado debe ser obvio, incluso para los no expertos.
- cuantificable: debería basarse, en la medida de lo posible, aunque no exclusivamente en los datos existentes y/o en los datos que son fáciles de recoger y actualizar.
- limitados en número de acuerdo con los fines que se están utilizando.

Para lograr y mantener la sostenibilidad, los responsables políticos necesitan información oportuna que demuestre si un sistema está generalmente volviendo más o

menos sostenible, así como información específica sobre las características que necesita la mayoría de las mejoras (por ejemplo, las tasas de pobreza de la población, la contaminación del agua, etc.). Los índices de sostenibilidad se han desarrollado específicamente para ayudar a los responsables políticos en estos aspectos. Los índices suelen dar una visión estática de un sistema, pero cuando se calcula periódicamente, pueden indicar si el sistema se está volviendo más o menos sostenible, y se destacan los factores que son más responsables de la conducción del sistema.

La aplicación de las primicias de la sostenibilidad a las obras de infraestructuras, envolviendo todos los procesos y actividades relacionados con ellas, durante las fases de su ciclo de vida, demanda un compromiso directo y responsable de todas las partes implicadas. Más allá que la responsabilidad legal está ligada a la normativa vigente en el país, la responsabilidad individual es voluntaria, pero forma un principio básico para la adaptación del sistema de la construcción al desarrollo sostenible propuesto para el nuevo milenio.

En la ISO se indica que los indicadores deben ser comparables internacionalmente, que el sistema de indicadores debe servir para la toma de decisiones y debe identificar los actores que intervienen en el proyecto se distinguen tres tipos de indicadores de acuerdo a las dimensiones del desarrollo sostenible:

Indicadores Económicos: Son los que miden los flujos económicos.

Indicadores Sociales: Los que relacionan el nivel social de la comunidad con el del proyecto.

Indicadores Medioambientales: Son las cargas ambientales que genera el proyecto o las que debe asumir.

En la construcción es fundamental instaurar indicadores que permitan controlar los procesos y su evolución es cada día más evidente en todos los ámbitos, pero se topa con múltiples obstáculos cuando se habla de infraestructuras. En la variedad de

tipologías de obras, y en específico en el dinamismo de una empresa constructora, los parámetros de inicio son diferentes en cada tiempo, y la adquisición de información con los que confrontar supone una dificultad mayor, por lo que en el tema de indicadores se debe tender al control del comportamiento de las variables, a la adopción de una gestión sostenible y a la sensibilización del registro consciente de estos por parte de las personas que intervienen en el proceso.

Hay numerosos impactos en la vida diaria de una estructura que no siempre puede ser especificado con precisión. Tienen que ser estimado y al mismo tiempo deben realizarse intentos para minimizarlos. En lugar de calcular dichos impactos (indicadores directos), se propone evaluar el comportamiento de la construcción sobre la base de medidas para evitar o para reducir al mínimo (indicadores indirectos).

El sector de la construcción a diferencia de otros sectores industriales se caracteriza por su movilidad y su presencia es a menudo temporal en un área dada. Por encima de todo, la construcción de infraestructura no puede ser considerada una actividad repetitiva. A lo largo de la vida útil de una estructura, la entrada y salida de materias primas y energía presentan diferentes variables. Teniendo en cuenta todos estos factores, es de esperar que las evaluaciones precisas, cuantificables y de comparaciones con muchos parámetros de comportamiento ambiental sean tareas de alta complejidad.

Según el Ministerio del Medio Ambiente (2001b) de Colombia, las características más significativas de los indicadores son:

- Estos consiguen ser expresados en términos de una sola variable o de relaciones simples o complejas entre ellas.
- Logran tener un carácter cuantitativo o cualitativo.
- Un indicador puede lograr ser una medida escalar (unidimensional) o vectorial (multidimensional).

4.1.3.2 Indicadores de Sostenibilidad:

Los indicadores en el desarrollo sostenible son instrumentos que componen un sistema de señales que ayudan evaluar el progreso de un país hacia el desarrollo sostenible; relacionándose aún ámbito en proceso de desarrollo conceptual, metodológico e instrumental.

El progreso de los indicadores de sostenibilidad como de desarrollo sostenible, tiene su comienzo en la década de los ochenta en Canadá y algunos países de Europa. El primer paso fue en la Cumbre de la Tierra, debido que para vigilar el avance de la Agenda 21, la Conferencia de Río creó la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS), con el objetivo de seguir la escalada hacia el desarrollo sostenible. Mostrándose la necesidad de tener instrumentos para medir el avance hacia la sostenibilidad. Los indicadores de sostenibilidad ambiental habían iniciado a partir de esta reunión de Río y de las responsabilidades que los gobiernos asumieron en la Agenda 21, este tenía solo una forma más académica, pero después es asumida por las políticas públicas y en la agenda de los políticos las regiones.

El trabajo de indicadores fue tomado inicialmente por entidades internacionales de cooperación para el progreso en los indicadores de sostenibilidad. El proyecto SCOPE⁴, fue uno de los más importantes, así como los indicadores que producen organismos de investigación. Todo esto radicó en la independencia y creatividad de sus proposiciones, y su reto que estas, logren implementarse; no sólo es importante los recursos técnicos y financieros, sino el soporte político. También los investigadores han adelantado propuestas importantes en cuanto a enfoques analíticos y marcos ordenadores, que son importantes para llevar los indicadores como verdaderos instrumentos de política en los gobiernos.

⁴SCOPE es el Scientific Committee on Problems of the Environment of ICSU (International Council of Scientific Unions), organización no gubernamental independiente, establecida en 1969 para generar análisis en profundidad sobre los aspectos científicos de los problemas ambientales.

En los últimos años, el trabajo y las publicaciones relativas a indicadores ambientales han ido en crecimiento, sobre la sostenibilidad y el desarrollo sostenible. Se han obtenido como resultados una diversidad de iniciativas con una calidad heterogénea. En el mundo se encuentran algunos países que han desarrollado indicadores ambientales, mientras que otros trabajan desde el enfoque de desarrollo sostenible (IDS), algunos han incorporado las dimensiones económica, social, ambiental e institucional del desarrollo.

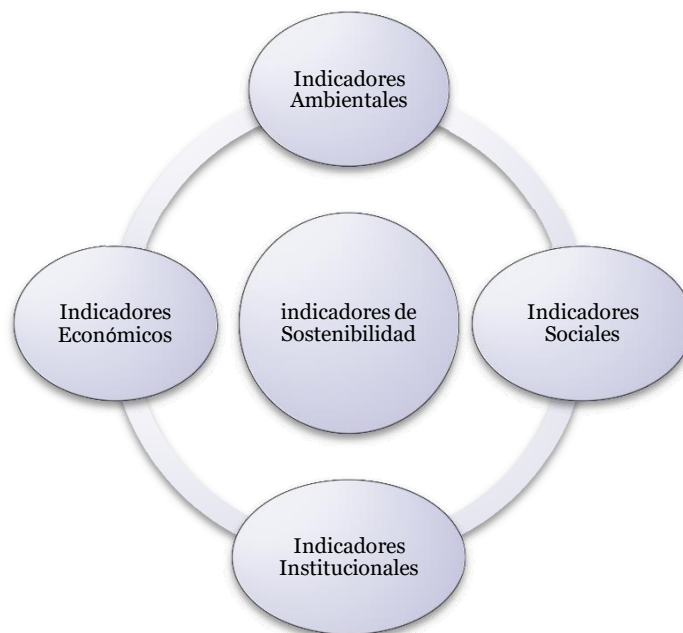
En Colombia Mayr, J. (Sistema de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental, SISA (2001). En: www.minambiente.gov.co/sisa. Consultado en agosto de 2012), menciona que “en el país son numerosos los esfuerzos emprendidos para desarrollar sistemas de información e indicadores ambientales y de gestión; producto de estas experiencias el país cuenta hoy con un importante acervo de información ambiental que, sin embargo, no puede ser agregada en el ámbito nacional, ni comparada intra e inter-regionalmente debido a la diversidad conceptual y metodológica con base en la cual se produce y se administra”.

Los propósitos de los indicadores de sostenibilidad según Joachim y Odile (1997), son los siguientes:

1. Permitir un análisis sintético del desarrollo sostenible: Todos los indicadores deben estar basados en metodologías reconocidas y en datos válidos, deben igualmente ser direccionalmente seguros y confiables a largo plazo.
2. Servir de orientación: Deben ser útiles para identificar opciones de políticas e iniciativas administrativas futuras más adecuadas para alcanzar los resultados deseados. Deben proporcionar las conexiones de los actores con las causas de los fenómenos, así como con los instrumentos de medición de monitoreo y control de corte administrativo.
3. Comunicación: Deben ser transparentes y fácilmente comprensibles, que en lo posible se resuman en instrumentos comunicacionales que puedan ser usados para la conducción de políticas a todos los niveles.

En la siguiente figura1. se muestra una interrelación de indicadores de sostenibilidad con indicadores más representativos.

Gráfico 1. Interrelación de indicadores de sostenibilidad.



Fuente: Mayr, J. (Sistema de Indicadores de Sostenibilidad, SISA (2001).

4.1.3.3 Indicadores de sostenibilidad en la Infraestructura:

Los indicadores de sostenibilidad en obra civil detallan el impacto ambiental, económico y social de las infraestructuras que afectan a las personas que gestionan, los constructores, los usuarios finales, al entorno espacial y a todos los segmentos del medio donde se interviene.

Cuando se usa un indicador, éste debe estar amparado de una explicación, que se refiera cómo asignar el valor al mismo. La utilidad de los indicadores puede acrecentar

por la producción de un valor de referencia contra el cual confrontar el valor del indicador. Los indicadores también requieren una fuente de información según la cual puede calcularse el valor del indicador. También, los indicadores consiguen usarse para simplificar y proporcionar información compleja, pueden ser eficaces para:

- evaluación: por ejemplo, valoración del porcentaje de objetivos logrados de un proyecto
- diagnóstico: por ejemplo, mostrar las afectaciones no programadas
- igualación: por ejemplo, logros por el uso de nueva tecnología.
- seguimiento: por ejemplo: evolución de la programación de tiempos en obra

En el medio los indicadores de sostenibilidad se utilizan con frecuencia para contrastar distintas opciones de diseño y construcción. Los encargados de los indicadores y los usuarios de los mismos, se obligan a certificar siempre que la base de comparación sea adecuada en términos de comportamiento sostenible, y que estén determinados apropiadamente. El sector de la construcción exige indicadores de sostenibilidad tanto para su propia toma de decisiones dentro del diseño, producción y gestión, como para ser capaz de revelar la sostenibilidad de sus productos finales y procesos en el ciclo de vida.

Al desarrollar indicadores, el punto de salida es la caracterización de los principales usuarios y sus necesidades. Los indicadores de sostenibilidad serán necesarios para distintos actores del sector de la construcción y su aplicación puede variar en función de éstos:

- Usuario final de la infraestructura
- Projectistas, promotores y urbanistas, diseñadores
- Fabricantes de productos de construcción (proveedores)
- Contratistas principales y subcontratistas.
- Organismos públicos
- Agentes financieros

Al aplicar los indicadores estos pueden variar de acuerdo a los usuarios, las necesidades y las fases de aplicación. Al ejecutar indicadores se debe prestar atención a la estructura de esta aplicación. La estructura hace relación al área de aplicación, el

espacio de aplicación del agente implicado, el espacio de aplicación de la decisión, la fase del ciclo de vida del objeto y la disponibilidad de información.

Otros tópicos a tener en cuenta a la hora de aplicar los indicadores seleccionados son las diferentes etapas de aplicación, que pertenecen con las fases del ciclo de vida de la infraestructura, como:

- Diseño arquitectónico y civil, fabricación de componentes y materiales
- Construcción de la obra civil
- Uso de la obra
- Mantenimiento y reparación de elementos
- Demolición y tratamiento de los residuos de desmonte.

Al entrar en el ambiente de las herramientas de evaluación de la sostenibilidad en el sector de la edificación presentan los siguientes problemas identificados:

- Presentan una gran incertidumbre y subjetividad durante la selección de criterios e indicadores (Seo et al., 2004).
- Heterogeneidad entre los diferentes sistemas de indicadores con la inexistencia de consenso global para la selección y el uso de los indicadores (Wilson et al., 2007), dimensiones y áreas no estandarizadas, con lo que cada sistema evalúa de acuerdo a su propio criterio.
- Es necesaria la adaptación de los modelos a las condiciones locales de cada país y región (como por ejemplo sí que realiza el Green Building Challenge).
- Existen modelos muy diferentes de evaluación de la sostenibilidad mediante indicadores: sistema checklist (como BREEAM o LEED), puntuaciones lineales según el esfuerzo realizado en cada criterio en el proyecto (GBC), cálculo de la eco-eficiencia (relación entre servicios y cargas, como el CASBEE).

Número de indicadores necesarios, que debiera ser por lo general relativamente pequeño y que no resulta ser así en los sistemas de indicadores existentes (Alarcón, 2005).

Cuando los aspectos ambientales, económicos y sociales de las infraestructuras son

pronunciados mediante el apoyo de indicadores; los sistemas de indicadores son mejores que un indicador individual. Las series de indicadores pueden organizarse de modo que permitan la inclusión de una amplia representación de los aspectos de la sostenibilidad a la vez que siguen siendo relevantes para las perspectivas de los agentes implicados. Para el uso de los indicadores es necesario:

- Adoptar los indicadores convenientes dependiendo de las necesidades de las partes interesadas, los fines de la obra y la disponibilidad de información de los datos.
- Hallar los métodos favorables y la información para evaluar sus valores.

Los requisitos generales para un sistema de indicadores de sostenibilidad son los siguientes:

- La sostenibilidad debe representarse sobre la plataforma de un sistema de indicadores comprensible, el cual exprese aspectos ambientales, económicos y sociales, y sus interrelaciones en el medio.
- Los indicadores elegidos deben detallar los impactos ambientales, económicos y sociales más notables.
- La importancia de los indicadores seleccionados debe ser razonada y cuando sea necesario, validada.

4.1.3.4 Indicadores Ambientales

Para Colombia se plantea la siguiente definición de indicador ambiental en la página del DANE⁵ “instrumentos de medición que permiten monitorear el estado y variación de los recursos naturales y el ambiente a lo largo del tiempo; permiten, además, establecer relaciones entre el ambiente y las estructuras socioculturales y económicas, al igual que las dinámicas que estas relaciones conllevan. Los indicadores ambientales suministran información para tomar decisiones fundamentadas en el marco del desarrollo sostenible”.

⁵DANE es una de las entidades públicas de Colombia, que contribuye al cumplimiento de los compromisos multilaterales relacionados con el desarrollo sostenible y de los cuales Colombia es parte.

En los estudios de Quiroga (1998), el desarrollo de indicadores ambientales y de índices relacionados con la sostenibilidad se ha convertido en una prioridad internacional; así lo demuestran los importantes esfuerzos técnicos y financieros realizados por agencias internacionales, destacando entre ellos el de Naciones Unidas a través de la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS).

El Ministerio del Medio Ambiente de Colombia, (Ministerio del Medio Ambiente (2001b). "Sistema de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental, SISA". En: www.minambiente.gov.co/sisa. Consultado en agosto de 2016). En el ámbito ambiental diferencia los tipos de indicadores:

- Indicadores biofísicos: Encaminados hacia el estudio de los escenarios naturales, recursos naturales, ecosistemas y las funciones ecosistémicas de un territorio, que en su conjunto se asocian a su oferta de patrimonio natural.
- Indicadores ambientales: Su objeto de estudio considera resultantes de la interacción entre el sistema sociocultural y el patrimonio natural. Este prototipo de indicadores reúne temáticas propias de los hábitos y modos antrópicos de producción y consumo, tales como demanda y uso de recursos naturales, generación y aprovechamiento de residuos sólidos y líquidos, contaminación acústica, las tecnologías y los tipos de energía utilizados en la producción de bienes y servicios y sus problemas como el cambio climático, la capa de ozono, etc.
- Indicadores de sostenibilidad ambiental: Los mismos que fueron definidos como ambientales, pero potenciados con un valor agregado de monitorear la sostenibilidad de la relación hombre naturaleza. Se pueden utilizar variados parámetros de comparación y contraste para monitorear y evaluar la evolución de sus valores en el tiempo, como los siguientes: capacidad de carga de los ecosistemas, resiliencia o capacidad de dilución de una

corriente o los estándares o valores fijados nacional o internacionalmente, como referente válido de una gestión adecuada de los recursos naturales y del medio ambiente.

- Indicadores de desarrollo sostenible: Dan cuenta de las cuatro dimensiones tradicionalmente asociadas al concepto de desarrollo sostenible: la ambiental, la económica, la social y la institucional.

Colombia participa con el DANE en las siguientes iniciativas internacionales:

- Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el desarrollo sostenible (ILAC).
- Sistema de información del medio ambiente de los países de la comunidad andina (SIMA).
- Anuario estadístico de la comisión económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Objetivo 7 del desarrollo del Milenio (ODM7)

4.1.4 Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible

Desde el año 1972 se marca el proceso de evolución del concepto del DS, siendo el principio de un cambio en la conciencia global frente al desarrollo y medio ambiente, donde se busca unir ambos conceptos en las estrategias de producción.

La siguiente etapa de evolución del concepto de DS logra en la década de los ochenta, cuando se adquiere un alcance global en las políticas oficiales y se define que el desarrollo debe proteger al medio ambiente. El término sostenibilidad, aparece en 1987, cuando en el informe de nuestro futuro común conocido como Informe *Brundtland* de las Naciones Unidas, reconoce al medio ambiente como el límite del desarrollo. En dicho informe se define el desarrollo sostenible como "el desarrollo que satisface todas las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". Esa frase, fue creada mediante el uso del término sostenible como un adjetivo que define y establece el proceso de evolución del mundo.

El Informe *Brundtland* sentó las bases conceptuales de la idea de desarrollo sostenible. La sostenibilidad se convirtió en el concepto clave y el modelo para la política internacional, regional y local en muchos países alrededor del mundo. En el informe, la Comisión de *Brundtland* señala los límites del sistema de la sociedad industrializada y retoma el análisis del Club de Roma⁶ en su informe:

los límites del crecimiento. La Comisión señalaba que "el concepto de desarrollo sostenible no implica límites, no límites absolutos, sino limitaciones impuestas por la tecnología actual y la organización social sobre los recursos ambientales y por la capacidad de la biosfera para absorber los efectos de las actividades humanas" (*Brundtland et ál.*, 1987). Entendido de este modo, el concepto de medio ambiente como sólo una parte del tema global que implica la sostenibilidad.

⁶ El Club de Roma es una no-organización no-gubernamental y no lucrativa (ONG). (www.clubderoma.net)

Igualmente se expuso que la economía y el medio ambiente no pueden ser tratadas separadamente “las políticas económicas que han asumido una biosfera ilimitada y auto generadora, deben ahora cambiar y reconocer serios límites ecológicos” (*Brundtland et ál., 1987*).

El término ha sido adaptado a una variada serie de interpretaciones que la han conducido a un desempeño en contra de su operatividad. Existen semejanzas de las interpretaciones desde la ciencia ecológica, económica o desde la sostenibilidad ambiental. Martínez Alier (1998), indica que el DS enfrenta probablemente lo que él denomina una cuestión ecológica política y por tanto materia de debate y decisiones de carácter global y estructural. Al realizar una revisión de estos significados se encuentran algunas definiciones desarrolladas por lo general por científicos centrados sólo en la sostenibilidad del medio ambiente (uso de los recursos naturales, capacidad de carga, producción limpia etc). En estas definiciones rara vez se consideran los aspectos sociales y sus interrelaciones con los aspectos económicos y ambientales.

Es posible separar las diferentes definiciones DS en las siguientes categorías:

1. la perspectiva de los economistas convencionales
2. la visión no ambiental desde una perspectiva de degradación
3. perspectiva integradora, es decir, que abarque los aspectos económicos, ambientales y sociales
4. perspectiva intergeneracional
5. perspectiva holística.

En la siguiente tabla se encuentra una compilación de perspectivas teóricas utilizadas para describir el DS:

Tabla 1. Aspectos Teóricos sobre el desarrollo sostenible.

Teoría	Caracterización del Desarrollo Sostenible
Neoclásica/Equilibrio	Bienestar no decreciente (antropocéntrico); crecimiento sostenible basado en tecnología y sustitución; optimiza las externalidades ambientales; mantiene el acervo agregado de capital natural y económico; los objetivos individuales prevalecen sobre las metas sociales; la política se aplica cuando los objetivos individuales entran en conflicto; la política de largo plazo se basa en soluciones de mercado.
Neoaustriaca - temporal	Secuencia teleológica de adaptación consciente y orientada al logro de las metas; previene los patrones irreversibles; mantiene el nivel de organización (negentropía) del sistema económico; optimiza los procesos dinámicos de extracción, producción, consumo, reciclaje y tratamiento de desechos.
Ecológica-Evolutiva	Mantiene la resiliencia de los sistemas naturales, contemplando márgenes para fluctuaciones y ciclos (destrucción periódica); aprende de la incertidumbre de los procesos naturales; no dominio de las cadenas alimentarias por los seres humanos; fomento de la diversidad genética/biótica/ecosistémica; flujo equilibrado de nutrientes en los ecosistemas.
Tecnológica-Evolutiva	Mantiene la capacidad de adaptación co-evolutiva en términos de conocimientos y tecnología para reaccionar a la incertidumbre; fomenta la diversidad económica de actores, sectores y tecnologías.
Físico – Económica	Restringe los flujos de materiales y energías hacia y desde la economía; metabolismo industrial basado en política de cadena materiales-producto: integración de tratamiento de desechos, mitigación, reciclado y desarrollo de productos.
Biofísico- Energética	Estado estacionario con transflujo de materiales y energía mínimo; mantiene el acervo físico y biológico y la biodiversidad; transición a sistemas energéticos que producen un mínimo de efectos contaminantes
Sistémico - Ecológica	Control de los efectos humanos directos e indirectos sobre los ecosistemas; equilibrio entre los insumos y productos materiales de los sistemas humanos; minimización de los factores de perturbación de los ecosistemas, tanto locales como globales.

Teoría	Caracterización del Desarrollo Sostenible
	mejoramiento de las soluciones ingenieriles en la frontera entre la economía, la tecnología y los ecosistemas; aprovechamiento de la resiliencia, la auto-organización, la autorregulación y las funciones de los sistemas naturales para fines humanos.
Ecología- Humana	Permanencia dentro de la capacidad de carga (crecimiento logístico); escala limitada de la economía y la población; consumo orientado a la satisfacción de las necesidades básicas; ocupación de un lugar modesto en la red alimentaria del ecosistema y la biosfera; tiene siempre en cuenta los efectos multiplicadores de la acción humana en el tiempo y el espacio.
Socio- Biológica	Conservación del sistema cultural y social de interacciones con los ecosistemas; respecto por la naturaleza integrado en la cultura; importancia de la supervivencia del grupo.
Histórico Institucional	Igual atención al interés de la naturaleza, los sectores y las generaciones futuras; integración de los arreglos institucionales en las políticas económicas y ambientales; creación de apoyo institucional de largo plazo a los intereses de la naturaleza; soluciones holísticas y no parciales basadas en una jerarquía de valores.
Ético- Utópica	Nuevos sistemas individuales de valor y nuevos objetivos sociales; atención equilibrada a la eficiencia, distribución, escala; fomento de actividades en pequeña escala y control de los efectos secundarios; política de largo plazo basada en valores cambiantes y estimulante del comportamiento ciudadano en contraposición al comportamiento individualista.

Fuente: Berg y Jeroen (1996).

La Conferencia de Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible Rio de 1992 institucionalizó el uso de la palabra sostenible como un adjetivo, que en los años posteriores ha transformado la sostenibilidad en un sustantivo más amplio.

El desarrollo sostenible es a menudo confundido con la sostenibilidad. Una cosa es sostenible cuando se puede mantener en un estado determinado en un tiempo intereses económicos, la sostenibilidad identifica la legitimidad de crecimiento económico para satisfacer las necesidades humanas.

Al someter el desarrollo sostenible a un concepto se forman vínculos claros con muchos temas de preocupación: la calidad del medio ambiente, la seguridad, el control de la población etc. El terreno del desarrollo sostenible se subdivide en tres áreas: económica, ambiental y social. Estos denominados pilares o dimensiones de la sostenibilidad deben ser abordados en la evaluación de la sostenibilidad de un proyecto. Por lo tanto, la interpretación limitada en la que se tiene la sostenibilidad y el desarrollo sostenible para el pilar ecológico solo, se sustituye por la interpretación más amplia donde los tres pilares están cubiertos.

En los años setenta y ochenta se habían establecido dos cosas. En primer lugar, la crisis ambiental era real. En segundo lugar, lo que el mundo estaba dispuesto a hacer al respecto, la prioridad del mundo para el crecimiento económico era invariable. Los marcos legales y regulatorios que se han creado para proteger al mundo de que el crecimiento ha hecho mucho bien, pero no había cambiado nada fundamental.

En su informe, la Comisión de *Brundtland* no puso en duda el paradigma del desarrollo industrial en sí, sino más bien el objetivo de integrar los objetivos ecológicos, sociales y económicos. La conciliación de estos objetivos en los planos nacional e internacional es el mensaje básico del concepto de sostenibilidad.

El interés por la sostenibilidad ha crecido en los últimos años. La sostenibilidad es un problema que integra el medio ambiente y la economía de una manera que ambas partes puedan coexistir con ella y utilizarla como un nuevo punto de partida para hacer frente a lo que es básicamente el mismo problema que existía en 1970: cómo reestructurar la relación de la economía a la tierra. Para los intereses ambientales, la sostenibilidad reconoce la realidad de la crisis ambiental.

En el mundo se está tratando de desarrollar e implementar métodos, prácticas, programas y tecnologías que satisfagan las necesidades actuales sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras, y las organizaciones tratan de equilibrar las necesidades del medio ambiente, la economía y la sociedad. Las ponencias acerca de lo que realmente significa la sostenibilidad y la forma de lograrlo son tan múltiples como las entidades luchando por ello. Kirkby et al. (1995) señaló que al menos 70 diferentes

definiciones de desarrollo sostenible han aparecido en la literatura entre 1974 y 1992. Este número ha crecido exponencialmente, dado que prácticamente todas las disciplinas y organizaciones tienen un interés personal en el movimiento por la sostenibilidad. El rango de las definiciones es tan variado que Lozano (2008) fue capaz de separar en 5 categorías completamente diferentes. En sus esfuerzos por aclarar la ambigüedad y los términos utilizados en la clasificación de campo de la sostenibilidad, Glavic y Lukman (2007) defienden que "el desarrollo sostenible debe estar apoyado de indiscutibles terminologías, aplicables al mundo real". Con tantas opiniones y definiciones que circulan con respecto a la sostenibilidad, existe la necesidad de un conjunto de principios básicos que se pueden aplicar de manera uniforme en todos los segmentos de la sociedad y las disciplinas. Los principios son significados fundamentales que sirven de plataforma para las acciones, y como un marco esencial para el constitución de un sistema más complejo (Glavic y Lukman, 2007).

En conclusión, la sostenibilidad ofrece a las empresas y a otros intereses corporativos una oportunidad de cambiar la matriz organizativa sin comprometerse a cambiar nada fundamental sobre sus operaciones. El principal valor de la sostenibilidad ha sido la de articular una meta de reducción de la brecha entre los límites del medio ambiente y las aspiraciones económicas de la humanidad y para incitar al debate acerca de cómo hacerlo posible.

4.1.4.1 transformación del Concepto de Desarrollo Sostenible

En los años 60 se emprendieron acuerdos y diversos instrumentos jurídicos para evitar la contaminación marina y en los años 70 se aumentaron los esfuerzos para ampliar la lucha contra la contaminación en otros ámbitos. En la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio humano de Estocolmo, 1972 se implantaron los temas de trabajo de la comunidad internacional, la relación entre el desarrollo económico y la degradación ambiental. Después de la conferencia, fue creado el programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente (PNUMA) que hasta el día de hoy es el principal organismo mundial en la materia. En el año 73 se crearon nuevas metodologías y se buscaron medidas específicas y nuevas búsquedas de conocimientos para solucionar los problemas ambientales a nivel global.

En el año 1973 se creó la oficina de las Naciones Unidas para la región Sudano-Saheliana (ONURS) con el objetivo de impulsar la lucha contra la expansión de la desertificación en África occidental. Pero todas las energías por integrar las cuestiones ambientales con la planificación económica y la adopción de decisiones a nivel nacional se mueven de manera lenta, el medio ambiente continua su vía al deterioro y los problemas son cada vez más graves como el calentamiento global, el agotamiento de la capa de ozono y la contaminación del agua, mientras que la destrucción de los recursos naturales se ha acelerado ágilmente.

En el desarrollo de las conferencias de la ONU sobre temas ambientales sumado al trabajo realizado por el PNUMA se han divulgado y estudiado temas ambientales de suma importancia para el planeta tales como:

- ✓ La desertificación.
- ✓ El desarrollo sostenible y los bosques.
- ✓ La protección de la capa de ozono.
- ✓ El cambio climático y el calentamiento de la atmósfera.
- ✓ Agua, energía y recursos naturales.
- ✓ La biodiversidad y la pesca excesiva.
- ✓ El desarrollo sostenible de los pequeños Estados Insulares (islas).
- ✓ El medio marino.
- ✓ La seguridad nuclear y el medio ambiente.
- ✓ Estados Insulares en Desarrollo (Islas).

- ✓ Poblaciones de peces altamente migratorias y transzonales.

Estos temas sumaron esfuerzos a la conservación del Planeta.

En los años 80 los estados miembros mantuvieron negociaciones históricas sobre cuestiones ambientales como las relacionadas a los tratados para la protección de la capa de ozono y el control de los traslados de desechos tóxicos.

La comisión mundial creada en el año 1983 por la asamblea general sobre el medio ambiente y el desarrollo, advirtió que era necesario lograr urgentemente un nuevo tipo de desarrollo que asegurara el bienestar económico de las generaciones actuales y futuras protegiendo a un tiempo los recursos ambientales de los que depende todo desarrollo. En el informe presentado por la comisión a la asamblea general en 1987 se introdujo el concepto de desarrollo sostenible como enfoque alternativo al desarrollo basado simplemente en un crecimiento económico sin restricciones.

Por su parte, la agenda política ha evolucionado desde el concepto del desarrollo sostenible, expresado en la forma que conocemos actualmente como: “aquel que nos permite satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Este concepto aparece en el reporte elaborado por la comisión mundial para el medio ambiente y el desarrollo, también conocida como la comisión *Brundtland* del año 1985 el cual se tituló “Nuestro Futuro Común”.

En la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo, la cual se desarrolló en Río de Janeiro en 1992, surgió la Agenda 21. En esta reunión, representantes de los gobiernos y de la sociedad civil acordaron adoptar un plan de acción que los estados deberían llevar a cabo para transformar el modelo de desarrollo actual en un nuevo modelo que fuera duradero en el tiempo, eficiente y racional en el uso de los recursos, y equitativo en los beneficios. A partir del informe al Club de Roma llamado Factor 4, se acordó duplicar el bienestar de la población con la mitad de los recursos naturales y se planteó el aumento de la productividad de los recursos para lograr la sostenibilidad del planeta.

Desde el año 1997 en el protocolo de Kyoto se fijaron compromisos ambientales los

cuales han fracasado debido al mercado de interés en el problema ambiental; por lo cual se han tratado de reactivar los esfuerzos con: la reducción de las desigualdades de distribución de riqueza y el cambio de patrones de consumo y producción.

Divulgándose conceptos como coeficiencia, cogeneración, gestión del ciclo de vida del producto y ecosistemas industriales derivando de este ultimo los conceptos de espacio ambiental, huella ambiental o la huella ecológica⁹. Los cálculos indican que se han sobrepasado la capacidad del planeta y se está agotando el capital natural. También se fueron sumando los términos ecodiseño, eco etiquetado, factor 10, todos estos conceptos ayudan mitigar los impactos ambientales, pero en el fondo no desarrollan la dimensión social y son estrategias aisladas con enfoque productivo.

En cuanto al manejo dado por parte de la autoridad ambiental a los problemas ambientales, se cuenta con el control, el cual a grandes rasgos establece límites de contaminación. También se está trabajando con acuerdos voluntarios, como los convenios de producción más limpia que establecen las empresas con las autoridades ambientales y con instrumentos de carácter económico o impuestos ambientales, que son conocidos como tasas retributivas por consumo o por emisiones.

Por el incremento de los costos ambientales, por la presión de la legislación y por la aparición del concepto de los pasivos ambientales, las empresas consideraron las ventajas de trabajar utilizando buenas prácticas para anticiparse a los problemas, y comenzaron a aparecer las iniciativas preventivas, tales como los principios de la Cámara de Comercio Internacional. Más adelante se crearon los sistemas de gestión estandarizados, como la ISO 14001 que trata el tema del medio ambiente, y las herramientas para la gestión social responsable, con lo cual las estrategias empresariales se orientan hacia la obtención de la sostenibilidad.

Actualmente, la orientación empresarial de la sostenibilidad se encuentra guiada por numerosas iniciativas, y metas incluidas en la Declaración del Milenio (año 2015); y el Pacto Mundial (Global Compact), que es una iniciativa de las Naciones Unidas con objetivos de desarrollo del milenio, estos ocho objetivos son:

- ODM 1: erradicar la pobreza extrema y el hambre
- ODM 3: promover la igualdad entre los sexos y la autonomía de la mujer
- ODM 4: reducir la mortalidad infantil
- ODM 5: mejorar la salud materna
- ODM 6: combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades
- ODM 7: Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente
- ODM 8: Fomentar una asociación mundial para el desarrollo

Colombia cuenta con una guía Técnica Colombiana de Responsabilidad Social, la cual identifica entre los aspectos significativos un enfoque socialmente responsable; la gestión de una organización orientada hacia el desarrollo sostenible, enunciando que este debe constituirse en un objetivo estratégico de corto, mediano y largo plazo de las organizaciones que quieran ser socialmente sostenibles, incluyendo el desarrollo sostenible en la formulación de valores organizacionales y en los criterios de gestión de las relaciones con las partes interesadas (*stakeholders*) e incluir este enfoque en la construcción de indicadores de gestión, así como en los procesos de verificación internos y externos, por tanto, todo enfoque de responsabilidad social se enmarca dentro del principio del desarrollo sostenible y ello implica para las organizaciones asegurar el desarrollo de tres pilares fundamentales: formalizar políticas y sistemas de gestión en las dimensiones económica, social y ambiental, transparencia sobre los resultados alcanzados en este propósito y verificación externa de dicho resultado. Las organizaciones deben reportar anualmente la sostenibilidad publicando y divulgando a sus partes mostrando el trabajo realizado y el cumplimiento de los compromisos en las dimensiones ambiental, social y económica. El día mundial del medioambiente, que se celebra cada 5 junio, en el 2012 se realizó en Brasil, programado por la ONU para el Medio Ambiente (PNUMA). Señalando que este año la jornada sería una oportunidad para invitar a la población a evaluar en qué áreas de la vida cotidiana se puede aplicar la economía verde¹². También para analizar de qué manera la economía sostenible puede ser un recurso para el desarrollo social, económico y medioambiental de los siete mil millones de habitantes que hay actualmente en el planeta, Brasil también fue sede de la Conferencia sobre Desarrollo Sostenible "Río + 20", a la que asistieron líderes mundiales para discutir el diseño de un futuro sostenible con el medio ambiente.

El desarrollo de estas cumbres muestra la conciencia de que es necesario preservar y mantener el medio ambiente. Esto se ve reflejado en todos los ámbitos de trabajo de las Naciones Unidas. La colaboración dinámica establecida entre la organización y los gobiernos, las ONGs, la comunidad científica y el sector privado está generando nuevos conocimientos y medidas concretas para solucionar los problemas ambientales globales. Las Naciones Unidas consideran que proteger el medio ambiente debe ser parte de todas las actividades de desarrollo económico y social. Si no se protege el medio ambiente no se podrá alcanzar el desarrollo sostenible.

4.1.4.2 Dimensiones de la Sostenibilidad

La característica clave de las dimensiones de la sostenibilidad es la integración de los aspectos económicos, ambientales y sociales, denominados los principales pilares de la sostenibilidad y las relaciones entre ellos. La siguiente cita es un ejemplo clave de esta perspectiva: " Desarrollo sostenible implica el ejercicio simultáneo de la prosperidad económica, calidad ambiental y la equidad social" (Caníbales con tenedores. John Elkington. (1997)).

Las tres dimensiones básicas de la sostenibilidad son: social, medioambiental y económica y algunos autores que incluyen una cuarta institucional- política y hasta una quinta como cultural, se piensa que dentro de las tres dimensiones también es importante la sostenibilidad educativa para completar el carácter complejo que abarca este concepto. A continuación, se explica cada una de los pilares de la sostenibilidad tenidos en cuenta en el DS actual:

- **Dimensión ambiental o ecológica**

La dimensión ambiental de la sostenibilidad es el origen de la protección de los recursos naturales necesarios para la seguridad energética y alimentaria de los pueblos y de igual forma pretende el crecimiento de la producción para satisfacer a las metrópolis en crecimiento demográfico. Esta dimensión tiene un delgado vínculo con el desarrollo de las sociedades las cuales provocan sobre consumo o insostenibilidad de los recursos naturales obedeciendo de si son desarrolladas o subdesarrolladas, siendo la pobreza el principal enemigo del medio ambiente.

- **Dimensión social**

La sostenibilidad social, implica entablar un nuevo estilo de desarrollo que ayude al uso de los recursos naturales y la preservación de la biodiversidad y como dice Guimarães, Roberto P. (1998). “socialmente sustentable en la reducción de la pobreza y de las desigualdades sociales y promueva la justicia y la equidad; que sea culturalmente sustentable en la conservación del sistema de valores, prácticas y símbolos de identidad que, pese a su evolución y reactualización permanente, determinan la integración nacional a través de los tiempos; y que sea políticamente sustentable al profundizar la democracia y garantizar el acceso y la participación de todos en la toma de decisiones públicas. Este nuevo estilo de desarrollo tiene como norte una nueva ética del desarrollo, una ética en la cual los objetivos económicos del progreso estén subordinados a las leyes de funcionamiento de los sistemas naturales y a los criterios de respeto a la dignidad humana y de mejoría de la calidad de vida de las personas”

- **Dimensión económica**

El contenido de la dimensión económica pide un desarrollo económicamente eficiente y equitativo dentro y entre las generaciones presentes y futuras. La puesta en marcha de procesos de producción más limpia y eficiente y la agregación de valor a las materias primas demuestran que en el esquema de sostenibilidad lo que es importante no es el crecimiento de la producción sino la calidad de los servicios que se prestan.

- **Dimensión política e institucional**

La sostenibilidad es afín a las causas de cimentación de la ciudadanía, y busca avalar la asociación plena de las personas a los beneficios de la sostenibilidad. El primer reto es fortalecer el potencial de las organizaciones sociales y comunitarias; el acercamiento a la información por parte de los ciudadanos sobre el medio ambiental, y el aprendizaje para la toma de decisiones, en una segunda instancia se logra a través de la intervención del ciudadano al estado y la asimilación del concepto de responsabilidad política en la actividad pública.

Estos son los desafíos políticos, que se podrán enfrentar a través de la construcción de asociaciones entre diferentes grupos sociales, con el fin de lograr un consenso para el cambio de estilo de vida hacia un mundo sostenible.

- **Dimensión tecnológica**

Es necesario un incremento de la innovación y el desarrollo tecnológicos para disminuir el contenido en recursos naturales de especificadas actividades económicas, así como para mejorar la calidad de la producción. Esta dimensión conlleva a la búsqueda y cambio de tecnologías más eficientes en el caso puntual de los países industrializados y el desarrollo de tecnologías más eficientes y limpias en países subdesarrollados.

- **Dimensión geográfica**

Las dimensión geográfica o territorial adaptado de Guimarães, Roberto (2006) pone en consideración que la sostenibilidad funda uno de los principales retos de las políticas públicas contemporáneas, de ordenamiento y planificación ambiental, que pretenden la sostenibilidad ambiental y social del desarrollo y también el crecimiento de las regiones, avalando que las actividades productivas de las distintas economías regionales promuevan la calidad de vida de la población y protejan el patrimonio natural para las generaciones próximas.

- **Dimensión cultural**

El cambio de mentalidad lleva a realizar un cambio en el modelo de civilización hoy dominante, en lo que se refiere a los patrones culturales de relación sociedad, naturaleza. La sostenibilidad no sólo debería promover también los patrones culturales y la diversidad cultural de los pueblos esto comprende la situación de equidad que promueve que los miembros de una comunidad, posean acceso igual a oportunidades de educación y aprendizaje de valores de acuerdo con un mundo en crecimiento y de un elemento de respeto absoluto con la naturaleza y su relación con la humanidad.

4.1.4.3 Agenda 21, los Objetivos del Desarrollo del Milenio

El Plan de Acción Mundial para el Desarrollo Sostenible, a menudo es llamado Agenda 21, fue el principal resultado de la Naciones Unidas para la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992, En la cumbre de 178 naciones firmaron oficialmente el Programa 21 esta agenda declara que “El Programa 21 aborda los problemas acuciantes de hoy y también trata de preparar al mundo para los desafíos del próximo siglo. Refleja un consenso mundial y un compromiso político al más alto nivel sobre el desarrollo y la cooperación ambiente. Su ejecución con éxito incumbe, ante todo, responsabilidad de los gobiernos. Las estrategias, planes, políticas y procesos son fundamentales para lograrlo. La cooperación internacional debe apoyar y complementar tales esfuerzos nacionales.”

Que contiene la Agenda 21: consta de 115 programas diferentes y muy específicos diseñados para facilitar la transición al desarrollo sostenible. El objetivo, visiblemente formulado por los líderes de la Cumbre de la Tierra, es estimular un cambio en el actual sistema de naciones independientes. El programa se divide en las siguientes áreas: agricultura, biodiversidad y gestión de ecosistemas, educación, energía y vivienda, población, salud pública, recursos y reciclaje, transporte y desarrollo económico sostenible.

Esta cumbre, mostró un plan de implementación de cincuenta páginas con prioridades de acción. Manifestó metas para el 2015 sobre la asequibilidad a saneamiento básico, innovación y energías renovables, manejo de tóxicos, protección de océanos, conservación de la biodiversidad y mejora de la gestión de los ecosistemas. Presenció también el lanzamiento de más de 300 alianzas para implementar proyectos sostenibles. Cien líderes mundiales presentaron sus observaciones. Diez mil delegados, ocho mil representantes de la sociedad civil.

La Agenda 21 contempla tres aspectos: la sostenibilidad medioambiental, la justicia social y el equilibrio económico. Todas ellas obedecen de la participación ciudadana.

La Agenda 21 no se puede desarrollar sin la participación de la ciudadanía, aunque debe ser promovida por los poderes públicos y las diferentes asociaciones públicas o privadas. Las disertaciones generadas por esta cumbre en el ámbito internacional provocaron la elaboración de variados documentos, los siguientes son una muestra de ellos: "The Earth Summit. The United Nations Conference on Environment and Development" S. P. Johnson, (UNCED). Earth Politics" de E. U. von Weizsacker, "Our Country, The Planet" de S. Ramphal. "Saving our Planet" de M. K. Tolba. "Valuing the Environment" editado por I. Serageldin y A. Steer, "Mainstreaming the Environment" del Banco Mundial, "Getting to the 21 century" de David C. Korten, "Economía Verde" de M. Jacobs," Vital Signs", de L. Brown, Ch. Flavin y H. Kane, "Global Ecology" editado por W. Sachs y "Pensamiento Político Verde, una nueva ideología para el siglo XXI " de A. Dobson. "La economía ecológica de la sostenibilidad, Invertir en el capital natural", de R. Goodland, "Our Common Journey, A Transition Towards Sustainability" del National Research Council, de la Academia de Ciencias de EE.UU.

La agenda 21 expone la primera aplicación práctica del término de sostenibilidad a escala urbana y local, en la cual propone que la aplicación de la sostenibilidad sean los indicadores como elemento para la evaluación y control de las tres dimensiones del desarrollo sostenible ambiental, social y económica. "Los indicadores de desarrollo sostenible necesitan ser desarrollados para proporcionar bases sólidas para la toma de decisiones en todos los niveles y para contribuir a una sostenibilidad auto regulada con el medio ambiente y sistemas de desarrollo" (*United Nation 1992*). De acuerdo a la Agenda 21, sobre la construcción sostenible (1999), las estrategias para la construcción sostenible deben ser: "compatible con el clima, la cultura, la construcción de las tradiciones, el nivel de desarrollo industrial y de la naturaleza de los edificios. Sostenibilidad en la edificación, por consiguiente, sólo se evaluará en función de las condiciones locales y, en consecuencia, los criterios específicos nacionales son necesarios". (Programa 21 Naciones unidas (1992))

Colombia y la Agenda 21: En el proceso hacia Rio +20, Colombia estuvo en Estocolmo, fue el primer país del planeta en emitir un código de recursos naturales y del ambiente, celebró los 10 años de Estocolmo en ECOLOMBIA 82, inició el programa de incorporación ambiental en los programas de educación superior desde el 84, con la

red de formación ambiental, declaro 56 parques naturales de más de 12 millones de hectáreas, (12% del territorio Nacional), cuenta con extensas zonas de resguardos indígenas, pertenece a la Comisión Mundial (Brundtland), a la Comisión Latinoamericana y del Caribe sobre medio ambiente y desarrollo, promulgo la Constitución del 91 “La Constitución Ambiental”, creo el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible y un Sistema Nacional Ambiental, preparo propuestas novedosas para la Cumbre de la Tierra; oriento los Diálogos Globales Hannover 2000, asistió a Johannesburgo; y admitió y confirmo los más importantes convenios ambientales de orden global. Lideró en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible “Río + 20”, la propuesta para adoptar un mandato a partir del cual se desarrollen unos objetivos de desarrollo sostenible. Estos objetivos son profundizar sobre la integración de la dimensión social, económica y ambiental del desarrollo, en unas metas concretas, de aplicación universal e implementación nacional, acordes a las necesidades de cada estado. Se centran en el futuro urbano, la energía sostenible, la seguridad alimentaria y el manejo integral del agua y los océanos. La Agenda 21, elaborada por Colombia para Rio+20, revisa la serie de principios orientadores del desarrollo sostenible. Se encuentran informes detallados de los diferentes conocimientos sobre los ecosistemas colombianos, de sus interacciones con la gestión y las políticas en todos los sectores de la acción pública y declara el propósito y compromiso con la conservación y uso sostenible del patrimonio natural del país. Hasta hoy los resultados no han sido suficientes, y no se puede sino confiar que en el futuro el estado continúe trabajando para encaminar el país a su desarrollo sostenible.

4.1.4.4 Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas 2015-2030

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible, también conocidos como Objetivos Mundiales, se adoptaron por todos los Estados Miembros en 2015 como un llamado universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2030.

Los 17 ODS están **integrados**, ya que reconocen que las intervenciones en un área

afectarán los resultados de otras y que el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad medio ambiental, económica y social.

Todo el mundo es necesario para alcanzar estos objetivos ambiciosos. Se necesita la creatividad, el conocimiento, la tecnología y los recursos financieros de toda la sociedad para conseguir los ODS en cada contexto.

Los ODS constituyen un compromiso audaz para finalizar lo que hemos iniciado y abordar los problemas más urgentes a los que hoy se enfrenta el mundo. Los 17 Objetivos están interrelacionados, lo que significa que el éxito de uno afecta el de otros. Responder a la amenaza del cambio climático repercute en la forma en que gestionamos nuestros frágiles recursos naturales. Lograr la igualdad de género o mejorar la salud ayuda a erradicar la pobreza; y fomentar la paz y sociedades inclusivas reducirá las desigualdades y contribuirá a que prosperen las economías. En suma, es una oportunidad sin igual en beneficio de la vida de las generaciones futuras.

Los ODS coincidieron con otro acuerdo histórico celebrado en 2015, el Acuerdo de París aprobado en la Conferencia sobre el Cambio Climático (COP21). Junto con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres, firmado en el Japón en marzo de 2015, estos acuerdos proveen un conjunto de normas comunes y metas viables para reducir las emisiones de carbono, gestionar los riesgos del cambio climático y los desastres naturales, y reconstruir después de una crisis.

Los ODS son especiales por cuanto abarcan las cuestiones que nos afectan a todos. Reafirman nuestro compromiso internacional de poner fin a la pobreza de forma permanente en todas partes. Son ambiciosos, pues su meta es que nadie quede atrás. Lo que es más importante, nos invitan a todos a crear un planeta más sostenible, seguro y próspero para la humanidad.

Los objetivos de desarrollo sostenible de las naciones unidas son 17, tal como se describen a continuación:

1. FIN DE LA POBREZA

Erradicar la pobreza en todas sus formas sigue siendo uno de los principales desafíos que enfrenta la humanidad. Si bien la cantidad de personas que viven en la extrema pobreza disminuyó en más de la mitad entre 1990 y 2015, aún demasiadas luchan por satisfacer las necesidades más básicas.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible constituyen un compromiso audaz para finalizar lo que comenzamos y terminar con la pobreza en todas sus formas y dimensiones para 2030. Esto requiere enfocarse en los más vulnerables, aumentar el acceso a los recursos y servicios básicos y apoyar a las comunidades afectadas por conflictos y desastres relacionados con el clima.

2. HAMBRE CERO

Debido al rápido crecimiento económico y al aumento de la productividad agrícola en las últimas dos décadas, el número de personas desnutridas disminuyó casi a la mitad. Muchos países en desarrollo que sufrían hambrunas están ahora en condiciones de satisfacer las necesidades nutricionales de los más vulnerables. Regiones como Asia Central y Oriental y América Latina y el Caribe han avanzado enormemente en la erradicación del hambre.

Desgraciadamente, el hambre y la desnutrición siguen siendo grandes obstáculos para el desarrollo de muchos países. Se estima que 821 millones de personas sufrían de desnutrición crónica al 2017, a menudo como consecuencia directa de la degradación ambiental, la sequía y la pérdida de biodiversidad. Más de 90 millones de niños menores de cinco años tienen un peso peligrosamente bajo. La desnutrición y la inseguridad alimentaria parece estar incrementándose tanto en casi todas las de regiones de África, como en América del Sur.

3. SALUD Y BIENESTAR

La buena salud es esencial para el desarrollo sostenible, y la Agenda 2030 refleja la complejidad y la interconexión de ambos. Toma en cuenta la ampliación de las desigualdades económicas y sociales, la rápida urbanización, las amenazas para el clima y el medio ambiente, la lucha continua contra el VIH y otras enfermedades infecciosas, y los nuevos problemas de salud, como las enfermedades no transmisibles. La cobertura universal de salud será integral para lograr el ODS 3, terminar con la pobreza y reducir las desigualdades. Las prioridades de salud global emergentes que no se incluyen explícitamente en los ODS, incluida la resistencia a los antimicrobianos, también demandan acción. Sin embargo, el mundo no está bien encaminado para alcanzar los ODS relacionados con la salud. El progreso ha sido desigual, tanto entre países como dentro de ellos. Sigue habiendo una discrepancia de 31 años entre los países con la esperanza de Vida más corta y la más larga. Si bien algunos han logrado avances impresionantes, los promedios nacionales ocultan el hecho de que algunas poblaciones, grupos y comunidades se están quedando atrás. Los enfoques multisectoriales, basados en los derechos y con perspectiva de género, son esenciales para abordar las desigualdades y asegurar una buena salud para todas las personas.

4. EDUCACIÓN DE CALIDAD

Desde 2000 se ha registrado un enorme progreso en la meta relativa a la educación primaria universal. La tasa total de matrícula alcanzó el 91% en las regiones en desarrollo en 2015 y la cantidad de niños que no asisten a la escuela disminuyó casi a la mitad a nivel mundial. También ha habido aumentos significativos en las tasas de alfabetización y más niñas que nunca antes asisten hoy a la escuela. Sin duda, se trata de logros notables.

El objetivo de lograr una educación inclusiva y de calidad para todos se basa en la firme convicción de que la educación es uno de los motores más poderosos y probados para garantizar el desarrollo sostenible. Con este fin, el objetivo busca asegurar que todas las niñas y niños completen su educación primaria y secundaria gratuita para 2030. También aspira a proporcionar acceso igualitario a formación técnica asequible y eliminar las disparidades de género e ingresos, además de lograr el acceso universal a educación superior.

5. IGUALDAD DE GÉNERO

Poner fin a todas las formas de discriminación contra las mujeres y niñas no es solo un derecho humano básico, sino que además es crucial para el desarrollo sostenible. Se ha demostrado una y otra vez que empoderar a las mujeres y niñas tiene un efecto multiplicador y ayuda a promover el crecimiento económico y el desarrollo a nivel mundial.

El PNUD le ha otorgado a la igualdad de género un lugar central en su trabajo y hemos visto un progreso notable en los últimos 20 años. Más niñas van a la escuela que hace 15 años, y la mayoría de las regiones ha alcanzado la paridad de género en la educación primaria.

Garantizar el acceso universal a salud reproductiva y sexual y otorgar a la mujer derechos igualitarios en el acceso a recursos económicos, como tierras y propiedades, son metas fundamentales para conseguir este objetivo. Hoy más mujeres que nunca ocupan cargos públicos, pero alentar a más mujeres para que se conviertan en líderes ayudará a alcanzar una mayor igualdad de género.

6. AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO

La escasez de agua afecta a más del 40 por ciento de la población mundial, una cifra alarmante que probablemente crecerá con el aumento de las temperaturas globales producto del cambio climático. Aunque 2.100 millones de personas han conseguido acceso a mejores condiciones de agua y saneamiento desde 1990, la decreciente disponibilidad de agua potable de calidad es un problema importante que aqueja a todos los continentes.

Cada vez más países están experimentando estrés hídrico, y el aumento de las sequías y la desertificación ya está empeorando estas tendencias. Se estima que al menos una de cada cuatro personas se verá afectada por escasez recurrente de agua para 2050.

Con el fin de garantizar el acceso universal al agua potable segura y asequible para todos en 2030, es necesario realizar inversiones adecuadas en infraestructura, proporcionar instalaciones sanitarias y fomentar prácticas de higiene.

7. ENERGIA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

Entre 2000 y 2016, la cantidad de personas con acceso a energía eléctrica aumentó de 78 a 87 por ciento, y el número de personas sin energía bajó a poco menos de mil millones.

Sin embargo, a la par con el crecimiento de la población mundial, también lo hará la demanda de energía accesible, y una economía global dependiente de los combustibles fósiles está generando cambios drásticos en nuestro clima.

Para alcanzar el ODS7 para 2030, es necesario invertir en fuentes de energía limpia, como la solar, eólica y termal y mejorar la productividad energética.

8. TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

Durante los últimos 25 años, la cantidad de trabajadores que viven en condiciones de pobreza extrema ha disminuido drásticamente, pese al impacto de la crisis económica de 2008 y las recesiones globales. En los países en desarrollo, la clase media representa hoy más del 34% del empleo total, una cifra que casi se triplicó entre 1991 y 2015. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible apuntan a estimular el crecimiento económico sostenible mediante el aumento de los niveles de productividad y la innovación tecnológica. Fomentar políticas que estimulen el espíritu empresarial y la creación de empleo es crucial para este fin, así como también las medidas eficaces para erradicar el trabajo forzoso, la esclavitud y el tráfico humano. Con estas metas en consideración, el objetivo es lograr empleo pleno y productivo y un trabajo decente para todos los hombres y mujeres para 2030.

9. INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA

La inversión en infraestructura y la innovación son motores fundamentales del crecimiento y el desarrollo económico. Con más de la mitad de la población mundial viviendo en ciudades, el transporte masivo y la energía renovable son cada vez más importantes, así como también el crecimiento de nuevas industrias y de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Los avances tecnológicos también son esenciales para encontrar soluciones permanentes a los desafíos económicos y ambientales, al igual que la oferta de nuevos empleos y la promoción de la eficiencia energética. Otras formas importantes para facilitar el desarrollo sostenible son la promoción de industrias sostenibles y la inversión en investigación e innovación científicas.

Más de 4.000 millones de personas aún no tienen acceso a Internet y el 90 por ciento proviene del mundo en desarrollo. Reducir esta brecha digital es crucial para garantizar el acceso igualitario a la información y el conocimiento, y promover la innovación y el emprendimiento.

10. REDUCCIÓN DE LAS DESIGUALDADES

La desigualdad de ingresos ha aumentado en casi todas partes en las últimas décadas, pero a diferentes velocidades. La más baja es en Europa y la más alta es en el Medio Oriente.

Para frenar este aumento de las disparidades, es necesario adoptar políticas sólidas que empoderen a las personas de bajos ingresos y promuevan la inclusión económica de todos y todas, independientemente de su género, raza o etnia.

La desigualdad de ingresos es un problema mundial que requiere soluciones globales. Estas incluyen mejorar la regulación y el control de los mercados y las instituciones financieras y fomentar la asistencia para el desarrollo y la inversión extranjera directa para las regiones que más lo necesiten. Otro factor clave para salvar esta distancia es facilitar la migración y la movilidad segura de las personas.

11. CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES

Más de la mitad de la población mundial vive hoy en zonas urbanas. En 2050, esa cifra habrá aumentado a 6.500 millones de personas, dos tercios de la humanidad. No es posible lograr un desarrollo sostenible sin transformar radicalmente la forma en que construimos y administramos los espacios urbanos.

El rápido crecimiento de las urbes en el mundo en desarrollo -como resultado de la creciente población y del incremento en la migración- ha provocado un incremento

explosivo de las mega urbes, especialmente en el mundo desarrollado, y los barrios marginales se están convirtiendo en una característica más significativa de la vida urbana.

Mejorar la seguridad y la sostenibilidad de las ciudades implica garantizar el acceso a viviendas seguras y asequibles y el mejoramiento de los asentamientos marginales. También incluye realizar inversiones en transporte público, crear áreas públicas verdes y mejorar la planificación y gestión urbana de manera que sea participativa e inclusiva.

12. PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLE

Para lograr crecimiento económico y desarrollo sostenible, es urgente reducir la huella ecológica mediante un cambio en los métodos de producción y consumo de bienes y recursos. La agricultura es el principal consumidor de agua en el mundo y el riego representa hoy casi el 70% de toda el agua dulce disponible para el consumo humano.

El consumo de una gran proporción de la población mundial sigue siendo insuficiente para satisfacer incluso sus necesidades básicas. En este contexto, es importante reducir a la mitad el desperdicio per cápita de alimentos en el mundo a nivel de comercio minorista y consumidores para crear cadenas de producción y suministro más eficientes. Esto puede aportar a la seguridad alimentaria y llevarnos hacia una economía que utilice los recursos de manera más eficiente.

13. ACCIÓN POR EL CLIMA

No hay país en el mundo que no haya experimentado los dramáticos efectos del cambio climático. Las emisiones de gases de efecto invernadero continúan aumentando y hoy son un 50% superior al nivel de 1990. Además, el calentamiento global está provocando cambios permanentes en el sistema climático, cuyas consecuencias pueden ser irreversibles si no se toman medidas urgentes ahora.

Apoyar a las regiones más vulnerables contribuirá directamente no solo al Objetivo 13 sino también a otros Objetivos de Desarrollo Sostenible. Estas acciones deben ir

de la mano con los esfuerzos destinados a integrar las medidas de reducción del riesgo de desastres en las políticas y estrategias nacionales. Con voluntad política y un amplio abanico de medidas tecnológicas, aún es posible limitar el aumento de la temperatura media global a dos grados Celsius por encima de los niveles preindustriales, apuntando a 1,5°C. Para lograrlo, se requieren acciones colectivas urgentes.

14. VIDA SUBMARINA

Los océanos del mundo, su temperatura, composición química, corrientes y vida son el motor de los sistemas globales que hacen que la Tierra sea un lugar habitable para los seres humanos. La forma en que gestionamos este recurso vital es fundamental para la humanidad y para contrarrestar los efectos del cambio climático.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible generan un marco para ordenar y proteger de manera sostenible los ecosistemas marinos y costeros de la contaminación terrestre, así como para abordar los impactos de la acidificación de los océanos. Mejorar la conservación y el uso sostenible de los recursos oceánicos a través del derecho internacional también ayudará a mitigar algunos de los retos que enfrentan los océanos.

15. VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES

La vida humana depende de la tierra tanto como del océano para su sustento y subsistencia. La flora provee el 80% de la alimentación humana y la agricultura representa un recurso económico y un medio de desarrollo importante. A su vez, los bosques cubren el 30% de la superficie terrestre, proveen hábitats cruciales a millones de especies y son fuente importante de aire limpio y agua. Además, son fundamentales para combatir el cambio climático.

Se deben tomar medidas urgentes para reducir la pérdida de hábitats naturales y biodiversidad que forman parte de nuestro patrimonio común y apoyar la seguridad alimentaria y del agua a nivel mundial, la mitigación y adaptación al cambio climático, y la paz y la seguridad.

16. PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS

Sin paz, estabilidad, derechos humanos y gobernabilidad efectiva basada en el Estado de derecho, no es posible alcanzar el desarrollo sostenible. Vivimos en un mundo cada vez más dividido. Algunas regiones gozan de niveles permanentes de paz, seguridad y prosperidad, mientras que otras caen en ciclos aparentemente eternos de conflicto y violencia. De ninguna manera se trata de algo inevitable y debe ser abordado.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible buscan reducir sustancialmente todas las formas de violencia y trabajan con los gobiernos y las comunidades para encontrar soluciones duraderas a los conflictos e inseguridad. El fortalecimiento del Estado de derecho y la promoción de los derechos humanos es fundamental en este proceso, así como la reducción del flujo de armas ilícitas y la consolidación de la participación de los países en desarrollo en las instituciones de gobernabilidad mundial.

17. ALIANZA PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible solo se pueden lograr con el compromiso decidido a favor de alianzas mundiales y cooperación. La Asistencia Oficial para el Desarrollo se mantuvo estable, pero por debajo del objetivo, a US\$147.000 millones en 2017, mientras que las crisis humanitarias provocadas por conflictos o desastres naturales continúan demandando más recursos y ayuda financiera. Muchos países también requieren de esta asistencia para estimular el crecimiento y el intercambio comercial.

La finalidad de los objetivos es mejorar la cooperación Norte-Sur y Sur-Sur, apoyando los planes nacionales en el cumplimiento de todas las metas. Promover el comercio internacional y ayudar a los países en desarrollo para que aumenten sus exportaciones, forma parte del desafío de lograr un sistema de comercio universal equitativo y basado en reglas que sea justo, abierto y beneficie a todos. (<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>)

4.1.5 Gestión del riesgo en proyectos de construcción sostenible:

La gestión del riesgo en proyecto de obra civil no ha sido aplicada por la gran mayoría de las empresas constructoras; el desconocimiento ha impedido el empleo de la misma en la industria de la construcción en Colombia. Las constructoras han hecho de la administración de riesgo una herramienta no muy asequible, pero que no deja de restar importancia en la gestión integral de un proyecto.

En el tema de la infraestructura éste, es un tema que ocupa las primeras líneas, por la gran cantidad de riesgos a la que las obras civiles se ven expuestas desde la parte económica hasta los fenómenos naturales; por lo cual nace la necesidad de acoger mejores prácticas internacionales para hacer cara a los mercados internacionales de la industria de la construcción, implica incorporar en las empresas constructoras la mejor metodología de la gestión del riesgo aplicable directamente a la sostenibilidad de su producto final.

Los proyectos de construcción se desenvuelven bajo una incertidumbre considerable debido a que es muy difícil controlar algunas variables internas y externas que afectan el desempeño de los mismos en tiempo y costo. Actualmente muchos proyectos no se llevan a cabo exitosamente dentro del costo y el plazo estipulados inicialmente generando insostenibilidad del mismo. Una de las causas de los retrasos y de los costos es provocado por la falta de prevención de riesgos durante la etapa de planeación de los proyectos. Al igual esto repercute en la sostenibilidad del mismo de una forma holística en las dimensiones por lo tanto asumir esta temática desde su forma permite una visión más integral de los indicadores aplicados a la infraestructura.

4.1.5.1 Fases de la administración de riesgos:

Los procesos involucrados en la administración de riesgo se pueden agrupar en cuatro fases, los cuales se describen a continuación:

- Identificación de riesgos: se asienta en identificar los potenciales riesgos de un proyecto a través del empleo de técnicas.
- Medida de los riesgos: Reside en medir el impacto de los riesgos de un

proyecto en término de coste y plazo mediante el uso de técnicas de análisis de riesgos.

- Obtención de respuesta de riesgos: se asienta en analizar y seleccionar la estrategia que contrarreste el impacto de los riesgos de un proyecto.
- Administración de contingencias: está monitorea y controla los recursos establecidos a la estrategia efectuada.

4.1.5.2 Caracterización de riesgos

En la etapa de identificación de riesgos, se tienen diferentes técnicas que se utilizan para identificar riesgos. Luego, se plantea un formato de identificación de riesgos, que ayudará a llevar un sistema de registros de los riesgos. Previo a la identificación de los riesgos correspondientes a un proyecto de construcción es necesario que se tenga bien definido el significado de riesgo así como sus diferentes tipificaciones y sus características. Se encuentra que Erikson (1989) puntualiza a los riesgos de la construcción como “la probabilidad de tener una pérdida económica derivadas por el desenvolvimiento del proceso de construcción”. Entre otras se encuentra que los riesgos son: la posibilidad de ocurrencia de una situación adversa o bien, la probabilidad de tener un suceso anormal cuyas consecuencias impacten negativamente en el resultado. Se hace necesario que el administrador de riesgos entienda y sepa los diferentes escenarios a los que se enfrentará con relación al conocimiento de los resultados de cada alternativa de decisión.

La caracterización de los riesgos en tres tipos, de acuerdo al conocimiento de sus consecuencias y de la probabilidad de su ocurrencia Diekmann et al (1988), los clasifica en:

1. Riesgos conocidos: son aquellos sucesos donde su aparición es común y razonable. La inestabilidad en precio de los materiales causado por las condiciones del mercado internacional y la baja productividad nacional son ejemplos de este tipo de riesgos.
2. Riesgos conocidos y/o desconocidos: son estos que tiene duras secuelas en caso de que ocurran, pero su probabilidad de ocurrencia es baja, por ello no se eliminan. Ejemplo El desabastecimiento de materiales causados por problemas de orden social.
3. Riesgos desconocidos: son estos en los que no se tiene ni siquiera idea de su ocurrencia y su probabilidad es casi invalidada por lo que es imposible

su consideración. Un ejemplo de este tipo de riesgo., es un fenómeno meteorológico que no se tengan registros en la zona.

Entre los escenarios que se mueve el riesgo se halla en teoría los siguientes:

- Escenarios con Certidumbre: es donde la decisión se toma bajo el conocimiento exacto de una perspectiva general. Esto no es propio de la industria de la construcción, donde los elementos son variables en el tiempo.
- Escenarios con riesgo: la decisión se toma sobre la plataforma de la evaluación racional de la probabilidad de ocurrencia de una situación hostil. Esto explica que las decisiones son variables, pero el grado de su variabilidad es conocida.
- Escenarios con incertidumbre: la decisión se toma sin ningún a medida de referencia. Por lo cual no se tiene conocimiento ni datos que ayuden a evaluar la probabilidad de ocurrencia, los resultados de la decisión son variables, pero el grado de variabilidad de los mismos es desconocido.

4.1.5.3 Principales fuentes de riesgos

En el proyecto la primordial fuente de riesgo es en sí, el ecosistema del proyecto. Diekmann et al (1988). Instauró las principales fuentes de riesgo presentes en los proyectos de construcción de acuerdo a los principales elementos que intervienen en la realización. Las principales unidades son las siguientes:

- Contractuales: relación los derechos y deberes establecidos entre las partes de un contrato. Por ejemplo: la falta de claridad en las cláusulas de un contrato, falta de una perfecta comunicación entre los participantes y la falta de cláusulas que prevean condiciones desfavorables para ambas partes del contrato. El tipo de contrato determina la distribución de los riesgos entre el dueño y el constructor.

- Regulaciones: cambios en las regulaciones o normas gubernamentales bajo las que está sujeto el proyecto a lo largo de su ciclo de vida. Por ejemplo: áreas que requieren licencia Ambiental.
- Tecnológico: Se relaciona con la inseguridad que se crea alrededor de las nuevas tecnologías que se utilizan en un proyecto. Encontramos nuevo software de diseño que pudiera representa dificultades para los ingenieros, el uso de nuevos modelos de maquinaria, nuevos materiales básicos y nuevos sistemas de construcción.
- Emplazamiento y tamaño del proyecto: son los factores que tienden a provocar mayores riesgos. Por ejemplo, hay un menor riesgo de retraso si se construye en una temporada de lluvias con infraestructura vial.

El desempeño de los participantes es un factor que puede variar directamente en los riesgos, por ejemplo:

- Errores Humanos
- Toma de decisiones oportunas
- Estimación de costo, presupuesto y programación de obra.

Las condiciones externas se refieren a las fuentes de riesgo en el cual su control está fuera del alcance de los que intervienen, algunas de este tipo son:

- Aumento en los precios
- Disponibilidad de mano de obra y maquinaria en la zona
- Demanda y oferta del mercado

Shtub (1994) cita las siguientes fuentes alternas de riesgos:

- Dominio de la Tecnología
- Cambios en el ciclo de vida
- Soporte de nuevos productos, maquinaria o tecnología

4.1.5.4 Métodos de identificación del riesgo

Cuando se tiene claro el contexto del problema como la información histórica y registros de los riesgos de los proyectos durante el ciclo de vida del proyecto, se puede hallar la técnica correcta a usar. Algunas de las técnicas que se encuentran son:

- Diagrama causa-efecto (Ishikawa)
- Lista de verificación
- Entrevistas
- Grupo nominal
- Diagrama de análisis de procesos

A continuación, se explica cada una de las técnicas efectivas en la gestión del riesgo:

- Diagrama causa – efecto (ishikawa)

Conocer las causas y sus interrelaciones es fundamental para la solución de un problema, el diagrama causa-efecto guía la recolección de datos y su análisis para localizar la causa de un problema. Por ejemplo, se puede utilizar en obra para saber las causas y efectos del retraso en entrega de una obra y las causas que la hacen insostenible y relacionar los efectos negativos a las que somete la población beneficiada. Es primordial instaurar hasta qué nivel se hará la identificación de las causas para no hacer trabajo innecesario en analizar causas no importantes, según el impacto de éstas sobre el efecto. Los analistas deben de tener la prioridad sobre las causas que ellos piensan más importante y sobre el efecto que se está estudiando.

Según el artículo, “Requerimientos para un proceso efectivo de administración de riesgos de proyectos”, de Ward 199. sugiere la utilización de una forma de registro de riesgos donde se especifique el tipo, la frecuencia, la severidad del impacto y la

estrategia de solución de cada riesgo. Esta forma según Avots (1981) “crea un pensamiento activo de identificación de riesgos en los participantes, no solo durante el inicio del proyecto sino a lo largo de la vida del ciclo del proyecto y además, sirve para ir registrando los riesgos en la lista de verificación”.

- Entrevista.

Es una técnica clave de los proyectos para identificar los riesgos no encontrados en la etapa de planificación, también las entrevistas previas y el registro de estas ayudan a visualizar aquellos puntos que no fueron tenidos en cuenta inicialmente.

- Grupo nominal

Es un sumario de búsqueda proactiva desarrollada por un grupo de personas con la finalidad de identificar riesgos o problemas, así como la solución de los mismos. La técnica de grupo nominal es específica cuando se requiere generar ideas bajo presión y cuando se tiene que resolver problemas muy complejos. Es un método de generación de ideas y de registro de ideas cuyo objetivo es tomar una decisión grupal, tomando como base las ideas más relevantes. Los pasos necesarios para llevar a cabo la técnica de grupo nominal son las siguientes:

1. Sumario de generación de ideas
2. Reporte de ideas grupales
3. Depuración y discusión de ideas
4. Sistematización de ideas

4.2 MARCO LEGAL

4.2.1 Legislación y política nacional sostenible y ambiental

En los años 70's entra en vigencia el código de recursos renovables y del medio ambiente, como respuesta a la conferencia de Estocolmo sobre el medio ambiente humano, realizada dos años antes. Esta marcó el inicio de la gestión ambiental en Colombia. Ésta conferencia dio origen a la histórica declaración de los principios sobre

la protección ambiental y se acordó que los estados incorporarían en la agenda pública el tema ambiental mediante la actualización y expedición de legislaciones y la conformación de agenda pública. El código colombiano fue una ley ambiental pionera en el ámbito global y marcó el inicio de la gestión ambiental en Colombia, en un momento en el cual el ambientalismo apenas comenzaba a surgir en el país y la región (Brañes, 2001).

En 1976 el instituto nacional para el desarrollo de los recursos naturales renovables, INDERENA, fue reformado para convertirlo en la primera autoridad ambiental del país y adecuarlo al código de 1974. La entidad conservó su carácter de institución nacional centralizada, con jurisdicción en la mayor parte del territorio nacional, exceptuando las áreas donde funcionaban las corporaciones autónomas regionales. El Inderena tuvo su mayor auge durante el gobierno de Alfonso López Michelsen (1974-1978). En la década de los setenta las corporaciones autónomas regionales adquirieron competencias como autoridades ambientales en el área de su jurisdicción, de acuerdo al código, iniciándose así la gestión ambiental del estado y entre 1974 a 1988 se crearon doce nuevas corporaciones, que sustituyeron al Inderena como autoridad ambiental en diferentes zonas del país recibiendo diversas competencias en materia de desarrollo, como la construcción de algunas obras de infraestructura. En la década de los ochenta la institucionalidad ambiental alcanzaba una situación insostenible como lo demostró un estudio adelantado por el DNP en 1989 que declaró: “ el Inderena carece de los instrumentos jurídicos, financieros y técnicos para cumplir con la responsabilidad que se le ha encargado (decreto 133 de 1976), además de que históricamente ha sido disminuida en su jerarquía institucional, en sus funciones, jurisdicción, presupuesto y personal, lo cual ha debilitado su gestión en detrimento del ambiente”. Después de diecisiete años de expedido el código colombiano, a través de la constitución de 1991 Colombia se fortaleció su normatividad ambiental, consagrando más de cincuenta artículos sobre el medio ambiente y desarrollo sostenible; veinte años después de creado el Inderena, se expidió la ley 99 de 1993 creada por el Ministerio del medio ambiente y el sistema nacional ambiental como respuesta a los compromisos adquiridos en la conferencia de naciones unidas sobre medio ambiente y desarrollo realizada en Rio de Janeiro en 1992. La ley 99 de 1993 organizó en el país el sector ambiental con el sistema Nacional Ambiental (SINA). Esto reflejó la incorporación de

desarrollo sostenible en la constitución (artículo 80) y en la ley (artículo 3), esta última estableció un proceso de desarrollo económico y social del país orientado según los principios del desarrollo sostenible contenidos en la declaración de Río. (art1, ley 99 de 1993). La ley 99 contiene 27 principios que hacen parte del desarrollo sostenible y sostenibilidad ambiental, como los de precaución, del que contamina paga, de las responsabilidades comunes y diferenciadas y de la necesidad de considerar en forma integrada el desarrollo económico y social y la protección ambiental (Campligio et al 1993).

Se otorgaron competencias ambientales a la contraloría y a la procuraduría, en el ámbito de las funciones que le son propias y se estableció una unidad de política ambiental en el departamento nacional de planeación, como uno de los instrumentos de garantizar la incorporación de la dimensión ambiental en el plan nacional de desarrollo y en las política económica y social que se sometería a consideración del consejo nacional de política económica y social (CONPES). En la ley 99 se designó como autoridades ambientales regionales a treinta y cuatro CAR, que se erigieron en un sistema de gestión regional descentralizado, autónomo y participativo, y para la gestión ambiental en las ciudades con más de un millón de habitantes se establecieron cuatro entidades ambientales urbanas. Se dotó el sistema nacional ambiental de cinco instituciones de investigación especializada con el propósito de proveer el Ministerio de información para la formulación de política ambiental.

El sector Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial cuenta más o menos con 50 políticas (Tabla 3) las cuales se realizan teniendo como referencia una serie de instrumentos de planeación y con base en un marco legal amplio y en ocasiones incoherentes que refleja los conflictos entre CAR, autoridades ambientales urbanas, autoridades municipales y resguardos indígenas, como también la problemática en el uso de recursos como regalías y las transferencias del sector eléctrico. Se ha definido como SINA el siguiente marco institucional: el Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), junto con el fondo nacional ambiental (FONAM) y el fondo de compensación ambiental (FCA); UAESPNN; 33 CAR-CDS; cinco instituciones de investigación científica.

La ley 99 organizó el sistema nacional ambiental e incluyó por primera vez en la legislación el concepto de estudios del impacto ambiental (ESIA) y los decretos reglamentarios de los estudios ambientales, desde el 1.753 de 1994 hasta el 1.220 de 2005, son el marco jurídico, para que la evaluación del Impacto Ambiental(EIA), se convierta en la principal herramienta en los procesos de toma de decisiones sobre las obras o proyectos presentes y futuros que en su diseño y ejecución puedan generar impacto negativo (Toro, 2009^a).

Tabla 2. Políticas del sector Ambiente y Vivienda y Desarrollo Territorial

Políticas VDT- APSB
Ordenamiento Territorial
Política Gestión Ambiental Urbana
Instrumentos de control Urbano
Asentamientos precarios
Macro proyectos
Espacio publico
Lineamientos para gestión urbana regional.
PDA
Política Hídrica Nacional
Programa de Lavado de manos.
Plan de ahorro y uso eficiente del agua.
PGIRS
PSMV

Fuente: MAVDT, DNP, CAR-CDS

Tabla 3. Actividades económicas que requieren presentación de EIA.

Sectores Económicos
Proyectos de generación de energía nuclear
Sector marítimo y portuario
Construcción modificación y operación de Aeropuertos
Proyectos de la red Vial
Obras públicas en la red fluvial
Construcción de vías Férreas
Construcción y operación de distritos de riego y/o drenajes
Importación y producción de pesticidas
Proyectos en áreas de Parques Nacionales
Proyectos que requieren traslado de agua entre cuencas hidrográficas
Introducción de especies, subespecies, razas o variedades silvestres foráneas
Caza comercial y el establecimiento de criaderos de fauna silvestre
Construcción y operación de instalaciones para almacenamiento, tratamiento y/o disposición final de residuos peligrosos
Construcción y operación de rellenos sanitarios
Fuente: Toro Et al 2009b adaptada.

4.2.1.1 Licencia ambiental:

La licencia ambiental es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, la cual sujeta al beneficiario de ésta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos e impactos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada. (Decreto 1,220 de 2005).

La licencia ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios para el desarrollo y operación del proyecto, obra o actividad. La licencia ambiental deberá obtenerse previamente a la iniciación del proyecto, obra o actividad. Ningún proyecto, obra o actividad requerirá más de una licencia ambiental.

La licencia ambiental en Colombia es otorgada por el ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial (MAVDT), las corporaciones autónomas regionales (CAR), las corporaciones de desarrollo sostenible (CDS), o las corporaciones de grandes centros urbanos (CGCU), (Toro 2009^a).

El decreto 1753 de 1994 incluyó tres tipos de licencia ambiental:

1. Ordinaria: Puede construir la obra sin tener permiso para el uso, aprovechamiento o movilización de los recursos naturales renovables.
2. Única: incluye los permisos necesarios para el desarrollo del proyecto, o actividad.
3. Global: puede ser ordinaria o única, autoriza todas las obras o actividades relacionadas con la explotación de campos petroleros y de gas.

Los proyectos u obras más invasivas que presentan incertidumbre en la predicción de los impactos ambientales se les exige la constitución de una póliza de cumplimiento, que obliga a una entidad aseguradora, en caso que el tomador de la misma no pueda, a responder pecuniariamente por los daños sucedidos al ambiente por el proyecto, por

el total de tiempo de vida útil del proyecto, este seguro fue complementado por otro obligatorio para todas las actividades que requieran licencia ambiental (Ley 491 de 1999), el cual hasta el año 1999 no se había exigido a ningún proyecto con licencia ambiental concedida posterior al año 2002, por falta de reglamentación, por parte de la administración de las condiciones de la póliza de seguro y la cantidad de dinero asegurado (CGR,2006). En lo relacionado a la metodología para la evaluación de impacto ambiental no se incluyen instrucciones oficiales que permitan al solicitante de la licencia ambiental desarrollarla de acuerdo con lineamientos gubernamentales. Finalmente ordena el Ministerio del medio ambiente, establecer las instrucciones para presentar los estudios de impacto ambiental y agrupar las actividades productivas que requieren la evaluación del impacto ambiental de acuerdo a la International Industrial Uniform Codes Classification (IIUCC), adoptado por la ONU; clasificación que permite agrupar las actividades, entre otras características por el impacto ambiental potencial, además de permitir a la inclusión de la información de la evaluación de impacto ambiental en los indicadores de desarrollo sostenible y de crecimiento económico del país, orden que hasta la fecha de la entrada en vigor del Decreto 1220 de 2005 , no se había cumplido (Toro , 2009^a).

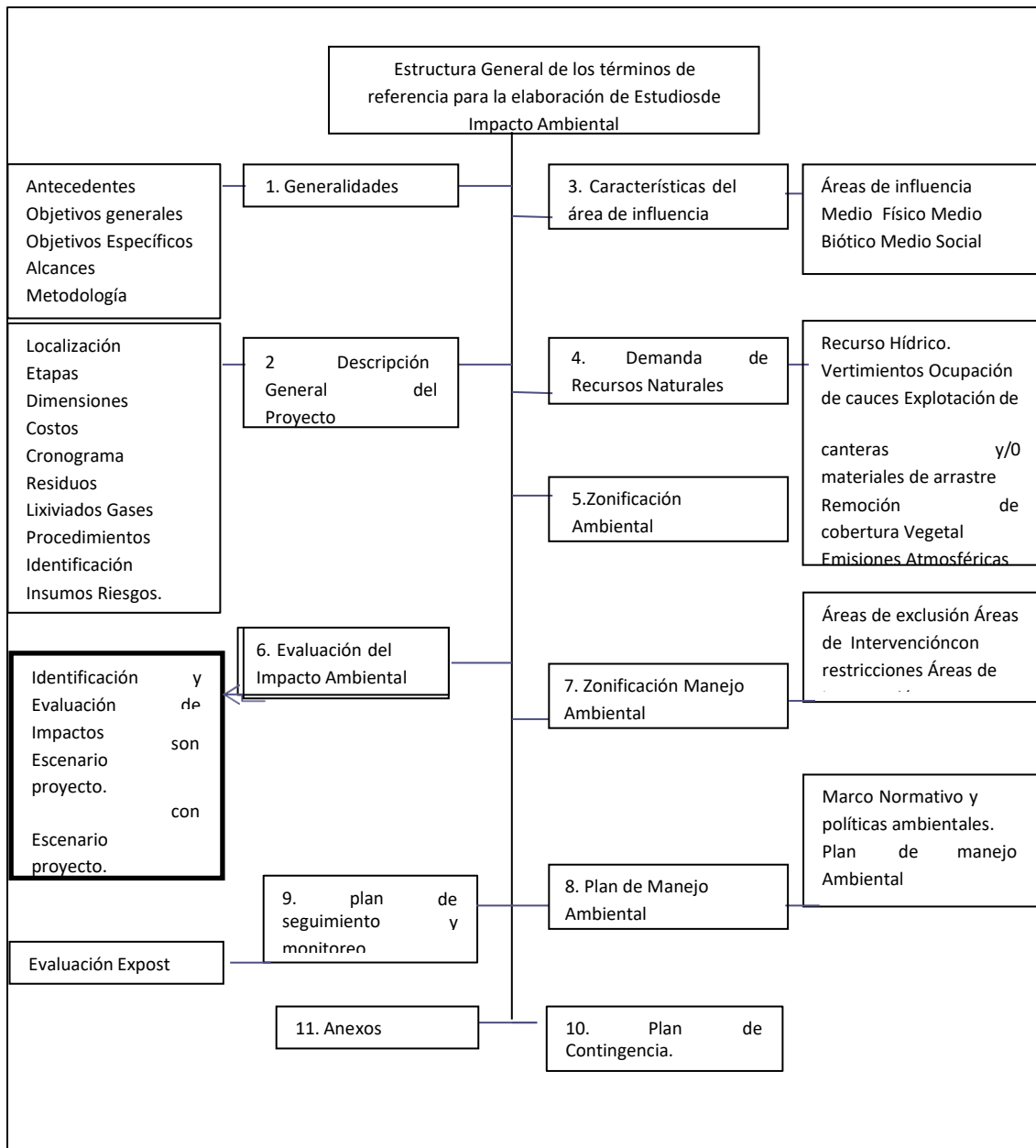
La ley 99 de 1993 y el decreto y el Decreto 1220 de 2005, no incluye instrucciones sobre métodos o técnicas para la identificación y valoración de impactos ambientales, únicamente ordena informar, cuales impactos pueden prevenirse, mitigarse, corregirse o compensarse, remitiendo esta labor específica a los términos de referencia. En general, las instrucciones para la elaboración de los estudios de impacto ambiental, poseen para todas las actividades obligadas a licencia ambiental una estructura muy similar, variando solamente en la información complementaria que corresponde a las características del proyecto o actividad (Grafico 3).

En la sostenibilidad ambiental y prevención del riesgo se incluyen cinco componentes a saber en el EIA:

- Biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.
- Gestión integral del recurso hídrico.

- Gestión ambiental sectorial y urbana.
- Cambio climático reducción de la vulnerabilidad y adaptación y estrategia de desarrollo bajo en carbono.
- Buen gobierno para la gestión ambiental.

Gráfico 2. Estructura general para la elaboración de EIA.



Fuente: toro et al, 2009b.

4.2.1.2 Plan de desarrollo 2014-2018:

En el componente de gestión ambiental y sectorial urbana, es el plan de desarrollo 2010-2014, considera que la población colombiana está concentrada en las urbes, por lo cual se requiere realizar acciones tendientes a mejorar la calidad ambiental en las ciudades y hacerlas más amables. Con este fin, y en relación con la locomotora de vivienda y ciudades amables, se proponen las siguientes acciones: (1) implementar las directrices y estrategias establecidas en la política de gestión ambiental urbana y en la mejoramiento integral de barrios; (2) desarrollar instrumentos para el diseño y construcción de viviendas y edificaciones ambientalmente sostenibles; incluyendo la creación de una norma técnica de construcción sostenible para acceder al sello ambiental colombiano, (3) promover la incorporación de consideraciones ambientales en la política nacional de espacio público, incluyendo el incremento de las áreas verdes en las zonas urbanas y corredores lineales y de conectividad, como una medida de adaptación al cambio climático y de protección ambiental en espacios urbanos; (4) desarrollar modelos de gestión urbana con visión ecosistémica y corresponsabilidad urbano-regional; (5) aportar lineamientos ambientales a la formulación del programa de renovación urbana (RU); y (6) promover la eficiencia energética y las energías renovables en las viviendas.

Así mismo en el plan se formula que se hace necesario el cambio en los patrones insostenibles de producción y consumo, implementando la política de producción y consumo sostenible, con énfasis en: (1) establecer acciones para reducir la intensidad energética (consumo nacional de energía total/PIB) y el consumo de agua total/PIB; (2) promover la utilización de energías alternativas (solar, eólica, geotérmica, entre otras); (3) fomentar compras verdes estatales en el orden nacional y regional; (4) fomentar la certificación ambiental bajo esquemas ISO 14000 o similares y la construcción de reportes medioambientales por parte de los sectores, utilizando esquemas reconocidos internacionalmente; (5) diseñar estrategias y mecanismos orientados a diferenciar e impulsar la demanda de bienes o servicios amigables con el medio ambiente, incluyendo medidas para evitar la publicidad engañosa; (6) promover, conjuntamente con el sector de agua

potable y saneamiento básico, el ajuste a la regulación e incentivos para fomentar el aprovechamiento y valoración de residuos sólidos; (7) expedir normas post consumo para gestión de residuos prioritarios o bienes de consumo masivo; (8) construir esquemas de certificación y nuevas categorías que puedan optar por el sello ambiental colombiano.

Dentro de las 10 metas en la línea de gestión ambiental sectorial y urbana en el tema de sostenibilidad y construcción se encuentra la creación de una norma técnica en la categoría de construcción sostenible para acceder al sello ambiental colombiano bajo un indicador, una norma técnica colombiana de construcción sostenible partiendo de una línea base cero.

Continuando con el marco normativo sobresalen las disposiciones relacionadas con los procesos de licenciamiento ambiental, permisos, compensaciones y concesiones, La mayoría de normas que se expidieron en el 2010 y que muestran lo prolífico del sector en cuestión normativa se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Normas ambientales formuladas en la vigencia (2010-2011)

TIPO	NO	TEMA
Ley	1377	Reglamentación de la actividad de reforestación comercial
Ley	444 1	Por la cual se escinden unos ministerios
Decreto	798	Estándares Urbanísticos para el desarrollo de vivienda
Decreto	1162	Comisión intersectorial de propiedad intelectual
Decreto	2372	Planes de manejo de reservas forestal
Decreto	2803	Sistema nacional de Información Forestal

Decreto	2820	Modificación régimen de licencias Ambientales
Decreto	2972	Creación de la comisión técnica nacional intersectorial para la salud ambiental (CONASA)
Decreto	3678	Criterios para imposición de sanciones
Decreto	3930	Usos, vertimientos y ordenación del recurso hídrico
Decreto	4728	Límites permisibles de vertimientos de aguas marinas y costeras
Resolución	59	Se delega el título agropecuario ICA al registro de plantaciones forestales
Resolución	207	Adición al estado de especies exóticas invasoras
Resolución	260	Distribución de los recursos del certificado de incentivo forestal (cif)
Resolución	383	Especies silvestres amenazadas
Resolución	415	Registro único de infractores ambientales
Resolución	610	Estándares de calidad del aire
Resolución	619	Estudios y propuestas de zonificación de áreas de manglar en Corpo-Nariño
Resolución	650	Protocolo de monitoreo y calidad del aire
Resolución	651	Se adopta el subsistema
Resolución	760	Procedimientos y métodos de medición de contaminantes industriales
Resolución	957	Autorizaciones ambientales con organismos vivos modificados
Resolución	958	Comité técnico nacional de bioseguridad para organismos vivos
Resolución	1023	Sistema de información y seguimiento del registro único ambiental (RUA)

Resolución	1297	Sistema de recolección selectiva de pilas y/o acumuladores
Resolución	1457	Sistema de recolección selectiva y gestión ambiental de llanta as usadas
Resolución	1510	Re delimitación reserva Rio Nare
Resolución	1511	Sistema de recolección selectiva de bombillas
Resolución	1512	Sistema de recolección selectiva de residuos de computadores y/o periféricos
Resolución	1543	Términos de referencia para estudios ambientales en el sector hidrocarburos
Resolución	1544	por la cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos y se toman otras determinaciones.
Resolución	2064	Medidas posteriores a la aprehensión de especies
Resolución	2154	Modificación de la resolución 650
Resolución	2195	Reglamento técnico del proceso térmico de alimentos envasados
Resolución	4716	Mapas de riesgo de calidad e agua para consumo humano
		“plan de acción 2010-1015 del programa de uso racional y eficiente de energía y fuentes no convencionales (proure)- Ministerio de minas y energía”.
Resolución	3565	Se modifica parcialmente la ley 99 de 1993 y la ley 1263 de 2008

Fuente: MAVDT. 2011.

4.2.1.3 Reglamentación de indicadores ambientales

En el artículo 11 del Decreto 1200 de 2004 establece que el Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial definirá mediante resolución los indicadores mínimos de referencia para que las corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible evalúen su gestión, el impacto generado y se construya a nivel nacional un agregado que permita evaluar la implementación de la política ambiental; se establece mediante el decreto 643 de 2007 los indicadores mínimos. Alrededor de 55 indicadores clasificados como ambientales, de gestión y de desarrollo sostenible, se llegó a la formulación de la resolución 964 de 2007, en la que se definieron 25 indicadores mínimos de gestión (IMG), dirigidos específicamente a las corporaciones autónomas regionales.

Se encuentra en el presente decreto en el artículo 4o. indicadores de desarrollo sostenible. Los indicadores ordenados según los objetivos de desarrollo sostenible son los siguientes:

Para consolidar las acciones orientadas a la conservación del patrimonio natural:

1. Número de hectáreas protegidas con régimen especial.
2. Tasas de deforestación.
3. Incremento de cobertura vegetal.

Para disminuir el riesgo por desabastecimiento de agua:

1. Población en alto riesgo por desabastecimiento de agua.
2. Índices de escasez.

Para racionalizar y optimizar el consumo de recursos naturales renovables:

1. Intensidad energética medida como la relación entre barriles equivalente de petróleo y millones de pesos PIB departamental (BEP/ M\$PIB).

2. Consumo de agua en los sectores productivos (industrial, comercial, agrícola y pecuario), medido como consumo de agua en metros cúbicos, sobre producción o hectáreas.
3. Residuos sólidos aprovechados medidos en toneladas, sobre generación total de residuos.

Para generar empleos e ingresos por el uso sostenible de la biodiversidad y sistemas de producción sostenible:

1. Volumen de ventas medido en millones de pesos de las empresas dedicadas a los mercados verdes.

Para reducir los efectos a la salud asociados a problemas ambientales:

1. Tasa de morbilidad por infección aguda IRA
2. Tasa de morbilidad por enfermedad diarreica aguda. EDA
3. Tasa de morbilidad por dengue.

Para disminuir la población en riesgo asociada a los fenómenos naturales:

1. Número de personas afectadas a causa de los fenómenos naturales al año
2. Pérdidas económicas a causa de los fenómenos naturales al año, medidas en millones de peso

Como fuente de información para el suministro de datos que alimente los indicadores, Colombia en los próximos años fortalecerá la producción de información para la toma de decisiones a través del Sistema Estadístico Nacional (SEN), que permite la producción de estadísticas de calidad, selectas y oportunas, acorde con las necesidades del país, aplicando efectiva y rigurosamente el proceso estadístico de acuerdo a lo establecido en el código nacional de buenas prácticas; y el sistema nacional ambiental (SINA) que es el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios

generales ambientales del país. Así mismo, estructurará e implementará los instrumentos necesarios para consolidar la sinergia entre estos dos sistemas, con el fin de armonizar la producción de la información social, económica y ambiental que necesita el país para la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo.

La Ley 99/93 organiza el sistema nacional ambiental (SINA) y crea el Ministerio de Medio Ambiente como organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables del país a fin de asegurar el desarrollo sostenible.

El SINA cuenta con el sistema de información ambiental para Colombia (SIAC) que se define como “el conjunto integrado de actores, políticas, procesos y tecnologías involucrados en la gestión de información ambiental del país, para facilitar la generación de conocimiento, la toma de decisiones, la educación y la participación social para el desarrollo de ideas”. El SIAC está articulado por dos componentes principales que son: el sistema de información ambiental para el seguimiento a la calidad y estado de los recursos naturales (SIA) y el sistema de información para la planeación y la gestión ambiental (SIPGA).

El SIA fue dividido en dos grandes grupos que son oferta ambiental y demanda ambiental: el grupo de oferta ambiental está conformado por cinco subsistemas de ámbito nacional que son: sistema de información sobre la biodiversidad (SIB), sistema nacional de información forestal (SNIF), sistema de información sobre la calidad del aire (SISAIRE), sistema de información ambiental marino (SIAM) y sistema de información de recurso hídrico (SIRH); a nivel regional se tienen el sistema de información ambiental territorial de la amazonia colombiana (SIAT AC) y el sistema de información ambiental territorial del pacífico colombiano (SIAT PC). El grupo de demanda ambiental, está conformado por dos subsistemas que son: el sistema de información sobre uso de recursos naturales renovables (SIUR) y el sistema de información de vivienda y desarrollo territorial (SNIVDT).

El sistema de información para la planeación y la gestión ambiental (SIPGA) está conformado por cuatro subsistemas que son: sistema de seguimiento a las metas del gobierno (SIGOB), sistema de información de planeación y seguimiento a metas del Ministerio (SINAPSIS), sistema de información de licencias ambientales (SILA) a nivel nacional, y sistema de información de planificación y gestión ambiental de las corporaciones autónomas regionales (SIPGA CAR) a nivel regional.

En la Agenda 21 se establece como una actividad para la reducción de las diferencias en materia de datos, la elaboración de indicadores de desarrollo sostenible; bajo esta consideración desde el año 2007 a través de un acuerdo interinstitucional (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, IDEAM y DANE) el país se organizó para avanzar en la estructura de indicadores nacionales y para establecer los mecanismos para dar cumplimiento a los compromisos del país frente a las iniciativas internacionales de indicadores ambientales.

Lo anterior muestra la tendencia del país a mejorar la calidad de la información, aunque todavía no se visualiza entre sus metas, la organización de la información y la generación de indicadores derivados de las obras de ingeniería como un punto de apoyo al desarrollo del país y su estado de la huella ecológica, esto indica que el camino se iniciará a través de estudios generados por las universidades o de los proyectos de ciudad vinculados por entidades internacionales a las regiones.

4.3 ESTADO DEL ARTE

4.3.1 La construcción sostenible

De acuerdo a la contextualización realizada por Aníbal Fernández de Soto, marzo 2012, cuarta asamblea de miembros del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) "la construcción sostenible se refiere a todas las acciones para el mejoramiento de la planificación y gestión de las edificaciones durante todo el ciclo de vida, incluyendo diseño, construcción y uso para minimizar el impacto del sector al medio ambiente a los recursos naturales y en el cambio climático, para contribuir a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero".

La construcción sostenible también es la aplicación del desarrollo sostenible a la industria de la construcción como dice Agg Regain 2007, la construcción sostenible aparece como termino por primera vez en la primera conferencia Internacional sobre la construcción sostenible, celebrada en noviembre de 1994 en Tampa, Florida. Se define

como "la creación y gestión responsable de un medio ambiente sano construido sobre la base eficiente de los recursos y los principios ecológicos" por Kibert 1994. Muchos países, como Finlandia, Francia, Japón, Países Bajos, Sudáfrica, Reino Unido y Taiwán han desarrollado sus propios planteamientos nacionales o definiciones para la construcción sostenible (Kibert 1994 CIB ,1999 Huovila ,1999 Raynsford ,1999 CHang *et al* 2000 Huang y Kou 2002 Plessis *et al* 2002, Arquitectura y Edificación del Instituto de Investigación 2003). Las definiciones de la construcción sostenible se describen en la **tabla 5**.

De acuerdo con estos enunciados, la construcción sostenible se centra en cómo satisfacer las necesidades de la población de una manera eficiente de los recursos, ambientalmente amigable y saludable durante el ciclo de vida de la construcción. Los investigadores han debatido los principios de construcción sostenible, los problemas y desafíos, así como la estrategia para su aplicación. Se ha insistido constantemente por muchos investigadores de que la evaluación del desempeño es el foco de la construcción sostenible esta debe ser tratada por primera vez a nivel local y, a continuación, regional, continental y, finalmente, a nivel mundial (Gyadu-Asiedu *et al* 2007).

La huella de la construcción sobre el desarrollo sostenible se empezó a conocer en la década de 1990, instaurando que un proyecto de construcción puede ser considerado sostenible solo cuando todas las diferentes dimensiones de la sostenibilidad ambiental, económico social cultural, se tienen en cuenta. Los diversos aspectos de la sostenibilidad están relacionados entre sí y la interacción de una construcción con su entorno tiene múltiples ramificaciones; preocupaciones básicas como la de reducir el consumo de materiales no renovables y el agua, así como la producción de emisiones de residuos y contaminantes.

Las transformaciones aceleradas que presenta el planeta como lo es el cambio climático y la acentuación del deterioro de la capa de ozono, la aparición de la lluvia ácida, la deforestación o la pérdida de biodiversidad, están causadas por las actividades económicas que tienen lugar en la sociedad. La interacción de varios sectores de la industria y los sistemas de transporte generadores de CO₂ son el origen principal de la contaminación planetaria.

Tabla 5. Definiciones de la construcción sostenible

Investigador/país	Definición
<p>1era conferencia Mundial sobre la construcción sostenible (Kibert 1994)</p>	<p>La creación y gestión responsable de un medio Ambiente sano construido sobre la base eficiente de los recursos y los principios ecológicos.</p>
<p>Finlandia (Construcción sostenible Huovila 1999)</p>	<p>En sus propios procesos y productos durante su vida útil, tiene por objeto reducir al mínimo el uso de la energía y las emisiones que son perjudiciales para el medio ambiente y la salud y produce información relevante a los consumidores para la toma de decisiones.</p>
<p>Japón (edificios ecológicos) (Chang et al . 2000)</p>	<p>Bajo impacto ambiental, de alto contacto con el medio ambiente, servicios y la salud.</p>
<p>Agenda 21 para la Construcción Sostenible en los Países en Desarrollo (Plessis et al . 2002)</p>	<p>Un proceso integral con el objetivo de restaurar y mantener la armonía entre lo natural y el medio ambiente urbano, y crear asentamientos que afirman la dignidad humana y promover la equidad económica.</p>
<p>Taiwán (construcción verde) (Huang y Kou 2002)</p>	<p>Construcción ecológica para lograr la coexistencia sostenible con el medio natural a través de las etapas de la planificación, diseño, construcción y vida útil, haciendo hincapié en la ética ambiental, incluyendo el consumo de energía mínimo y los recursos, la armonía con el medio ambiente y compartir con las</p>

Investigador/país	Definición
	generaciones futuras.
<p style="text-align: center;">Taiwán (verde, arquitectura) (Arquitectura y Edificación del Instituto de Investigación 2003)</p>	<p>El diseño arquitectónico orientado a la salud humana y el confort, buscando la convivencia con el medio ambiente mundial, y el fomento de la sostenibilidad de las condiciones de vida de la gente. Los edificios deben consumir los recursos naturales relativamente escasos y la fabricación de residuos relativamente poco.</p>
<p style="text-align: center;">Bedoya 2005</p>	<p>La construcción sostenible es aquella que busca la implementación de flujos no lineales en cuanto a energía y materiales, como también una política de valoración ambiental de los recursos por encima de los costos económicos. Ello implica construir reflexiva e integralmente, desde la concepción del diseño, hasta el término de la vida útil de la edificación.</p>
<p style="text-align: center;">Consejo Colombiano de Construcción Sostenible</p>	<p>Se refiere a las mejores prácticas durante todo el ciclo de vida de las edificaciones (diseño, construcción y operación) las cuales aportan de forma efectiva a minimizar el impacto del sector en el cambio climático- por sus emisiones de gases efecto invernadero-el consumo de recursos y la pérdida de biodiversidad.</p>

Fuente: (Plessis et al. 2005)

Las áreas que habitamos, donde pasamos más del 90% de la nuestra vida, es en gran porcentaje culpable de la contaminación. En términos estadísticos se tiene que el sector de la construcción es responsable del 50% de los recursos naturales empleados del 40% de la energía consumida y del 50% del total los residuos generados. (Anink, D., Boonstra, C., y Mak, J.: Handbook of Sustainable Building. An Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction and Refurbishment, Londres, 1996), lo cual va en curva de crecimiento en relación con el desarrollo. En las actividades industriales el área de la construcción es la mayor consumidora, junto con la industria asociada, de recursos naturales tales como: madera, minerales, agua y energía. Las obras, siguen siendo contaminadoras por las emisiones que producen y su impacto en la zona, convirtiéndose en una fuente indirecta para el consumo de energía y agua necesarias para su actividad. La construcción de obras civiles contiene unos impactos ambientales que incluyen la utilización de materiales que provienen de recursos naturales, la utilización de grandes cantidades de energía tanto en lo que se refiere a su construcción como a lo largo de su vida y el impacto ocasionado en el espacio. El material manipulado y que ha sufrido un proceso de fabricación utilizado en el campo de la construcción tiene unos efectos medioambientales muy importantes, con un contenido muy alto en energía. Por otro lado, los costes ecológicos de la extracción de los recursos minerales como la disposición de los residuos originados, que se comprenden desde las emisiones tóxicas al envenenamiento de las fuentes de agua; la construcción y la demolición originan una gran cantidad de residuos, el reciclaje y la reutilización de los residuos de demolición y de los residuos originados en la construcción es una solución que ayudará con el impacto ambiental que tiene la disposición final de los materiales.

Algunas construcciones crean atmósferas insalubres y peligrosas para los seres humanos. La aplicación de los criterios de sostenibilidad y de una utilización racional de los recursos naturales disponibles en la construcción requiere efectuar unos cambios importantes en los valores que ésta tiene como cultura propia. Estos criterios o principios de sostenibilidad llevarán la obra construida hacia una conservación de los recursos naturales, una maximización en la reutilización de los recursos, una gestión del ciclo de vida, así como reducciones de la energía utilizada en el ciclo de vida del

proyecto. Muchas son las acciones políticas que sobre este tema se han llevado a cabo, a nivel internacional y nacional, en la última década se han incorporado algunos elementos que hacen parte de la construcción sostenible, como la arquitectura bioclimática, los eco-materiales, de otro lado los proyectos de construcción deben ser concebidos por el ciclo de vida, lo que garantiza que la construcción cumplirá parámetros de calidad técnicos y ambientales sin desconocer su viabilidad económica. Además de disminuir el impacto ambiental la tendencia a la construcción sostenible, está dirigido a un cliente cada vez más preocupado por la degradación del planeta y que quieren mejorar la calidad de vida de las personas que usan estos espacios en el mediano plazo; estas construcciones llevan a un ahorro de dinero, aunque inicialmente estos pueden parecer mayores, según la edición web sección negocio, artículo Construcción sostenible de la revista Dinero publicado (2009/06/12) “Un proyecto de construcción sostenible puede valer entre un 10 % y un 15% más que una tradicional pero a medida que el sistema sostenible se desarrolla en el medio de proveedores estos valores pueden ir bajando esto se evidencia en USA donde no existen diferencias significativas entre una construcción sostenible y una tradicional, los estudios realizados demuestran que el valor adicional inicial se compensa durante la operación”. La planificación de un proyecto de construcción sostenible a menudo se tiene en cuenta los siguientes objetivos: la optimización del potencial del sitio, la preservación de la identidad cultural y regional, la minimización del consumo de energía, la protección y conservación de los recursos hídricos, el uso de materiales ecológicos y el uso de productos saludables que generen confort en el ambiente, optimización de las prácticas de operación y mantenimiento. Para lograr estos objetivos en el diseño de una obra civil sostenible se debe aplicar un enfoque sistemático e integral, desarrollando y utilizando métodos de evaluación de la construcción sostenible.

Se tratará de construir en base a unos principios, que podríamos considerarlos ecológicos que según kibert 1994. están envueltos entre la conservación de recursos, el reciclaje, la gestión del ciclo de vida, la prevención y reducción de emisiones, el manejo de la energía, aumento en la calidad de materiales y diseño. Los objetivos con los que se puede lograr la construcción sostenible pueden considerarse en el manejo del ecosistema y su biodiversidad, en el control del crecimiento en consumos, el uso

eficiente de los recursos y las políticas de planificación. En los diversos escritos sobre construcción sostenible se relaciona siempre en el ciclo de vida del proyecto las fases de: decrecer el consumo de recursos, proteger el medio natural y sustentar la obra. Es fundamental la combinación de las primicias de los pilares de la sostenibilidad donde la calidad de los ambientes se muestre en todas sus gamas desde la utilización de materiales eco-amigables hasta el mejoramiento de la calidad de vida del usuario final.

La construcción sostenible debe cumplir una serie de exigencias entre las cuales se encuentran según Lating 1996: consumir una mínima cantidad de energía y agua a lo largo de su vida; hacer un uso eficiente de las materias primas; generar unas mínimas cantidades de residuos y contaminación a lo largo de su vida; utilizar un mínimo de terreno e integrarse correctamente en el ambiente natural; adaptarse a las necesidades actuales y futuras de los usuarios; crear un ambiente interior saludable. Para resumir, podemos comprobar que la arquitectura y construcción sostenibles tendrán en cuenta, al menos, los siguientes criterios: la salud de usuario y el mínimo impacto al medio ambiente, el ahorro energético y utilización de energías renovables, la utilización de materiales naturales y eficientes, el reciclaje y la gestión racional del agua, la adaptación del diseño a la zona del proyecto y el bajo coste económico y social.

Muchos métodos se han desarrollado y aplicado para evaluar el rendimiento de la sostenibilidad de los proyectos de ingeniería y construcción. El método de evaluación medioambiental (BRE) es el líder y el más ampliamente utilizado de evaluación ambiental de los edificios en el Reino Unido (BRE Global Ltd 2009). El liderazgo de la llamada en energía y diseño ambiental del sistema de clasificación de edificios verdes es un programa de certificación de terceros desarrollado en los EE.UU. que se ha convertido en el punto de referencia aceptado a nivel nacional para el diseño, construcción y operación de edificios de alto rendimiento verdes (EE.UU. Green Building Council 2008) Japón ha desarrollado el sistema de evaluación global para la eficiencia del entorno construido para evaluar el desempeño ambiental de los edificios. El desafío de construcción sostenible es un marco de evaluación y la herramienta de software (SBTool) fue desarrollado para este caso en Canadá por un equipo de

expertos internacionales bajo la dirección de un comité de marco internacional para evaluar la sostenibilidad de los proyectos de construcción (iiSBE 2005). El problema es que todos los métodos introducidos anteriormente se centran en la evaluación del desempeño de sostenibilidad a nivel de proyecto. Hay una falta de métodos de evaluación que evalúan el rendimiento global de la construcción sostenible desde un punto de vista nacional. Muchos países han estado dedicando enormes esfuerzos a la construcción sostenible. Es esencial el establecimiento de indicadores para medir el progreso de una nación sobre la construcción sostenible (Guy y Kibert 1998). A través de estos indicadores, a todas las partes en la industria puede establecer objetivos comunes hacia la sostenibilidad de la industria.

4.3.1.1 La infraestructura

El concepto de infraestructura civil es lo suficientemente amplio como para dar un solo significado. Se puede aproximar la definición como un conjunto heterogéneo de elementos, de titularidad tanto pública como privada, realizados típicamente por empresas constructoras y cuyo objeto es prestar servicios distintos a una diversidad indeterminada de personas proporcionándoles una mejora en su calidad de vida o en las condiciones en que desarrollan actividades económicas, sociales o ambientales.

El término infraestructura engloba una amplia gama de servicios, desde los públicos como electricidad, telecomunicaciones, abastecimiento de agua, saneamiento y alcantarillado, recolección de residuos sólidos y eliminación, y gas canalizado, a las obras públicas como carreteras, presas y obras de canales, ferrocarriles, urbano transporte, puertos y vías fluviales y aeropuertos (Banco Mundial 1994). Las infraestructuras civiles pueden clasificarse en tres categorías según el riesgo: infraestructuras primarias, secundarias y terciarias (ITSEMAP, servicios tecnológicos MAPFRE RE compañía de reaseguros S.A. Informe Técnico sobre riesgo y seguro en la Construcción de Infraestructura Civil. REf E 189- 199. Madrid diciembre de 2003). Las infraestructuras primarias aglomerarían aquellas predestinadas al transporte y la comunicación entre núcleos de población y a la garantía de suministros básicos: caminos rurales y carreteras, vías férreas, puertos y aeropuertos, líneas telegráficas y telefónicas, líneas de transporte de energía, embalses y presas, canales, oleoductos y

gaseoductos, etc.

Las infraestructuras secundarias son las que facilitan servicios de primera necesidad a los habitantes de núcleos poblados: vías públicas, alumbrado, líneas de suministro de agua, gas, electricidad y telefonía, redes de saneamiento incluyendo líneas de recogida e instalaciones de depuración de aguas, red de transporte subterráneo y superficial, etc.

Las infraestructuras terciarias son las que suelen denominarse dotacionales, es decir las que proporcionan otros servicios de tipo social: sanitarios, educativos, centros de tercera edad, instalaciones deportivas, servicios de orden público y protección contra incendios, etc.

Se pueden clasificar los diferentes tipos de infraestructura de muchas formas, descartándose la siguiente en su composición más específica en: obra civil en medio urbano, obras lineales: carreteras canalizaciones etc., obras fluviales, obras marítimas, obras especiales: conservación de espacios. Con un foco práctico, además de los elementos comunes a la mayoría de los proyectos de infraestructuras, en las características constructivas y los factores de riesgo asociados a las obras más frecuentes son: obras de urbanización, carreteras, puentes y viaductos, túneles. Al considerar las características comunes y notables en la mayoría de este tipo de obras se tiene en cuenta que los trabajos que se realizan configuran un entorno cambiante, que se ejecutan en espacios abiertos de alta exposición a los agentes ambientales, condicionantes geográficas difíciles, con participación de fenómenos desfavorables en muchas ocasiones, con ejecución de trabajos complejos y utilización de maquinaria pesada o singular y que, obligan, a una planificación y un riguroso control de gestión y grado de cumplimiento de hitos de la programación de obra. Los proyectos referentes a infraestructuras civiles suelen afectar a lo que se denomina genéricamente el interés público cuando no están directamente en el dominio público. La realización de las grandes infraestructuras ó la mejora de las ya existentes se inician con un proceso que comienza cuando se considera que existe una necesidad por cubrir. Después será necesario estudiar las diferentes alternativas posibles, el coste económico y las repercusiones medioambientales y sociales de la obra. Finalmente se tomará la decisión de realizar la alternativa más adecuada. Este proceso podrá durar meses e

incluso años.

Optimizar la infraestructura de los países en desarrollo se considera cada vez más importante para reducir la pobreza, aumentar el crecimiento y lograr los objetivos de desarrollo del milenio. Las estimaciones realizadas por la ONU a finales de los noventa sobre el impacto de las obras de infraestructura en la reducción de la pobreza mostraron que este tipo de inversión reduce la pobreza en 2,1% en los países de bajos ingresos y en 1,4% en los de ingresos medios. Los servicios de infraestructura, en forma de suministro de agua y saneamiento, y en alguna medida también en vivienda y tecnologías de la información y las comunicaciones, son mencionados explícitamente en los objetivos de desarrollo del milenio, ya que además de ser objetivos en sí mismos, estos servicios tienen un efecto importante sobre otros objetivos de desarrollo, tales como la salud, la educación y la equidad. La infraestructura es la plataforma del desarrollo social y económico. De ahí se parte que las inversiones en infraestructura son particularmente importantes en los países en desarrollo. De 1970 a 2005, más del 30% de las inversiones del Banco Mundial estuvieron en los países en desarrollo para la ejecución de diversos proyectos de infraestructura (Banco Mundial 2006). Se encuentra que un proyecto de infraestructura es un bien público en el que la política del gobierno influye en los resultados del proyecto sobre el desarrollo económico y las necesidades sociales. La promoción de proyectos de infraestructura ha hecho contribuciones significativas al desarrollo de los países en desarrollo. En Colombia, por ejemplo, el gran reto de recuperar el atraso en la infraestructura portuaria y férrea para poder articularse al mundo de los intercambios comerciales lo ha llevado a iniciar el desarrollo de obras de envergadura para adaptarse a las necesidades del medio que brinden la posibilidad de responder a las exigencias del mercado mundial. La inversión en infraestructura es también un medio importante para incitar la actividad económica. Por ejemplo, según cifras oficiales, el gobierno colombiano ha invertido en el 2012 alrededor de 3.090 millones de dólares (2.330 millones de euros) en la mejora de las infraestructuras de transporte, como parte de un ambicioso plan para fortalecer la red nacional de carreteras, trenes, puertos y aeropuertos. Así, el director de la ANI¹³ detalló que el Gobierno colombiano planea destinar el 1,5% de su PIB a infraestructuras en 2012 y 2013, y subirlo al tres por ciento en 2014, frente al 1 por ciento del año pasado. A su vez el director de la ANI expresa que “Para que un país como Colombia pueda

mantener su ritmo de crecimiento las brechas en infraestructura que tiene, hemos calculado que necesita mantener un nivel de inversiones del tres por ciento del PIB por lo menos por una década” (www.portafolio.com. Economía. Artículo del 20 de febrero de 2012. “Colombia triplicara inversión en infraestructura hasta 2014).

El valor de una inversión en infraestructura sólo puede realizarse si la inversión está bien planeado y ejecutado. Sin embargo, a menudo se informa de que las inversiones en infraestructura son ineficiente, ineficaz y con pérdidas incluso. Por ejemplo, según un estudio temprano hecho por el Banco Mundial 1994, en promedio, 40% de la capacidad de generación de energía en los países en desarrollo no se utilizó. Un informe reciente del Banco Mundial 2005, sugiere que muchos proyectos de infraestructura, tales como puerto y ferrocarriles en América Latina y el Caribe, no han sido efectivamente utilizados. Parece que muchos gobiernos de todo el mundo han estado gastando más en infraestructuras nuevas y menos en el mantenimiento de la infraestructura.

Debido a la falta de una buena gestión de los proyectos de infraestructura. La operación en mal estado ha inducido a diversos problemas sociales y ambientales. Por ejemplo, “varios proyectos importantes para el país como el túnel de la Línea, el Túnel de Oriente y el proyecto de El Quimbo, entre otros, han sido suspendido provisionalmente por decisión del Ministerio del Medio Ambiente o de las Corporaciones Autónomas Regionales, por problemas ambientales y desastres ecológicos en falta de estudio de impacto ambiental, por contaminación en aguas etc.”. (www.caracol.com. 03 de abril de 2012. Por problemas ambientales suspenden provisionalmente obras de infraestructura importante para el país.) Los resultados de las inversiones en infraestructura a menudo muestran más beneficios económicos, pero causan ciertos efectos negativos, especialmente para las dimensiones sociales y ambientales. Los problemas identificados en los estudios existentes han puesto en duda la eficacia e idoneidad de la evaluación de la inversión en infraestructura. Las evaluaciones deben ser mejorados con la incorporación de los atributos encarnados en los principios de desarrollo sostenible, que es ampliamente descrito como una triple línea de base (es decir, económica, social o de organización y ambiental) (Griffithy Bhutto 2008). En el trayecto del fomento de los principios del desarrollo sostenible, los proyectos de infraestructura

se deben desarrollar para aportar beneficios en todos los aspectos, incluidos los económicos, sociales y ambientales. “Teniendo en cuenta que los efectos de las actividades de construcción de infraestructura en el medio ambiente son más importantes que otras industrias” (Consejo Internacional para la investigación y la innovación en la Edificación y la Construcción (CIB), 1998), muchos esfuerzos para salvaguardar el medio ambiente se han desarrollado en los últimos años para la ejecución de un proyecto de infraestructura. Sin embargo, los efectos ambientales y sociales de los proyectos de infraestructura en muchos casos no son evaluados apropiadamente en el estudio de la viabilidad del proyecto, sino que a menudo se identifican durante o después de la ejecución del proyecto (Banco Mundial 2006). La sostenibilidad de proyectos de infraestructura ha sido estudiada desde varias perspectivas. Por ejemplo, en un orden cronológico estas son algunas propuestas que se encuentran en el medio: Choguill (1996) propuso principios para la formulación de políticas para mejorar la sostenibilidad de la infraestructura a través de servir y colaborar con las comunidades en los procesos de planificación, toma de decisiones e implementación. Shen et al. (2005) desarrollaron un modelo prototipo para evaluar la sostenibilidad de los proyectos de construcción a través de su ciclo de vida mediante el uso de un método de sistema dinámico. Ugwu y Haupt (2007), planteó un sistema de indicadores para evaluar la sostenibilidad de la infraestructura, se centra en la etapa de operación del proyecto. Otros estudios han contribuido al examen de la sostenibilidad para los diferentes tipos de infraestructura, como el transporte, las aguas residuales y energía.

Los indicadores acogidos en estos estudios previos para la evaluación del proyecto de sostenibilidad son fragmentarios, y ningún método incorpora las tres dimensiones de los principios del desarrollo sostenible. Por lo tanto, las aplicaciones de los métodos anteriores para la evaluación de la sostenibilidad del proyecto son limitados.

4.3.1.2 La Infraestructura en términos de sostenibilidad

Es muy importante tener en cuenta el entorno en el que se ubicarán las infraestructuras a la hora de decidir la localización de la misma, de forma que se consiga que los impactos generados sean los menos posibles, y así se contribuya al desarrollo sostenible. Las infraestructuras tienen adjuntos unos impactos en su ejecución que

habrán de ser evaluados y expuestos. Los impactos ambientales dependerán de qué tipo de infraestructura se trate, pero generalmente afectarán de alguna manera al medio físico-abiótico, como por ejemplo contaminación atmosférica, calidad de las aguas. También afectarán al medio biótico: flora y fauna; se producirán impactos sociales, asociados a los beneficios del uso de las infraestructuras. Además, se deben considerar los impactos económicos, que se asocian a la inversión en la ejecución de la infraestructura y a su mantenimiento, que se pueden representar mediante un balance coste beneficio.

La construcción de infraestructuras requiere una ocupación del terreno, que puede ser permanente, temporal, como en el caso de las instalaciones auxiliares, o, incluso, permanente. En cualquiera de estos casos se producirán afecciones al entorno que incluyen: molestias a la fauna o a las personas, eliminación de la vegetación y destrucción de hábitats, contaminación del aire, acústica, alteraciones en el suelo y en la hidrología etc. Estas afecciones tendrán lugar durante la obra, o después de la obra a corto, medio o largo plazo.

La infraestructura tiene determinados impactos que dependerán del entorno donde se construya, por sus especificaciones. La tecnología existente que se emplee en ella puede determinar que se produzcan determinados efectos sobre el ecosistema. El nivel tecnológico lo determina la capacidad económica del territorio, marcando la diferencia de los procesos entre países desarrollados y los subdesarrollados.

Algunas de las afecciones al medio físico-abiótico son determinadas por Antonio Burgueño Muñoz.(FCC Construcción S.A Conferencia : La evaluación de la sostenibilidad en la obra Civil) las principales son las siguientes: geología, edafología que son las variaciones en la composición del suelo, estructura, productividad, capacidad de retención de agua, etc., hidrología e hidrogeología, atmósfera y ruido, contaminación acústica, paisaje, alteración del medio perceptual, influencia de la visibilidad de la infraestructura.

La creación de la infraestructura lleva consigo una importante inversión que tendrá que recuperarse, durante la fase de uso, será necesario llevar a cabo un mantenimiento periódico que implicará un costo, así como los derivados de la propia explotación. Los costos de la inversión habrán de ser mostrados, así como la estimación de los costos

derivados del uso y mantenimiento. Una vez implantada la infraestructura, habrá aspectos que deberán haber sido analizados, como son los impactos que se van a producir durante el uso de la misma, como los derivados del consumo energético, donde se valoran tanto impactos económicos como ambientales. Se tendrá en cuenta, por ejemplo, que el costo de la energía renovable incrementará el costo inicial de obra pero que se puede ver retribuido en el mantenimiento de esta en el tiempo.

Los impactos asociados a la infraestructura también se pueden clasificar; se encuentran entre ellos: el impacto ambiental, que es un cambio en la calidad ambiental del entorno, adverso o beneficioso, total o parcial, resultado de los aspectos ambientales de la construcción, el impacto económico que es el resultado de los flujos económicos asociados a la infraestructura, o los cambios que se producen en éstos flujos, el impacto social que es un cambio en la comunidad, adverso o beneficioso, resultado de los aspectos sociales de los productos de construcción, a nivel de comunidad. Se tienen en cuenta, además de los costes del ciclo de vida determinados, basándose en la inversión, uso, mantenimiento y deconstrucción, también los ingresos potenciales y el desarrollo del valor durante la vida útil de la infraestructura.

4.3.2 La Construcción sostenible en América Latina

Entre los esfuerzos internacionales se hallan, primero la iniciativa de edificios y construcciones sostenibles (Sustainable Building and Construction Initiative) del programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente (PNUMA) que apoya a los encargados de la adopción de decisiones de la industria, negocios y política para que aprovechen las oportunidades existentes en el sector sobre la base del ofrecimiento de una plataforma común de consenso para los actores relevantes, el desarrollo de herramientas y estrategias en relación con edificios sostenibles; el establecimiento de la línea de base para medir y reportar el desempeño de los edificios, y la demostración a nivel local, nacional y global.

Segundo el marco de la iniciativa de Vivienda Social Sostenible (SUSHI), también del PNUMA, donde se está elaborando un enfoque con objeto de asegurar que los programas de viviendas sociales incorporen criterios y prácticas sostenibles.

De estos planes pilotos el PNUMA ha identificado los siguientes elementos en los usuarios de estas estrategias:

- 1) existen severos vacíos de comprensión en relación con los costos y beneficios de las construcciones sostenibles, así como sobre la relevancia de este tipo de soluciones para la sociedad, estos son percibidos como demasiado costosos;
- 2) suele haber falta de capacidades técnicas entre las compañías constructoras y trabajadores del sector;
- 3) hay una necesidad crucial de identificar oportunidades de financiamiento que permitan cubrir la inversión inicial y redistribuir el capital a lo largo del ciclo de vida de los proyectos, así como de cuantificar los ahorros en costos y otros beneficios asociados;
- 4) son escasos los ejemplos concretos de este tipo de construcciones, y
- 5) resulta fundamental la recopilación de experiencias previas, así como la medición y monitoreo para la comprensión y posibilidad de reproducir estos proyectos.
- 6) la resistencia entre los usuarios a operaciones de mantenimiento complicadas y costosas, lo que hace necesario que los beneficios y ahorros sean claros.

Entre los programas de desarrollo en América Latina, se encuentra el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que impulsa el desarrollo urbanístico de manera sostenible en América Latina, para lo cual diseñó la plataforma Ciudades Emergentes y Sostenibles (CES), que se ocupa de tres áreas específicas:

sostenibilidad ambiental, incluyendo los retos del Cambio Climático y desarrollo urbano, incluyendo temas de crecimiento urbano, sostenibilidad fiscal, transporte, competitividad y seguridad.

El BID considera que “además de las grandes metrópolis existen unas quinientas ciudades con menos de dos millones de habitantes cuyas economías y poblaciones están en fase de crecimiento acelerado. Estas ciudades emergentes aún tienen la oportunidad de crecer de manera sostenible, pero para hacerlo con éxito deben buscar

la manera más eficiente de ofrecer servicios públicos, garantizar seguridad, proteger el medio ambiente, utilizar eficientemente los recursos naturales y adaptarse a las consecuencias del cambio climático. Adicionalmente, dichas ciudades deben desarrollar una gestión fiscal que permita financiar este tipo de crecimiento”. En América Latina el BID apoya el desarrollo de 141 Ciudades Emergentes así: Argentina (10 ciudades), Bolivia (9), Brasil (8), Chile (22), Colombia (15), Ecuador (14), El Salvador (3), Guatemala (3), Haití (3), Honduras (2), México (8), Paraguay (6), Perú (8), República Dominicana (7).

Específicamente en Colombia en el año 2011 La Corporación Financiera Internacional (IFC) del Banco Mundial y Camacol, con el aval del Gobierno Nacional, accedieron a un convenio, para dar asistencia técnica y generar un nuevo marco regulatorio que permita avanzar en construcción sostenible. Colombia fue seleccionado por la IFC en América Latina como piloto ya que cuenta con dos particulares importantes, la voluntad por parte del Gobierno de establecer como prioridad el tema del cambio climático y la institucionalidad en el sector privado que garantiza las inversiones.

Este convenio se estableció en el estudio que elaboraron en Colombia la IFC y la Secretaría de Estado para asuntos Económicos (SECO) de Suiza el cual pauta las posibilidades que tiene el país y el sector de la construcción para contribuir en la mitigación del cambio climático a través de la reducción de emisiones de carbono.

Camacol expone que conducirá el apoyo recibido de la IFC en contenidos que apliquen la asistencia técnica y la divulgación de las mejores prácticas de sostenibilidad en las nuevas construcciones. Los primeros esfuerzos se enfocarán en la Vivienda de Interés Social (VIS), además de aquellos proyectos que muestren un alto potencial de impacto en ahorro de recursos con relación a eficiencia energética, ahorro de agua y un adecuado uso de materiales en la actividad de construcción.

En lo que se refiere a políticas internas de Colombia, el gobierno del presidente ha mantenido una agenda de trabajo conjunta con el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible y se viene avanzando en la elaboración de la Norma Técnica Colombiana para el Sello Ambiental y el código de construcción verde.

El código de construcción verde será el instrumento que impulsará el acompañamiento a los municipios para el desarrollo de incentivos locales, la definición de estándares de diseño y construcción para el uso eficiente de los recursos, estrategias que se encuentran plasmadas en el plan nacional de desarrollo. El gobierno tiene como prioritaria la implementación de una política de construcción sostenible. Se comenzó la formulación de los lineamientos de política sobre construcción y urbanismo sostenible que a la fecha de este trabajo no han sido implementados.

4.3.3 Infraestructura Sostenible

Al usar la palabra infraestructura sostenible esta se refiere no solo a la construcción y uso de infraestructura que es inherente a la sostenibilidad en cuanto a que su costo, calidad y duración deben ser adecuados para cumplir sus propósitos, sino también, al hecho de que su funcionamiento ha sido pensada y seleccionada para contribuir y servir a un avance efectivo en el proceso del desarrollo sostenible. De forma inversa puede suceder en la realidad cuando se construye infraestructura sostenible que no ayuda al desarrollo sostenible.

Existen un numero de investigación que gestiona las diferentes dimensiones de la sostenibilidad urbana, incluyendo la planificación de políticas a nivel macro; son escasas las investigaciones que apunta a las etapas específicas como diseño y construcción y a las otras que conforman el ciclo de vida.

Las referencias académicas muestran el creciente interés en las investigaciones sobre el medio ambiente y sostenibilidad en los países desarrollados y en desarrollo, indicando que la sostenibilidad es un problema global que necesita una solución de todos. Han empezado a emerger a nivel mundial metodologías para efectuar la evaluación sostenible cimentados en sistemas de indicadores para los proyectos de Ingeniera Civil, como: el modelo TSI Technical Sustainability Index, propuesto por Dasgupta y Tam (2005) para su aplicación en proyectos de Infraestructura en Canadá y aplicado a líneas eléctricas, Nueva York, Chicago y Toronto son las ciudades que tienen los planes mejor integrados.

Al generar proyectos de infraestructura estos tienen un gran impacto en un entorno de construcción sostenible. La infraestructura de obra civil entra en contraste con otras estructuras tales como edificios o viviendas para las cuales existen herramientas desarrolladas de sostenibilidad. Las diferencias están dadas en la complejidad de la naturaleza de los proyectos, un sin número de estándares de diseño, las prácticas de construcción y la tecnología de gran impacto en el desarrollo urbano y la gestión del proyecto dentro de las políticas del país.

En el siglo XXI, en el ámbito de América entre los proyectos de integración suramericana se presenta una meta prioritaria; la creación de la Unión de Naciones Suramericanas (UNASUR), en mayo del año 2008. Con la firma de su tratado constitutivo, representaría un nuevo marco para el proceso de integración y en agosto de 2009, en la III reunión ordinaria de jefes de estado y de gobierno de la UNASUR, en Quito, se creó el consejo suramericano de infraestructura y planeamiento de la UNASUR (COSIPLAN). La integración de la infraestructura regional es uno de los pilares para la promoción de la unidad suramericana. Entre los antecedentes entre el 31 de agosto y el 1 de septiembre del año 2000, los mandatarios suramericanos se reunieron en Brasilia para celebrar la I reunión de jefes de estado de América del Sur; por primera vez, se discutieron acciones conjuntas para la modernización de la infraestructura como instrumento de promoción del desarrollo y de integración de las áreas menos favorecidas a las economías nacionales. Se inicio en esta reunión la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana-IIRSA, para organizar el espacio común regional, privilegiando la cooperación para el desarrollo socioeconómico sustentable. COSIPLAN presenta su primer plan de acción estratégico (PAE) para el período 2012-2022, en cumplimiento de la declaración de los presidentes suramericanos en la IV reunión ordinaria del consejo de la UNASUR. El PAE 2012-2022 tiene como fundamento el tratado constitutivo de la UNASUR y el estatuto y el reglamento del COSIPLAN. De esta manera, para el horizonte citado, el COSIPLAN pretende “perfeccionar metodologías y herramientas con el objetivo de ejecutar y concluir proyectos; incorporar mecanismos de participación social; concentrar la atención en el financiamiento de proyectos de alto impacto socioeconómico en la región; perfeccionar herramientas de seguimiento y evaluación y avanzar en la

compatibilización de los marcos normativos e institucionales” (Consejo suramericano de infraestructura y planeamiento (COSIPLAN). Plan de acción estratégica 2012-2022). Este es uno de los primeros pasos en vía a una infraestructura más preocupada por su sostenibilidad y su relación con la conservación de la región.

Se encuentra que en la senda directa a la sostenibilidad para Latinoamérica la comisión económica y social para Asia y el Pacífico (ESCAP) y la comisión económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en asociación con el Programa de las Naciones Unidas para los asentamientos humanos (UN- HABITAT), están efectuando el proyecto ecoeficiencia y desarrollo de infraestructura urbana sostenible en Asia y América Latina; que busca comenzar e introducir pautas de ecoeficiencia en el desarrollo de infraestructura con el objetivo de hallar el ahorro de energía y recursos, así como la disminución de emisiones y el fomento de la inclusión social en estas regiones.

En Colombia se cuenta con el departamento nacional de planeación (DNP) el cual de apoya en la dirección de infraestructura y energía sostenible (DIES). Este adelanta las acciones requeridas para el desarrollo de los sectores de vías y transporte, telecomunicaciones, minas, hidrocarburos y energía, en coordinación con los organismos y entidades pertinentes. En estos sectores, la dirección orienta, participa y promueve la formulación, seguimiento, control y evaluación a la ejecución de políticas, planes, programas, estudios y proyectos de inversión, conjuntamente con los organismos y entidades relacionadas. Para el cumplimiento de sus funciones, esta dirección se apoya en las subdirecciones de transporte(ST), Minas y energía (SME) y telecomunicaciones (ST0), y cuenta con el grupo asesor en proyectos de infraestructura. Se encuentra que los principales avances de la construcción sostenible en Colombia según el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 e informes de los ministerios relacionados con la construcción, y la sostenibilidad, son los siguientes:

- Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono (ECDBC) para el sector de la construcción.

- Política nacional de construcción y urbanismo sostenible, espacio público y gestión del riesgo.
- Sello ambiental colombiano para edificaciones sostenibles, hipotecas verdes y estándares de diseño y construcción para el uso eficiente de los recursos.
- Expedición de las reglamentaciones técnicas que propendan por el uso más seguro, limpio y eficiente del servicio de energía eléctrica (uso racional de energía en VIS).
- Reglamentación de incentivos para prestadores de servicios públicos que hagan un uso eficiente del consumo de energía en acueducto y alcantarillado.
- Estrategia de largo plazo para el manejo de residuos sólidos y drenajes urbanos (Manizales se encuentra en proceso de reglamentación e implementación respecto del aprovechamiento de residuos de construcción y demolición, y aplican el instrumento de Comparendo Ambiental).

Las perspectivas del mercado de la construcción sostenible en Colombia, según el consejo colombiano de construcción sostenible (CCCS) (Foro Manejo de residuos de demolición y construcción CCI Seccional Occidente. Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. Ciudades y construcción sostenible: una agenda para Colombia Cristina Gamboa. Directora Ejecutiva Bogotá, 05 de septiembre, 2016.), muestra los siguientes resultados para un balance al 2016:

- En Colombia la construcción representa 6,9% del PIB nacional edificaciones: 3,2% e Infraestructura: 3,7%, genera el 1,2 millón de empleos (5,8% del total de la mano de obra) según datos estadísticos del DANE.
- Colombia ha sido afectada por el cambio climático de manera desproporcionada (PNUD), emite sólo 0,34% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el nivel global. El país requiere un cambio en el crecimiento del carbono, a lo cual incentiva el uso eficiente de sus recursos y proteger el potencial de su biodiversidad.

- La construcción sostenible ahora es más importante para el gobierno y la industria.
- Las ciudades sostenibles se entienden cada vez más, al igual que los negocios en la construcción sostenible (incluida la vivienda de interés social).
- El manejo sostenible de los residuos de la construcción tiene un importante potencial.
- La estrategia de crecimiento económico del presidente Santos incluye vivienda e infraestructura como sectores clave (junto con minería, energía, agricultura e innovación).
- Oportunidades para estructuración de alianzas público-privadas (Ley de APPs expedida en 2012): vías, puentes, puertos e infraestructura básica (principios de sostenibilidad se exigen cada vez más en las condiciones de licitación), grandes proyectos de renovación urbana (como el centro administrativo nacional en Bogotá), aspectos de sostenibilidad incluidos en la formulación de estos proyectos, macro proyectos de vivienda: construir 1 millón de nuevas viviendas (70% VIS), 32 proyectos, con un potencial estimado de 320.000 nuevas viviendas. Se espera que el urbanismo sostenible tenga un rol destacado, aspectos clave a resolver: acceso a servicios públicos e infraestructura urbana.

En una visualización del panorama colombiano se identifican las siguientes barreras al desarrollar un proceso de sostenibilidad en la construcción, ya sean elementos que no han sido tenidos en cuenta o no se han desarrollado de manera adecuada para obtener resultados más oportunos hacia un cambio:

- La diversidad de indicadores y métodos de evaluación que se emplea en el país revela la necesidad de contar con un sistema unificado para gestar procesos ambientales que vayan en la misma dirección y tras los mismos

objetivos.

- La fusión de los ministerios y la consecuente debilidad institucional del sector ambiental ha generado un retroceso en las estructuras institucionales competentes para asumir la ecoeficiencia, impidiendo que políticas generales ya delineadas en este campo sean aplicadas y asumidas territorialmente.
- Las políticas oficializadas en los documentos CONPES y las normativas en esta materia, asociadas al cambio climático, los proyectos MDL y el desarrollo de infraestructuras no han mostrado los resultados esperados. Se carece de instrumentos que viabilicen las políticas y las vuelvan aplicables.
- El equipo humano de las entidades territoriales (exceptuando las grandes ciudades, como Bogotá y Medellín) carecen, en términos generales, del nivel técnico que requiere inserción la generalizada de los métodos de la ecoeficiencia. CEPAL – Colección Documentos de proyectos Ecoeficiencia y desarrollo de infraestructura urbana sostenible.
- Los ministerios de Transporte, Minas y Energía y el MAVDT, si bien cuentan con políticas y proyectos ambientales y urbanos transversales, no logran desarrollar un trabajo conjunto y articulado con las entidades territoriales que facilite la efectividad de la ecoeficiencia en Colombia.
- Los últimos resultados ambientales y las situación general del sector, que señala con destreza y precisión el Análisis Ambiental del País (AAP) del Banco Mundial, muestran el momento difícil que atraviesa la institucionalidad ambiental en todo el territorio nacional, así como la urgencia de un cambio de rumbo si se desea alcanzar logros en temas como la eficiencia energética o proyectos MDL, y específicamente en

materia de Ecoeficiencia en la construcción, ejecución y desarrollo de infraestructuras urbanas.

- Muchas infraestructuras urbanas están concesionadas, y por ende, el manejo de la instancia privada es muy diferente en la práctica de tal manera que los compromisos institucionales son diferentes, sin considerar prioritarios los temas ambientales. Por ello, para estas empresas puede ser poco atractiva la ecoeficiencia si no se convierte en un elemento regulado por el sector público que evidencie su valor prioritario y obligante.
- Existen serias diferencias institucionales a nivel territorial por las significativas desigualdades regionales (por ejemplo, es muy diferente la institucionalidad de Bogotá que la de los departamentos de Chocó o Sucre solo para citar un caso). Por ello, son grandes las diferencias en un momento dado para aplicar factores de ecoeficiencia, entre una entidad territorial y otra, especialmente en capacidad técnica, capacidad de gestión, recursos humanos y financieros. Por otra parte, de una entidad territorial a otra también pueden existir grandes diferencias en materia de prioridades, consideraciones éticas y de manejo de recursos.
- Uno de los procesos más evidentes que impiden una más numerosa aplicación de buenas prácticas en materia de ambiente e infraestructuras urbanas, es la descoordinación que se percibe entre políticas y normas. Por ejemplo, la Ley 1083 de 2006 sobre planeación urbana sostenible, busca estimular el uso de combustibles limpios, sin embargo, los CONPES en la materia, especialmente sobre los SITM, no son determinantes con respecto a ello, permitiendo en la práctica que se defina con diferentes criterios la elección de combustibles en cada ciudad donde se implementarán estos sistemas. Existen normas detalladas que no se plasman en políticas, y políticas sueltas que carecen de fuerza regulatoria y sancionatoria.
- La ecoeficiencia se desconoce, por tanto, aún no ha sido considerada como

instrumento ambiental a regular y estimular a través de normativas y políticas. Solo en casos contados, se ha incluido en instrumentos de política, por ejemplo, en Bogotá y Manizales, existe desconocimiento de los trámites para obtener rentabilidad de los procesos ambientales; se consideran difíciles, solo importantes para ciudades grandes por sus volúmenes y producto de gestiones internacionales complejas.

- Es muy diferente la distribución de recursos para la gestión ambiental y de infraestructuras. Al interior de la inversión de infraestructuras, la inversión en infraestructura social es regulada y protegida, mientras la física no cuenta con regulación y está al libre albedrío de la gestión política territorial ante el gobierno nacional.
- Se considera que los requerimientos de inversión para adecuar las infraestructuras a estos procesos ecoeficientes son elevados. Por tanto, se carece de recursos propios—públicos de entidades territoriales o privados de concesionarios— para acometer CEPAL – Colección Documentos de proyectos Ecoeficiencia y desarrollo de infraestructura urbana sostenible...este tipo de labores y se desconoce la posibilidad de convenios y acuerdos con organismos públicos y privados extranjeros para obtener este tipo de inversiones.
- Se carece de información técnica y estadística que permita conocer los niveles de ecoeficiencia en las infraestructuras urbanas eficientes.

4.3.4 Métodos de Evaluación de la Sostenibilidad

El desarrollo de métodos de evaluación y los instrumentos respectivos es un reto tanto para la academia como en el campo de la construcción. Un punto de gran importancia es el de la gestión de los flujos de información y conocimiento entre los diferentes niveles de los sistemas de indicadores. Una limitación importante de estos métodos es

que la definición específica del término construcción sostenible, ya que los diferentes actores en la construcción tienen diferentes intereses y requisitos (RJ Cole Tendencia emergente en la creación de métodos de evaluación ambiental /Edificio de Investigación e Información, 26 (1998), pp 3-16). Por ejemplo, el constructor dará más atención a las cuestiones económicas, mientras que los usuarios finales están más interesados en temas de sociales y ambientales.

Cuando se evalúa la sostenibilidad basado en un enfoque de ciclo de vida puede producir importantes beneficios a largo plazo, se encuentra que las partes participes de un proyecto ayudan a minimizar los impactos ambientales, para generar nuevos espacios, más sanos, cómodos y productivos, reduciendo la operación de construcción y los costos de mantenimiento.

Cuando se profundiza en el análisis del ciclo vida se encuentra que este consideratodas las entradas y salidas de un sistema de construcción. Este enfoque es especialmente útil cuando las alternativas de proyectos cumplen requisitos de rendimiento similares, pero difieren en cuanto a los costos iniciales y los costos de operación, se deben comparar con el fin de seleccionar la que maximiza el ahorro neto (HA Hikmat, FN Saba El desarrollo de una herramienta de construcción verde para la evaluación de los países en desarrollo - caso de Jordania. Construcción y Medio Ambiente, 44 (5) (2009), pp 1053-1064).

En el medio, las herramientas de evaluación de la sostenibilidad están en permanente evolución con el fin de superar las diversas limitaciones del entorno. El reto principal, al presente, es desarrollar y aplicar una metodología sistemática para apoyar un diseño de construcción que logra el equilibrio más adecuado entre las diferentes dimensiones de la sostenibilidad, y que es, al mismotiempo, práctico, transparente y suficientemente flexible como para ser fácilmente adaptado a diferentes tipos de construcción y a la constante evolución de la tecnología. En el mundo se han iniciado variados procesos de desarrollo de métodos de evaluación de la sostenibilidad aplicado a diferentes categorías de la construcción, lo que evidencia el interés en la mejora de procesos de gestión de la sostenibilidad.

A partir del año 2000, el número de métodos para la evaluación medioambiental de edificios en el mundo se ha multiplicado considerablemente. BREEAM (BRE

Environmental Assessment Method) fue el primer sistema que apareció en 1990 y ofreció un método de etiquetado de edificios, aunque, (LEED) Leadership in Energy and Environmental Design es el de mayor implantación en el mercado de grandes edificios. Actualmente existe un gran número de modelos, muchos de ellos basados en la metodología desarrollada por el grupo (GBC) Green Building Challenge, actualmente (iSBE) International Initiative for a Sustainable Built Environment.

De manera sistemática lo que se pretende en los distintos estándares y normas es crear una serie de criterios o indicadores de sostenibilidad y evaluarlos de manera que se pueda conocer que alternativa se acerca más a la noción de proyecto sostenible y también si los objetivos señalados mediante indicadores se alcanzan de manera positiva en unas soluciones más que en otras. Según los sistemas de indicadores de sostenibilidad vistos en los apartes anteriores, los métodos de integración de criterios para obtener una valoración final para la toma de decisiones pueden desagregarse en la siguiente clasificación elaborada por Quiroga (2001) y Fürst (1998):

1. Presión- Estado-Respuesta (P-E-R). (Organisation for Economic Co-Operation and Development –OECD-, 1993)
2. Fuerza Motriz- Estado-Respuesta (F-E-R) (Comisión sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, 1996).
3. Temas y Subtemas.
4. Modelo- Flujo- Calidad (M-F-C)
5. Agregativos.
6. Familias.
7. Espacio Ecológico
8. Presión-Estado-impacto/Efecto- Respuesta (P-E-I/E-R) (Un europea, 1998).
9. Pirámides lógicas o jerárquicas: principios-criterios-indicadores.

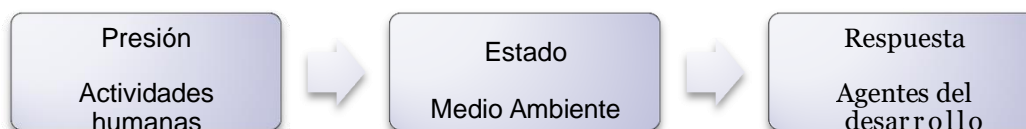
De estos modelos, los que se utilizan a nivel internacional son los siguientes:

El modelo de presión–estado–respuesta (**PER**), representa cómo las actividades humanas ejercen presiones sobre el entorno, los recursos ambientales y naturales, alterando, en alguna medida su fase inicial. El modelo fue determinado por la organización para la cooperación y desarrollo económico (OCDE) La sociedad en su

conjunto identifica estas variaciones y puede decidir (objetivos de política) la adopción de medidas (respuestas) que tratarían de corregir las tendencias negativas detectadas. Estas medidas se dirigen con carácter cautelar, contra los mismos mecanismos de presión, o bien, con carácter corrector, directamente sobre los factores afectados del medio.

Como consecuencia de estas actuaciones se supone, o espera, una mejoría del estado del medio ambiente.

Gráfico 3. Modelo Presión-Estado -Respuesta.



Fuente: Tesista.

PER es el marco ordenador más usado constituido por indicadores de presión que en general preguntan por la utilización que la economía hace de los recursos naturales en cuanto a la cantidad, la intensidad, el ritmo, la procedencia, describen los impactos ejercidos por las actividades humanas sobre el medio ambiente que afecten la cantidad y calidad de los recursos naturales de forma directa o indirecta.

Los indicadores de respuesta dan cuenta de las acciones en procura de revertir, evitar y controlar los daños ambientales. Este tipo de indicadores registran también acciones no propiamente ambientales; con frecuencia registran las acciones sociales, culturales, tecnológicas.

Los indicadores de respuesta dan cuenta de las acciones en procura de revertir, evitar y controlar los daños ambientales. Este tipo de indicadores registran también acciones no propiamente ambientales; con frecuencia registran las acciones sociales, culturales, tecnológicas.

Indicadores de Fuerza Motriz: constituyen actividades humanas, procesos y pautas que tienen un impacto en el desarrollo sostenible. Pertenecen a desarrollo a nivel de empresas, industrias o sectores económicos, así como a directrices sociales. Ejemplos: la emisión de gases de efecto invernadero.

Indicadores de Estado: suministran una indicación del estado del desarrollo sostenible, o de una línea particular de éste, en cierto período. Corresponden a indicadores cualitativos o cuantitativos. Por ejemplo: concentración de contaminantes en zonas urbanas.

Indicadores de Respuesta: muestran posibilidades de política y otras respuestas sociales a las transformaciones en el estado del desarrollo sostenible. Estos indicadores proporcionan una medida de la disposición y efectividad social en la construcción de respuestas. Contiene legislación, regulaciones, instrumentos económicos, actividades de comunicación. Ejemplos: cobertura de tratamiento de aguas, gasto en disminución de la contaminación.

Este marco se puede poner en igual a las dimensiones económicas, sociales e institucionales de la sostenibilidad con aquellas de carácter ambiental. Este intento puede ser meritorio, pero en la práctica presenta varias dificultades.

Modelo Temas Y Subtemas, La otra manera de establecer los indicadores es esquematizarlos por tema y subtema, para instaurar cierta lógica en la comunicación de los efectos. Environment Canada, Suecia, Nueva Zelandia son buenos ejemplos de estos marcos ordenadores, que se aplican normalmente a indicadores de primera generación.

Modelo Ordenador en base a Familias, Este modelo plantea que los procesos implicados en el desarrollo sostenible son dinámicos y complejos, y que como sistema se retroalimentan continuamente en unos a otros.

Modelo de pirámides lógicas o jerárquicas, para la explicación de indicadores de sostenibilidad Los marcos jerárquicos se basan en el supuesto de linealidad causal donde los fenómenos, criterios, indicadores y normas se unen linealmente.

para establecer verdaderas pirámides lógicas. Su aplicabilidad se afilia más bien al estudio de la sostenibilidad de un sector o tema en particular, porque es difícil mantener la linealidad en temas más amplios o confusos.

Modelo Ordenador Presión-Estado-Impacto/ Efecto-Respuesta, P-E-I/E-R, este modelo se basa en elaborar grupos de indicadores. Por ejemplo, en el caso Colombia se elaboraron cinco grupos de indicadores. El primero para observar las causas de los problemas ambientales (Presión sobre el Medio Ambiente), el segundo se relaciona con la calidad del medio ambiente en función de los efectos de las acciones antrópicas (Estado del Medio Ambiente), el tercero observa el impacto/efecto de las actividades humanas sobre el medio ambiente y viceversa (Impacto sobre el Medio Ambiente y la Sociedad); el cuarto se refiere a las medidas y respuestas que toma la sociedad para mejorar el medio ambiente (Respuestas sobre el Medio Ambiente). El quinto grupo son indicadores prospectivos que se relacionan con los progresos necesarios para la sostenibilidad (Progresos hacia la Sostenibilidad). De esta manera se trata de enfatizar sobre la importancia de considerar las potencialidades y limitaciones en el uso de las tierras y los recursos naturales para la elaboración de políticas y acciones para un desarrollo sostenible.

En la indagación de las metodologías de sostenibilidad que trabajan por medio de sistemas de indicadores actuales se encuentran en las bases de datos en la web de CRISP (Construction and City Related Sustainability Indicators), del U.S. Department of Energy “Building Technologies Programs” en donde se identificaron un número real total, de 74 sistemas de indicadores de sostenibilidad en el mundo (Fernández, 2008). A continuación, se muestra una recopilación de los más significativos, ver Tabla 6.

Tabla 6. Sistema de indicadores de sostenibilidad de la edificación.

Nombre del sistema de Indicadores	País de Origen
LEGOE	Alemania
Green Star	Australia
NABERS (National Australian Built Environment Rating System)	Australia

TQ Building Assessment System (Total Quality Building Assessment System)	Austria
Sustainability indicator set for the construction sector	Austria
Green Building Challenge (GBC): GBTool_05 - SBTool_07	Canadá
BEPAC (Building Environmental Performance Assessment Criteria)	Canadá
Green Globes Canada (adaptado también a EEUU y Reino Unido/also adapted to USA and United Kingdom)	Canadá
CEPAS (Comprehensive Environmental Performance Assessment Scheme)	China
HK BEAM (Hong Kong Building Environmental Assessment Method)	China
BEAT 2002 (Building Environmental Assessment Tool)	Dinamarca
Nordic set of environmental indicators for the property sector	Dinamarca, Finlandia, Noruega, Suecia, Islandia
LEED (adaptado también a México, Canadá, India)	EEUU

Nombre del sistema de Indicadores	País de Origen
SPiRiT (Sustainable Project Rating Tool)	EEUU
VERDE (aplicación de SBTool a España)	España
MIVES (Modelo Integrado de Valor para Estructuras Sostenibles)	España
LEnSE (Label for Environmental, Social and Economic Buildings)	Europa
CASBEE	Japón
Green Building Rating System	Korea
SBAT (Sustainable Building Assessment Tool)	Sudáfrica

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) -En proceso de adaptación a otros países europeos como España	Reino Unido
SPeAR	Reino Unido

Fuente: Fernández 2008.

4.3.5 Requerimientos para la Evaluación de la Sostenibilidad

La organización internacional de normalización (ISO) y el comité europeo de normalización (CEN) ha trabajado en los últimos años con el objetivo de definir los requerimientos estándar para las evaluaciones del medio ambiente y la sostenibilidad de los edificios. Como derivación del Comité Técnico de la ISO (TC) 59, construcción de edificios, y su Subcomité (SC) 17, La sostenibilidad en la edificación, cuatro nuevas especificaciones técnicas y las normas se han publicado. En la tabla 8 se reflejan todos los estándares publicados, o en proceso de publicación, por ISO y CEN.

Tabla 7. Estándares relacionados con la aplicación de la sostenibilidad en la edificación.

Norma	Tipo de estándar	Año publicación
ISO 21929-1	Sustainability in building construction - Sustainability indicators - Part 1: Framework for development of indicators and a core set of indicators for buildings	2011
ISO 21930	Sustainability in building construction - Environmental declaration of building products	10-2007
ISO 21931-1	Sustainability in building construction - Framework for methods of assessment for environmental performance of construction works - Part 1: Buildings	6-2008

ISO 21932	Sustainability in building construction – Terminology	2005
ISO 15392	Sustainability in building construction - General principles.	5-2008
CEN EN 15643-1	Sustainability of construction works - Integrated assessment of building performance - Part 1: General framework.	<i>Borrador</i>
CEN EN 15643-2	Sustainability of construction works - Integrated assessment of building performance - Part 2: Framework for the assessment of environmental performance	<i>Borrador</i>
CEN EN 15643-3	Sustainability of construction works - Integrated assessment of building performance - Part 3: Framework for the assessment of social performance	<i>Borrador</i>
CEN EN 15643-4-	Sustainability of construction works - Integrated assessment of building performance - Part 4: Framework for the assessment of economic	<i>Borrador</i>

Norma	Tipo de estándar	Año publicación
	performance	2008
CEN EN 15978-2010	Sostenibilidad de las obras de construcción - Evaluación del desempeño ambiental de los edificios - Método de cálculo	<i>Borrador</i>
CEN EN 15942-2010	Sostenibilidad de las obras de construcción - Declaraciones ambientales de producto - Formato de Comunicación - Negocios para las empresas.	<i>Borrador</i>

Fuente: Adaptado de ISO y CEN.

Standardization), están desarrollando estándares en el campo de la Edificación Sostenible:

ISO TC 59 – Building construction (construcción de edificios). Este comité es el comisionado de la elaboración de las normas relacionada con la construcción de edificios en el ámbito de la ISO. Se fragmenta en varios subcomités, algunos de los cuales están desarrollando un importante papel en la definición de estándares relacionados con la sostenibilidad en la edificación.

ISO TC 207 – Environmental management (gestión ambiental). El recto del subcomité de gestión ambiental es el desarrollo de normas en el ámbito de los sistemas de gestión ambiental y otros instrumentos de desarrollo sostenible.

TC 207/SC 1 – Environmental management systems. Este subcomité, además de haber desarrollado las normas de gestión ambiental ISO 14.001 e ISO 14.004, dispone de un grupo de trabajo, el WG 4 (TC 207/SC 1/WG 4) que se encuentra encargado del esbozo de la futura ISO 14.006 de Eco-diseño.

TC 207/SC 3 – Environmental labelling (Etiquetado Ambiental). Este subcomité ha desarrollado las siguientes normas sobre el desarrollo y uso de etiquetado y declaraciones ambientales:

ISO TC 207/SC 5: Life cycle assessment. Este subcomité ISO ha desarrollado los principios y el marco para la realización de la evaluación de ciclo de vida, incluyendo ejemplos de aplicación de la ISO 14041 e ISO 14042. Las normas desarrolladas en este ámbito son las siguientes: TC 59 – Building construction subcomité TC 59/SC 17 - Sustainability in building construction y el comité ISO TC 207 – Environmental management subcomité TC 207/SC 1 – Environmental management systems, TC 207/SC 3 – Environmental labelling (Etiquetado Ambiental) y ISO TC 207/SC 5: Life cycle assessment.

El comité europeo de normalización (CEN) fue fundado como una organización internacional sin fines de lucro con sede en Bruselas, en 1975, el 30 de octubre. Este comité trabaja también en la siguiente normatividad: CEN/TC 350 - sustainability of construction Works; El CEN/TC 350 es comité garante del desarrollo de métodos estandarizados horizontales voluntarios para la evaluación de los aspectos de sostenibilidad de los trabajos de construcción de edificaciones nuevas y ya existentes a lo largo de todo su ciclo de vida, y de los estándares para la declaración ambiental de producto de los productos de construcción.

La subestructura de este grupo de trabajo es según la CEN la siguiente:

1. CEN/TC 350/WG 1 Comportamiento ambiental de los edificios
2. CEN/TC 350/WG 2 Descripción del ciclo de vida de los edificios
3. CEN/TC 350/WG 3 Niveles de productos
4. CEN/TC 350/WG 4 Evaluación del comportamiento económico de los edificios
5. CEN/TC 350/WG 5 Evaluación del comportamiento social de las edificaciones.

En el ámbito colombiano a nivel de estandarización desde el año 2009, con el aporte del consejo colombiano de construcción sostenible, el MADS ha venido desarrollando la propuesta de una norma técnica colombiana para la construcción sostenible, se trata del Sello ambiental colombiano para edificaciones.

Con el sello ambiental colombiano, el MADS busca responder a las tendencias mundiales de programas similares para la identificación de bienes y servicios ambientales como la etiqueta ecológica de la unión europea, el Cisne Blanco de los países nórdicos, el sello verde de Estados Unidos o el ángel azul de Alemania.

En marzo de 2012 se inició la formulación del sello Ambiental para edificaciones sostenibles (SAC-ES) con el liderazgo del ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial y el ICONTEC y el trabajo conjunto de empresarios, universidades y gremios.

El consejo colombiano de construcción sostenible apoya de manera estructural las labores de este comité a marzo de 2012, la formulación de este sello a avanzado un 60 % el avance se ve representado en los siguientes temas: aspectos e impactos ambientales, riesgo, localización, ahorro y uso eficiente del agua, e impactos durante la construcción, continuaran con la discusión de los temas de eficiencia energética, materiales y residuos así como la calidad del ambiente interior y aspectos como durabilidad y manejo de plagas, a marzo de 2011, el Comité Técnico del Sello tomo las siguientes decisiones respecto al alcance del mismo:

- Este primer sello se enfocará en establecer los lineamientos para el diseño y construcción de edificaciones. La fase de operación será normalizada para la siguiente fase del sello.
- Debido a las particularidades de la vivienda, este uso será normalizado en un sello objeto de una formulación que se hará por separado de esta primera versión, el sello que actualmente se desarrolla se denominará “Sello Ambiental para diseño y construcción de edificaciones no residenciales, el sello colombiano se califica con el cumplimiento del 100% de las directrices establecidas.

A la fecha de elaboración de la presente tesis, continua en construcción el sello ambiental colombiano para edificaciones sostenibles.

4.3.6 Implementación de la sostenibilidad en la infraestructura

El mundo se ve afrontado al desafío exigente de adoptar disposiciones en muchos niveles. A medida que el tiempo pasa, los gobiernos tomarán decisiones sobre el futuro, de una manera proactiva, ante los evidentes riesgos de deterioro. Al diseñar una infraestructura lo suficientemente flexible y durable como para superar las dificultades e incertidumbres del futuro, el mundo comienza a tomar control en vez de dejar el desarrollo al azar.

Los diferentes problemas que plantean la sociedad con la contaminación ambiental, el crecimiento demográfico, el incremento de los niveles de consumo y el agotamiento de los recursos ejercen una presión enorme sobre la infraestructura de nuestras ciudades.

De igual forma, al ser lugares de gran consumo, producción y generación de desechos, las ciudades presentan el reto de aumentar la eficiencia y sustentabilidad energéticas de la sociedad en su conjunto.

El consejo empresarial mundial para el desarrollo sostenible (WBCSD, por sus siglas en inglés), a través de su iniciativa de infraestructura urbana, sostiene que “la planificación urbana está dominada por la toma de decisiones políticas” (iniciativa de Infraestructura Urbana (UII) del WBCSD, Actas de la Reunión Preparatoria, Ginebra, 3 y 4 de septiembre, 2009), e identifica la necesidad de ayudar a los planificadores y promotores urbanos a reducir el riesgo y la incertidumbre para posibilitar una inversión y un desarrollo más seguros. Y en Australia, más específicamente, Engineers Australia publicó recientemente un informe condenatorio que afirma lo siguiente: La infraestructura existente es apenas adecuada para satisfacer las necesidades actuales, ni qué hablar de las necesidades del futuro. El consejo empresarial mundial ha identificado las siguientes premisas alrededor de los proyectos de infraestructura en las ciudades:

La inversión en consultas sobre la planificación y preparación para la ejecución es insuficiente para garantizar la viabilidad de los proyectos. Los procesos de planificación y políticos crean un enfoque de corto plazo, cuando lo que se necesita es una visión de largo plazo. La sostenibilidad no ha recibido la importancia que merece en las políticas de desarrollo de la infraestructura y las ciudades.

Uno de los trabajos sobre comunidades sostenibles del Green Building Council of Australia (www.gbca.org.au), asegura que reducir los impactos ambientales y consultar con la comunidad no son los únicos requisitos. Más bien, la infraestructura sostenible tiene que ver con el desarrollo de bienes aptos para el público objetivo: continuamente útil durante toda su vida, resistente y adaptable al cambio de las circunstancias externas, una parte integral y constante de la infraestructura y la respuesta a las expectativas de la comunidad ayudando a resolver los problemas de sostenibilidad.

Al analizar las organizaciones internacionales, tanto públicas como privadas, algunas cuentan con políticas bien elaboradas y claramente expresadas sobre sostenibilidad,

que demuestran una buena apreciación de los problemas y los requisitos en materia de soluciones.

Según la encuesta corporativa de 2012 del pacto mundial de las Naciones Unidas (basada en 766 respuestas llenadas), 96 por ciento de los ejecutivos principales opinan que es preciso incorporar el tema de la sostenibilidad en la estrategia y las operaciones de la empresa³⁸. Sin embargo, parece que estos ejecutivos ven un desafío importante a la hora de aplicar una estrategia de esta naturaleza. De acuerdo con la encuesta, existe “una brecha importante de desempeño entre lo que los ejecutivos piensan que las compañías deberían estar haciendo y lo que informan acerca del desempeño de su compañía”. Para los propietarios de bienes y los inversionistas en infraestructura, el riesgo de no cerrar esta brecha es muy grande. De no considerarse la utilidad y sostenibilidad de sus bienes de infraestructura, el valor de sus inversiones tiene la capacidad de expirar.

La infraestructura sostenible se desarrolla de forma gradual con la implementación en las construcciones verdes de elementos como la energía renovable, transportes limpios y otras opciones como componentes de la ciudad sostenible todas estas tendencias confluyen con la idea de ciudad nodal, cada vez hay más métodos que se sirven de estas tendencias.

El enfoque del desarrollo hacia la sostenibilidad ha sido un cambio radical durante los últimos años.

Las condiciones existen para que seamos más sostenibles para minimizar riesgos y costos, es el tiempo para que los gobiernos y las empresas profundicen más en la planificación y gestión de los diseños, y la previsión de estos durante su vida útil lo que conduce a una infraestructura sostenible para el hombre.

Para los proyectos de infraestructuras existen pocos sistemas de evaluación sostenible integral, y relacionados únicamente con el medio ambiente. En las investigaciones consultadas solo se ha encontrado una propuesta de indicadores de sostenibilidad para las infraestructuras denominada SUSAIP, Sustainability Appraisal in Infrastructure Projects, (Ugwuet al., 2006) aplicada posteriormente a la industria de la construcción Sudafricana (Ugwu and Haupt, 2007), que está establecida en indicadores identificados

a raíz de entrevistas y encuestas a los actores intervinientes en el ciclo de vida del proyecto, eligiendo aquellos con más peso según los intervinientes; además, existe un índice de evaluación de las infraestructuras en Canadá (Dasgupta y Tam, 2005) llamado Technical Sustainability Index (TSI). Aparecen también modelos para la selección, desde el punto de vista de la sostenibilidad, de suministradores y proveedores relacionados con los proyectos de construcción (Chen et al., 2008). La existencia de estos sistemas de indicadores en la edificación y en poca medida en las infraestructuras es un paso más, pero son sistemas generalmente subjetivos y con un alto grado de incertidumbre (Seo et al., 2004) donde el objetivo es lograr una puntuación más alta, pudiendo perder oportunidades de hacer más sostenible el proyecto porque el indicador no refleja una característica concreta y diferente del proyecto en individual.

Tabla 8. Evaluación sostenible en la ingeniería civil.

Nombre	Alcance	Tipología del Proyecto	País y año
SUSAIP	Sistema de 60 Indicadores basados en Encuestas. No se especifica la evaluación de Indicadores Individualmente.	Infraestructura Puentes y Viaductos	China y Sudáfrica (UGWU et al 2006, Ugwu Haupt 2007)
TSI	Indicadores tomados de la bibliográfica científica, clasificados en ambientales y técnicos. Si se explica el modo de cálculo. No es un análisis multicriterio.	Infraestructura Líneas Eléctricas	Canadá (Dasgupta y Tam,2005)
CEEQUAL	Evaluación y puntuación de los proyectos de Ingeniería civil en la fase de diseño y construcción exclusivamente. Analiza 12 áreas relacionadas con el medio ambiente y con los aspectos sociales	Proyectos de Ingeniería Civil	UK(Campbell-Lendrum y Feris, 2008)

Aplicaciones del sistema – LEE a infraestructuras (todavía no aplicado)	Basado en Checklist adaptando los criterios de edificación. No se valoran los esfuerzos en cada Indicador. Objetivo certificación. No toma de decisiones	Infraestructuras Lineales	EEUU (Campbell 2009, Soderlund, 2007)
ICES	Basado en el ISMA (Índice de Sensibilidad Medio Ambiental) con variables sociales y el ciclo de Vida	Todo tipo de estructuras de hormigón (EHE)	España (EHE 2008)

Fuente: Fernández González Sánchez (2007).

Existen diferentes tipologías, actividades, actores, situaciones, y con unas prestaciones distintas que hacen de cada proyecto un proyecto único. Es por lo cual un sistema de indicadores es una herramienta que ayuda a tomar decisiones ante un análisis de alternativas, no es un proceso metodológico completo donde se analicen todas las oportunidades de sostenibilidad valorando su rentabilidad de aplicación a un proyecto en particular.

En España se encuentra un estudio doctoral sobre un modelo para la evaluación de la sostenibilidad en la dirección integrada de proyectos de ingeniería civil (Gonzalo Fernández Sánchez. Propuesta de modelo para la evaluación de la sostenibilidad en la dirección integrada de proyectos de ingeniería Civil. Escuela técnica superior de ingenieros de caminos, canales y puertos. Madrid 2010) que ha generado estudios posteriores del tema, siendo uno de los países de habla hispana que ha realizado más estudios de investigación sobre el tema.

En el caso de Colombia al año 2016, no se halla evidencia documental de puesta en práctica de un sistema de indicadores enfocado a la sostenibilidad de la infraestructura, ni la investigación y/o utilización de un sistema de indicadores para el tema de la infraestructura, desarrollada bajo las condiciones del país.

5. MARCO METODOLOGICO

5.1 INTRODUCCIÓN

Desde el origen del concepto de desarrollo sostenible y su aplicación a la planificación urbana y los proyectos de construcción, un sin número de conjuntos de indicadores de sostenibilidad han aparecido. El comienzo de esta metodología se analiza la necesidad de establecer un sistema para identificar y seleccionar un conjunto de indicadores que incluye a todos los participantes involucrados en el ciclo de vida de un proyecto, para encontrar un equilibrio adecuado entre todos los actores. La sostenibilidad se propone como una oportunidad de mejora en todo el proyecto. Por lo tanto, se desarrolla una metodología para identificar, clasificar y priorizar los indicadores de sostenibilidad teniendo en cuenta los principios de las normas ISO que relacionan la construcción sostenible, siendo la entidad internacional que ha normalizado las actividades sobre sostenibilidad en la construcción, teniendo en cuenta las tres aproximaciones necesarias: medio ambiental, económica y social, incluyendo tanto el ámbito del urbanismo como los de la edificación y obra civil. La aplicabilidad de este sistema se dará en proyectos de infraestructura en Colombia; este es el primer paso para desarrollar un conjunto de indicadores para los proyectos de ingeniería civil.

El trabajo presentado se basa en la investigación de un marco holístico e integrador para evaluar los proyectos de infraestructura en las diversas etapas del ciclo de vida del proyecto, con el desarrollo y validación de indicadores a nivel micro necesarios para la evaluación de la sostenibilidad. Esto facilitará la formulación de estrategias y modelos de toma de decisiones y métodos de evaluación para el análisis cuantitativo y apoyo a las decisiones en el desarrollo de la infraestructura.

El problema general que impulsa a las preguntas de investigación específica y a las cuestiones investigadas se basa en la siguiente pregunta general: ¿cómo pueden el estado y los constructores que trabajan en proyectos de infraestructura sostenible, evaluar la sostenibilidad para aplicar eficazmente las estrategias nacionales e internacionales de sostenibilidad y medir los resultados de los objetivos de sostenibilidad propuestos para la buena gestión de un proyecto de obra civil? El marco de la investigación y la metodología consistió en las siguientes etapas clave: primero

revisión de la literatura existente, segundo el desarrollo y validación de indicadores de sostenibilidad, tercero el desarrollo de una metodología estructurada y la formulación de un modelo analítico para la tomade decisiones bajo la teoría de sistemas, teniendo en cuenta la gestión del riesgo, dominio del problema, y por ultimo proponer un sistema de los indicadores de evaluación de la sostenibilidad de proyectos de infraestructura colombiana.

Hay varios elementos clave necesarios para desarrollar estrategias efectivas para el entorno de la construcción sostenible. Tres de estos elementos fundamentales son: la formulación clara y fijación de objetivos, la identificación y evaluación de alternativas en términos cuantitativos y/o cualitativos, y la aplicación efectiva de la selección de alternativas. En el contexto más amplio de la sostenibilidad de los sistemas de infraestructura, los objetivos estratégicos se articulan en el nivelmacro. Esto a menudo apuntala el entorno nacional y en algunos casos, los marcos regionales y continentales para lograr un mayor desarrollo sostenible, incluyendo el medio ambiente de la construcción sostenible. Manejándose primero las alternativas en las opciones de diseño, mientras que la aplicación se traduce en la elección de métodos adecuados y técnicas de construcción. Esto incluye el uso de procesos de gestión eficaces para transformar los diseños, los conceptos y especificaciones concretas en los enseres físicos sostenibles.

Finalmente es importante decir, que el presente proyecto de grado se encarga de puntualizar las características principales del tema que se está desarrollando, es decir se describe el tema de investigación explicando situaciones y no haciendo predicciones, centrándose en el qué y cómo más que en el porqué.

5.2 INSTRUMENTOS Y METODOLOGIA DE EVALUACIÓN

El primer paso es elegir los criterios más adecuados para formular un sistema de indicadores, que considera la infraestructura en relación con el medio ambiente local, la sociedad y la economía. Para probar este enfoque, la búsqueda de indicadores apropiados se llevó a cabo en una primera instancia con la revisión de la literatura científica del tema y segundo con entrevistas a una serie de profesionales; invitando a las personas claves de cada una de las siguientes disciplinas de participación en un

proyecto de obra civil: arquitecto, ingenieros, administradores y profesionales de otras áreas, percibidos como más relevantes para el tema de infraestructura; para un número limitado de expertos se identificaron las entrevistas, la muestra excluyó a consumidores ya que el tema es desconocido para ellos. Trece participantes se presentaron con los criterios de selección propuestos entre diseñadores, constructoras e instituciones estatales de la ciudad de Manizales- Caldas. Fueron invitados a dar su concepto sobre la sostenibilidad en la construcción y la pertinencia del tema de indicadores en la infraestructura.

En el método de trabajo de campo se tiene en cuenta un análisis taxonómico desarrollado sobre indicadores realizados en el área de la construcción sostenible en los países de España, Australia y Canadá y Latinoamérica, el trabajo de campo desarrolla y valida indicadores claves de rendimiento para la evaluación de la sostenibilidad en los proyectos de infraestructura; el instrumento de la entrevista aborda e incorpora aspectos específicos de Colombia y del municipio de Manizales de forma puntual que verifica la situación de región en desarrollo. Así mismo, el estudio validó dimensiones de la sostenibilidad, y nuevos indicadores en el caso de estudio del tema específico de la ciudad de Manizales. Las entrevistas se realizaron durante el período de enero – mayo de 2016.

El trabajo de campo se llevó a cabo mediante entrevistas semiestructuradas⁷ con profesionales de los diferentes actores de la industria privada y pública. Los temas de estudio de la entrevista fueron proyectos de sostenibilidad, actuales directrices del gobierno sobre evaluaciones de impacto sostenible y el medio de la construcción sostenible. La lectura de los participantes de la entrevista fue basada en un cuestionario semi-abierto⁸, para la validación de los indicadores, el formato de las entrevistas realizadas se puede ver en los anexos A y B.

7 Entrevista semiestructurada: Se determina de antemano cual es la información relevante que se quiere conseguir. Se hacen preguntas abiertas dando oportunidad a recibir más matices de la respuesta.

8 Cuestionario Semi-abierto: Un cuestionario semiabierto, aunque ofrece respuestas cerradas del tipo «sí/no», éstas van acompañadas de preguntas abiertas, con el fin de dar total libertad a la hora de expresar las opiniones y creencias sobre el tema.

Tabla 9 Actores y factores que intervienen en la infraestructura sostenible.

Actores	Factores que intervienen			
Actores locales	Mecanismos de participación y consulta			
Gobierno Local	Políticas y normatividad en sostenibilidad	Coordinación público– privada	Ejes de integración y desarrollo	Programas gubernamentales
Diseñadores	Conceptos estéticos e integración con el ecosistema	Innovación de diseño con nuevos materiales		
Constructores	Uso de nuevos materiales	Aumento del valor agregado	Manejo del factor ambiental, económico y social	

Fuente: Autor.

Tabla 10 Entidades analizadas en el estudio

Actores	Entidades que intervienen			
Actores locales	Comunidad	Gremios CCCS Consejo Colombiano de Construcción sostenible	Asociaciones CCI-Cámara Colombiana de la Infraestructura	
Gobierno Local	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Alcaldías del Manizales y Gobernación de Caldas	CORPO CALDAS	

	Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio			
Diseñadores	Diseñadores Arquitectónicos	Diseñadores Estructurales		
Constructores	Constructoras de infraestructura		Constructores infraestructura habitacional	
Actores	Entidades que intervienen			
Plataformas	Ciudades sostenibles- Findeter. Sello Verde de la construcción sostenible	Urbam-Bio 2030 Estudios “Bases para un apolítica de construcción sostenible”-	Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país “	Plan de desarrollo de Manizales 2016-2019 “Manizales Más Oportunidades”
Internacionales	Naciones Unidas CEPAL	Consejo empresarial mundial para el desarrollo Sostenible (WBCSD)	Empresas que certifican construcción sostenible (edificación- infraestructura)	

Fuente: Autor

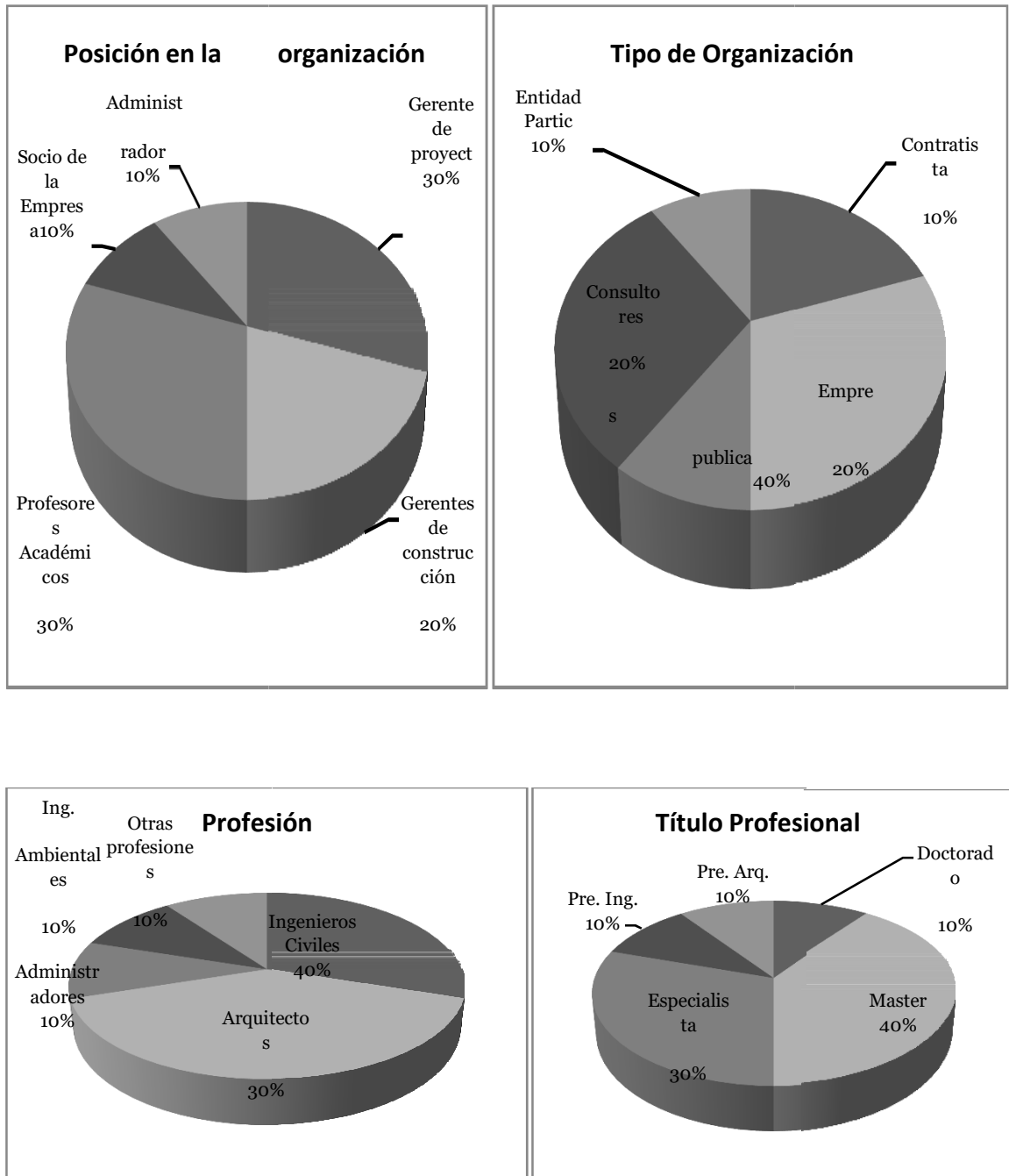
En el primer semestre de 2016 se realizaron 13 entrevistas a diferentes instituciones y personas que se describen a continuación:

Tabla 11. Identificación de entrevistadas realizadas.

Actor	Área	Entidad	Contacto	Cargo
GOBIERNO LOCAL - INSTITUCIONES PUBLICAS	Alcaldía	Secretaria de Obras publicas	Cesar Alberto Gutiérrez García	Secretario despacho
	Alcaldía	AGUAS DE MANIZALES	Alejandro Estrada Carmona	Gerente Técnico
	Alcaldía	INVAMA	Jorge Manuel García Montes	Jefe Unidad Técnica
	Gobernación	Plan Dep/tal de Aguas (PDA)	Jorge Andrés Mejía Arango	Director-técnico
	Gobernación	EMPOCALDAS	Sergio Humberto Lopera Proaño	Jefe Unidad Técnica
	CAR'S	CORPOCALDAS	Juan David Arango Gartner	Director
CONSTRUCTORAS	Construcción	CFC & A S. A	Andrés Calderón Saffon	Gerente
	Construcción	Berlín S.A.S	José Fernando Olarte Osorio	Gerente
	Construcción	CAMU	Clarena Mejía Giraldo	Gerente
	Construcción	AIA Diseño y Construcción S.A.S	Jarrison Fernando Meza Gálvez	Gerente
DISEÑADORES	Estructural	Calculista	Josué Galvis Ramos	Ing. Diseñador
	Arquitectónico	Arquitecto	Héctor Jaramillo Botero	Arq. Diseñador
	Geotécnico-Obras de Estabilidad	QUASAR	Jorge Alonso Aristizábal Arias	Gerente - Diseñador

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4 Demografía entrevistados.



Fuente: Elaboración propia.

Las entrevistas realizadas verificaron que el medio de la construcción no tiene claridad y conocimiento específico en temas de sostenibilidad y presenta una deficiencia de experto en la industria de la construcción, en caso de realizar un tema específico de sostenibilidad recurre a asesores internacionales o al aprendizaje específico de normas extranjeras que en muchos casos pueden estar alejadas de la realidad geográfica, social y económica del país.

En la segunda parte de la entrevista, los actores demostraron el desconocimiento del uso de sostenibilidad o la no aplicación del término a la infraestructura o algún tipo específico de obra civil, dejando en claro que las empresas constructoras que realizan edificaciones si tienen un conocimiento parcial de la sostenibilidad de edificaciones.

Para el grupo de muestra se resalta lo siguiente en las entidades evaluadas, existe una base media en el conocimiento de las tres dimensiones de la sostenibilidad (económico, social, ambiental), destacándose un conocimiento en otras dimensiones diferentes a los tres pilares en las entidades vinculadas con la academia o con una relación directa de investigación a los problemas urbanístico de ciudad. En el tema de uso de la sostenibilidad en la infraestructura el grupo está bajo de la línea media de evaluación; el uso de la sostenibilidad se resume solo a la dimensión ambiental limitándose a responder las exigencias en la normatividad del país, solo los grupos que han realizado investigaciones desde la parte urbanística de ciudad vinculan el uso de la dimensión social. En cuanto a las políticas nacionales sobre el tema solo la academia y las alcaldías manifiestan conocimiento de las mismas y se evidencia desconocimiento de los contratistas. Se muestra un desequilibrio en el manejo de tema dependiendo de la posición de contratante o contratista.

Finalmente, en el uso de indicadores de sostenibilidad, todo el grupo está por debajo de la línea mínima manifestando un desconocimiento del tema o el conocimiento básico, pero no con usos aplicados de estos. El análisis realizado sobre la muestra detecta la deficiencia en el dominio específico de la sostenibilidad en las obras de infraestructura y la aplicabilidad del mismo; demostrando la falta de investigación y de trazabilidad de la sostenibilidad en la industria de la construcción en general.

Aunque el tema muestra avances a nivel internacional, el estado colombiano no ha promovido buenas prácticas ni establecido lineamientos al uso de indicadores, lo que provoca una pérdida de la información sobre el estado actual de la infraestructura. Al mismo tiempo revela que no existen bases estadísticas para la toma de decisiones en la realización de un proyecto, dejando el tema a criterios del funcionario de turno o a la variabilidad económica y política del país.

Colombia ha iniciado un proceso al recibir asesorías internacionales sobre diferentes temas de sostenibilidad y va en el camino en la formulación de políticas frente a la construcción, pero no ha sido fuerte en la estructuración de sus bases de información de indicadores, siendo este un tema que no recibe retroalimentación del medio de la construcción. Esto puede generar un motivo de desconfianza en la atracción de inversionista al país en la construcción de infraestructura, continuando en la línea de atraso a nivel global en el registro de los proyectos sostenibles con relación a países desarrollados.

Los actores en estudio demostraron un interés particular en desarrollar la sostenibilidad en la infraestructura no solo desde dos dimensiones propuestas social y ambiental; manifestando la necesidad de la dimensión económica, aunque están de acuerdo que en forma general que dicha dimensión en la mayoría de los casos está supeditada a los recursos disponibles, por ende, los proyectos se gestan no de acuerdo a las necesidades sino de la disponibilidad presupuestal. De igual forma la tecnología fue asumida como un eje prioritario en el desarrollo y en el mejoramiento continuo de la industria.

Desde una perspectiva global y local se destaca el conocimiento de las políticas, la participación en esta desde entidades organizadas en la formulación de nuevas leyes y normas de uso de la sostenibilidad y la vinculación de programas e implementación de incentivos para el desarrollo de producción limpia fueron defendidas como básicas para un desarrollo integral del tema.

Dentro del desarrollo de las entrevistas no fue posible validar con los actores las

variables e indicadores identificados en sistemas internacionales; éstos se pronunciaron sin elementos de juicio para dar un criterio o evaluarlos en el medio de la infraestructura local o internacional.

En la selección de indicadores se tendrá en cuenta los aspectos que se consideran importantes o prioritarios en el contexto global de planeta sostenible como la energía limpia, las emisiones de CO₂, el cambio climático la huella ambiental, el agotamiento de los recursos no renovables, las amenazas sociales etc.

5.3 METODOLOGIA PRELIMINAR

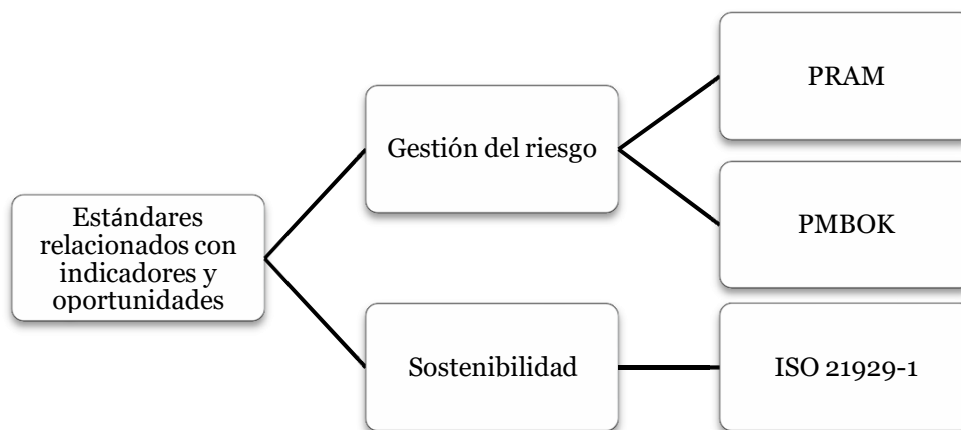
La base de la metodología propuesta consiste en identificar indicadores de sostenibilidad para la infraestructura, considerando la sostenibilidad como una oportunidad para el proyecto, al medir y controlar estas oportunidades.

En la metodología asume como línea fundamental en la tipificación de los indicadores la inclusión de las normalizaciones asociadas al tema como lo son: La organización internacional de normalización (ISO) que está tratando de lograr una homogenización en la aplicación de la sostenibilidad en un marco que se establece para el desarrollo de indicadores con la ISO 21929 -1 (selección de indicadores de sostenibilidad adecuados. Marco 1 desarrollo de indicadores para edificios), de igual forma las normas actuales de gestión de riesgos se han estudiado, para su posible aplicación en la identificación de oportunidades e indicadores de sostenibilidad, creando una metodología apropiada sobre la base de la gestión de proyectos con las técnicas utilizadas en la identificación de riesgos, pero adaptado al desarrollo sostenible, lo cual permite identificar los factores de sostenibilidad diferentes de un proyecto mediante la aplicación de las normas de gestión de riesgos, como Hillson (2002) propone en relación con la idoneidad de la aplicación de la gestión de riesgos a las oportunidades del proyecto.

Del análisis de las normas diferentes que se encuentran sobre la sostenibilidad en la industria de la construcción y sobre las normas para la gestión de riesgos, se ha tratado de evaluar la posible viabilidad de la aplicación de las técnicas de gestión de riesgos existentes para la identificación de indicadores de sostenibilidad. Así, siguiendo la gráfica 5, el estándar ISO-21929-1 ha sido seleccionado como el marco de indicadores. A pesar de que se basa solamente en la creación de indicadores,

entrega una primera aproximación mediante la adopción de un patrón estándar. Se ha considerado que la norma de la PRAM y la gestión de los riesgos incluidos en Guía PMBOK, también forman parte de este marco de indicadores, con el objeto de identificar y seleccionar los indicadores de sostenibilidad. Estas normas están más cerca del tratamiento y la identificación de oportunidades en los proyectos de construcción.

Gráfico 5. Normas Base de la metodología



Fuente: Autor.

Con base en el apoyo de estas normas se puede proceder a definir la metodología. El primer paso es enfocar un marco preliminar sobre la selección de los temas, luego los grupos principales y finalmente, las categorías de indicadores. Muchas investigaciones han examinado el marco de la construcción sostenible. Augenbore et al.(1998) define un marco para la construcción sostenible que consta de tres ejes principales, a saber, el sistema (límite), proceso (actor) y aspecto (la sostenibilidad). Estos ejes expresan las diferentes fases del ciclo de vida de la construcción, los diferentes procesos de programación (por ejemplo, el diseño, construcción, etc) y se ocupan del artefacto diseñado o construido, cada uno dentro de los límites del sistema (materiales distintos, por ejemplo, el sistema, la construcción de región, lugar etc), mientras sigue teniendo la responsabilidad de los diferentes aspectos de la sostenibilidad. La construcción sostenible se puede definir en términos operativos basados en el conjunto de los

aspectos de desempeño con indicadores adecuados. Un marco estratégico fue desarrollado para la Agenda 21 para la construcción sostenible en los países en desarrollo (A21 SCDC) que consiste en una matriz de facilitadores tecnológicos, institucionales y de valor inmediato, a mediano plazo y largo plazo para la construcción sostenible (Plessis 2007). Este marco está diseñado para orientar las estrategias significativas para la construcción sostenible en los países en desarrollo y es por tanto diferente de los objetivos de este trabajo.

Hill y Bowen (1997) propusieron un marco de múltiples etapas que requiere la aplicación de la evaluación ambiental y sistemas de gestión ambiental para proyectos de construcción. En este marco, se da un sentido amplio al término medio ambiente, para incluir a las circunstancias físicas, biológicas, sociales y económicas. Dada esta definición, una evaluación ambiental podría incluir la evaluación de cuatro pilares: social, económico, biofísico y técnica en un conjunto de carácter general, orientadas a los principios de la sostenibilidad. De acuerdo con Yasuyoshi (1996), el papel de la investigación y desarrollo tecnológico (I + D) es apoyar las actividades de la industria hacia la eficiencia ambiental de la construcción sostenible que tiene por objeto el uso eficiente y mínimo de todo tipo de recursos, incluida la energía. Por lo tanto, el rendimiento a nivel estatal de la construcción del medio ambiente, sostenible social y económico se incorpora los aportes de la tecnología.

Sobre la base de las revisiones de la literatura anterior, se seguirá la mayoría de las literaturas al incluir el medio ambiente, la sociedad, como los temas en el marco preliminar de la Infraestructura sostenible en nuestro caso particular de tesis, el estudio puede arrojar otras dimensiones que pueden existir y que no se contrapongan con nuestras realidades físicas, bióticas, geográficas en el mediodo de la construcción local.

A raíz de los temas seleccionados, los principales grupos y categorías de indicadores se crearán principalmente sobre la base de los principios o temáticas de la construcción sostenible como se explica en los estudios anteriores. Los principios que se proponen para la construcción sostenible aplicados en el ámbito de la infraestructura incluyen: reducción, reutilización y reciclaje de los recursos, proteger la naturaleza en todas las actividades, eliminar las sustancias tóxicas de la construcción, aplicar la economía del

ciclo de vida en la evaluación de proyectos y crear un entorno de calidad de la construcción (estética, durabilidad, facilidad de mantenimiento) (Guy y Kibert1998, Kibert 2003). La Agenda 21 sobre la construcción sostenible (CIB 1999) ofrece un análisis completo acerca de los problemas de la construcción sostenible. Las temáticas de construcción sostenible se sintetizan en la Tabla 13 los temas de la construcción sostenible son extensos. Este estudio examina las cuestiones relacionadas con el desempeño a nivel estatal.

Tabla 12. Resumen de los temas para la infraestructura sostenible.

Categoría	Aspectos
Gestión y proceso	Etapas del diseño
	Los nuevos conceptos de infraestructura
	Reingeniería del proceso de construcción
	Los procesos decisorios
	Recursos Humanos
	La calidad ambiental de la construcción
	Conciencia pública
	Normas y reglamentos
	Tipo de contratación estatal.
	La calidad ambiental de la construcción
Construcción del producto	Licencia ambiental
	La reducción de la cantidad incorporada de materiales y energía de los productos (materia prima renovable, el reciclado de baja energía, el aumento de la esperanza de vida mayor durabilidad y técnica)

Categoría	Aspectos
	Reparabilidad (diseño para el desmontaje y la reparación en la fábrica) y el reciclado (productos usados para ser devueltos a su productor, de la custodia del producto)
El consumo de recursos	Materiales (materiales renovables, reciclables / reutilizables de materiales, desmontaje fácil, dimensiones estandarizadas, baja energía incorporada y materiales no tóxicos)
	Energía (eficiencia energética, uso de energías renovables, medidas de ahorro energético, la reducción del tráfico)
	El agua (falta de recursos hídricos, las fugas de los sistemas de distribución, el uso ineficiente del agua)
	Tierra (prevención de la degradación urbana, la reducción de la expansión urbana, el uso eficiente de la tierra, el diseño para una larga vida útil, la adaptación / transformación de edificio existente)
	La calidad del medio ambiente (reducción de molestias tales como los residuos, las molestias acústicas y la contaminación del aire, la gestión de los recursos, la gestión de riesgos, tales como riesgos naturales o la contaminación del suelo)
	La calidad de vida (acceso a los servicios, la calidad del espacio público, patrimonio cultural, la densidad, el transporte, la vida local)
Cuestiones sociales	Crear un ambiente de trabajo seguro y saludable
	Contribuir a la reducción de la pobreza

Categoría	Aspectos
	La distribución de costos y beneficios sociales de construcción de manera equitativa
Problemas económicos	Contabilidad de costos totales y el coste real política de precios
	La adquisición de los beneficios financieros y de levantamiento de la comunidad
	Contribuir a la creación de empleo.

Fuente: (CIB 1999) ajustada a la infraestructura

5.3.1 Aspectos de Importancia Incorporados para la Sostenibilidad de la Infraestructura.

Se han definido y delimitado los aspectos y temáticas de importancia relativos a los aspectos de sostenibilidad en la infraestructura teniendo en cuenta las siguientes premisas:

- El sistema de indicadores debe reunir todos los temas relativos a la sostenibilidad a escala global, para ser valorados según el contexto específico del lugar. Así, los tópicos son comunes (la gestión del agua, la gestión de la energía, de los materiales, etc.), su identificación y valoración son específicas de cada lugar; la zona de muestreo para el diagnóstico en Colombia será la ciudad de Manizales- Caldas; como la zona geográfica local inicial respecto a la que establecer criterios de valoración.
- El sistema de indicadores tiene en cuenta todos los agentes implicados en el proyecto: el proyectista, el constructor, el ingeniero, el trabajador, el proveedor de materiales, el consumidor final etc.
- El sistema de indicadores debe tener en cuenta todas las fases del proyecto, desde su diseño, obra y construcción, entrega, uso

mantenimiento y demolición.

- la sostenibilidad en la construcción: se congregan aspectos diversos y heterogéneos como, selección de la zona, caracterización del entorno urbano en el que se inserta, condiciones de diseño de acuerdo con las características geográficas, concordancia con servicios en el entorno como transporte centros de encuentro y protección de los valores medioambientales del entorno respecto de los posibles daños provocados por el proyecto durante diseño y obra.
- Gestión del agua: todos los temas conectados con el agua, desde el ahorro del consumo hasta la adopción de nuevas tecnologías en la gestión del agua.
- Gestión de la energía: desde el desarrollo de diseño con criterios ahorradores, hasta el empleo de sistemas de control energético.
- Materiales y recursos: en este tópico se desarrolla la gestión de residuos, gestión de materiales de construcción y minimización del uso de materiales nocivos y contaminantes.
- Calidad medioambiental: en este grupo se esbozan aspectos relacionados con la distribución de espacios saludables para los usuarios.
- Gestión y mantenimiento: se planea asegurar la actividad de las medidas medioambientales del proyecto mediante una gestión adecuada en el tiempo.

En los temas urbanos la infraestructura es clave en la sostenibilidad de la ciudad, se tiene en el presente trabajo como complementario los siguientes grupos temáticos:

- Conformación urbana: Trata múltiples aspectos como la localización de la intervención, la estructura de espacios libres, la movilidad, la densidad constructiva, la elección y disposición de equipamientos y servicios básicos, etc.
- Clasificación de los usos del suelo y la obra civil: trata sobre la estructura incidiendo en los aspectos locales y particulares. Por ejemplo, los usos, los espacios públicos, los parámetros adecuados para el diseño de los espacios libres y del hábitat de la infraestructura.
- Gestión de los ecosistemas urbanos: En este grupo temático se tratan la intervención frente a los valores ecológicos, para protegerlos y potenciarlos, e incluso para integrarlos y desarrollarlos dentro del propio tejido urbana.
- Manejo de los recursos. En este grupo se tratan todos los temas relacionados con infraestructura de la obra y flujos de materiales.
- Administración urbana y ciudadanía: acopia los aspectos afines con la adecuación de la propuesta a las necesidades de la ciudadanía, y la filiación del ciudadano con el proyecto avivando su participación en la realización del mismo.

A partir de estos antecedentes reconocidos para la elaboración del sistema, los grupos temáticos identificados del análisis bibliográfico de indicadores de sostenibilidad en el ámbito internacional, para el sistema de indicadores de sostenibilidad en la infraestructura local son:

Tabla 13. Grupos temáticos de la sostenibilidad en la infraestructura.

	Categorías	Descripción de la Categoría
Grupos Temáticos de Sostenibilidad	la sostenibilidad en la construcción	Aspectos diversos del entorno urbano en que se inserta
	Gestión del agua	Manejo del agua en su ciclo de vida en la obra
	Gestión de la energía	Manejo de la energía en su ciclo de vida en la obra.
	Materiales y recursos	Gestión de la materiales y recursos en su ciclo de vida en post de optimización y usos alternativos.
	Calidad medioambiental	Calidad de los espacios en la obra.
	Gestión y mantenimiento	Manejo de las medidas medioambientales de la obra en su ciclo de vida
	Innovación y tecnología	Uso de nuevas tecnologías limpias e innovación en diseños y procesos constructivos
Grupos Temáticos de Ciudad	Conformación urbana	Optimización del conjunto de elementos que conforman el espacio urbano.
	Clasificación de los usos del suelo y la obra civil	Coherencia del suelo con los planes de ordenamiento territorial y con el objeto del proyecto.
	Gestión de los ecosistemas urbanos	Correspondencia del

	Categorías	Descripción de la Categoría
		ecosistema y el proyecto en función de la sostenibilidad
	Manejo de los recursos	El flujo de materiales y la carga ecosistémica
	Administración urbana y ciudadanía	Coordinación del proyecto con el eje social y el entorno poblacional.

Fuente: Elaboración propia.

Se obtienen dos grupos temáticos en donde se agrupa las categorías de sostenibilidad y las temáticas de ciudad rescatando en esta ultima la relación directa de la infraestructura con los temas de ciudad para formar un campo de acción integral de un proyecto de obra civil.

5.3.2 Identificación, Priorización y selección de Indicadores

La primera fase es identificar las oportunidades de la sostenibilidad, que más tarde se convertirán en indicadores para medir, controlar y supervisar las oportunidades seleccionadas. El objetivo principal es identificar todos los factores con influencia en un proyecto determinado.

Gráfico 6. Fases de Identificación de la sostenibilidad.



Fuente: Elaboración del autor

En la fase de identificación, los indicadores de sostenibilidad se determinan con las siguientes técnicas:

1 Revisión de la documentación: se trata de hacer una selección de la documentación disponible y la realización de una revisión estructurada. Esta técnica consiste en dos diferentes tipos de documentación:

a. Reseñas Técnico- Científica, de acuerdo con publicaciones científicas y técnicas para el tipo de proyecto, las herramientas existentes o sistemas de indicadores que podrían utilizarse como punto de partida.

b. Legislación. Revisión de las normas regionales, nacionales e internacionales relacionados con los aspectos sostenibles del proyecto en estudio, ya que esto refleja la experiencia adquirida en la zona y la importancia de las líneas políticas y estratégicas del país o región específica.

2 Recopilación de información a través de entrevistas: es esencial realizar entrevistas con cada actor involucrado en el ciclo de vida para reunir diferentes puntos de vista y la importancia de cada sector, tanto directa como indirecta (importancia de la social y económica aspectos). El estudio se centrará en el hecho de que los entrevistados deben proponer los factores y las oportunidades relacionados con la sostenibilidad, no evaluar o clasificar los indicadores propuestos.

3 Lluvia de ideas: se trata de una técnica dinámica colectiva con los participantes previamente seleccionados, que son representativos del ciclo de vida del proyecto. El objetivo es obtener la máxima cantidad de oportunidades relacionadas con la sostenibilidad.

4 La comparación con otras áreas y otras herramientas existentes: un estudio también se hará sobre la documentación y las experiencias disponibles en otras áreas relacionadas, donde puede haber el concepto de sostenibilidad se han aplicado, como la construcción en edificaciones, al urbanismo.

Para el presente caso de estudio se tomarán cuatro listas de oportunidades para llegar a un proyecto de desarrollo sostenible.

La participación en el proceso de todas las partes interesadas es importante, la aplicación de estas técnicas a menudo permitirá la identificación de oportunidades similares, y también para encontrar indicador inesperado, las oportunidades y sus respectivos indicadores deben ser identificados, al igual que se hace en la gestión de riesgos, durante el ciclo de vida del proyecto. Se relacionarán 20 indicadores por cada listado de manera que cada uno integre diversos temas de la sostenibilidad en el círculo de las dos dimensiones propuestas. Se tendrá definitivamente entre 80 -100 indicadores para seleccionar.

Por supuesto, muchas de estas oportunidades identificadas no serán aplicables porque el costo y el tiempo del proyecto irían en el aumento y la disminución de la calidad. Además, estas oportunidades pueden ser física o técnicamente imposibles de aplicar. Por esta razón, será necesario clasificar y priorizar las oportunidades identificadas antes del análisis y la evaluación de la sostenibilidad del proyecto. Además, se consideran muchos indicadores, el costo de análisis sería muy elevado y los indicadores serían difíciles de entender. Por el contrario, se consideran muy pocos indicadores, los acontecimientos importantes se podrían escapar a nuestra atención (Van Cauwenbergh et al., 2007). Para este propósito, los métodos de priorización son necesarios para despedir a las oportunidades que no son viables y para seleccionar mejor las oportunidades que reflejan los aspectos más importantes de la sostenibilidad.

Para la primera lista, tras la selección y lectura de documentación científica mostrada en el estado del arte y la lectura de propuesta de indicadores de ONU, CEPAL, UNASUR, se realizó una selección de indicadores. Los criterios y factores de selección están basados en el aspecto de sostenibilidad en un contexto regional latinoamericano y bajo las condiciones geográficas, políticas y sociales de la infraestructura en Colombia, obteniendo una primera lista que se referencia en la tabla 14.

Tabla 14. Lista No 1 Revisión de documentación y legislación.

Lista No 1.	
Código	Indicador
1.1	Consumo energético eficiente
1.2	Seguridad y salud ocupacional
1.3	Gestión del residuo
1.4	Gestión del agua
1.5	Uso del suelo disponibilidad el material
1.6	Manejo de residuos y escombros
1.7	Control a la emisión de contaminantes atmosféricos
1.8	Uso y almacenamiento adecuado a materiales de construcción
1.9	Protección del suelo
1.10	Prevención a la contaminación de cuerpos de agua
1.11	Manejo de vegetación
1.12	Gestión social
1.13	Gestión Ambiental
1.14	Huella ecológica
1.15	Huella de carbono
1.16	Emisiones de gases efecto invernadero
1.17	Biodiversidad y paisaje
1.18	Patrimonio cultural
1.19	Oportunidades tecnológicas
1.20	Sistema territorial

Fuente: elaboración propia.

Tormenta de Ideas (BRAINSTORMING): Esta técnica se llevó a cabo entre el grupo consultado donde generaron ideas sobre indicadores de la sostenibilidad en

obra civil; sin juzgarlas o valorarlas inicialmente respetando las ideas del brainstorming donde se busca la cantidad sin pretensiones de calidad y se valora la originalidad. Posteriormente se reunieron las ideas de cada participante y se agruparon la más adaptadas a la investigación en la tabla 15.

Tabla 15. Lista No 2 Tormenta de ideas.

Lista No 2	
Código	Indicador
2.1	Inclusión social
2.2	Satisfacción local
2.3	# de empleos creados
2.4	Uso y conservación del agua
2.5	Energía consumida
2.6	Productos químicos consumidos por etapas
2.7	Volumen de materiales consumidos
2.8	Material reciclado en la construcción
2.9	Calidad del agua
2.10	% de reutilización de aguas residuales
2.11	Biodiversidad de fauna
2.12	Biodiversidad de Flora
2.13	Costos de construcción civil por habitante
2.14	Olores y ruido
2.15	Consumo de energías renovables
2.16	Calidad del servicio
2.17	Impacto ambiental (paisajístico)
2.18	% de aceptación de la población
2.19	% buena institucionalidad
2.20	Crecimiento del PIB per cápita en la zona del proyecto

Fuente: elaboración propia

Para la lista tres se tuvieron en cuenta las políticas nacionales en el área de la producción más limpia, la construcción sostenible y la interrelación con las políticas internacionales de conservación planetaria.

Tabla 16. Lista No 3 Políticas internacionales y regionales

Lista No 3	
Código	Indicador
3.1	Crecimiento económico y bienestar
3.2	Ecoeficiencia regional
3.3	Análisis de uso y flujo de recursos
3.4	Calidad ambiental
3.5	Cambio global
3.6	Competitividad y cambio tecnológico
3.7	Calidad del empleo
3.8	Cohesión social
3.9	Igual de genero
3.10	Salud y Bienestar
3.11	Instrumentos de regulación y evaluación del impacto.
3.12	Proceso hacia la sostenibilidad empresarial
3.13	Proceso de sostenibilidad e instrumentos económicos.
3.14	Eficiencia energética
3.15	Emisiones de carbono
3.16	Áreas de protección
3.17	Inversión en ciencia y tecnología
3.18	Cumplimiento de la agenda 21
3.19	Consumo de sustancias que agotan la capa de ozono
3.20	Participación ciudadana en el proyecto

Fuente: elaboración propia

En Colombia existen los observatorios ambientales urbanos (OAU) para varias ciudades del país de donde se destacan Bogotá y Medellín. En este caso solo existen reportes de indicadores en la dimensión ambiental y demográfica. En la revisión se tomaron en cuenta los avances de algunas ciudades en el tema de indicadores de sostenibilidad urbana como es el caso de ciudades de Taipéi, Taiwán, Sudáfrica, Madrid y Tokio, en donde se seleccionaron los indicadores con más repetición en comparado entre ciudades.

Tabla 17. Lista No 4 A Edificación.

Lista No 4A	
Código	Indicadores
4.1	Habitabilidad del espacio publico
4.2	Espacios verdes y biodiversidad
4.3	Movilidad y servicios
4.4	Coste de la obra
4.5	Coste de mantenimiento
4.6	Accesibilidad
4.7	Consumo energético
4.8	Consumo de recursos
4.9	Residuos y emisiones
4.10	Energías alternativas
4.11	Contaminación atmosférica
4.12	Efecto isla de calor
4.13	Uso de materiales y elementos
4.14	Evaluación del ruido
4.15	Cambio en la biodiversidad
4.16	Cambio climático
4.17	Riesgo financiero
4.19	Consumo de agua y su reutilización
4.20	Eficacia del diseño

Fuente: elaboración propia

La sostenibilidad urbana es un elemento básico en la transformación de las ciudades y es el mejor camino para evaluar la sostenibilidad de los centros urbanos, es considerado uno de los elementos básico para medir la efectividad de las políticas y la institucionalidad, se seleccionaron los indicadores que manejan ONU HABITAD y el país en sus regiones según el CEPAL.

Tabla 18. Lista 4 B Sostenibilidad Urbana.

Lista No 4B	
Código	Indicador
4.21	Utilización de los recursos Hídricos
4.22	Sostenibilidad ecológica
4.23	Eficiencia Económica
4.24	Carga ambiental
4.25	Transporte eficiente
4.26	Gestión ambiental
4.27	Bienestar social y la seguridad publica
4.28	Impacto visual- paisaje
4.29	Participación social
4.30	Ocupación del suelo
4.31	Reducir el consumo de materiales
4.32	Movilidad y servicios
4.33	Consumo ya ahorro energético
4.34	Biodiversidad
4.35	Estado y políticas
4.36	Manejo de los residuos sólidos
4.37	Gasto en I+D
4.38	Intensidad de explotación forestal
4.39	Tasas de empleo
4.40	Calidad del medio urbano

Fuente: elaboración propia

5.3.3 Validación de Indicadores de sostenibilidad

En el análisis realizado se aplicaron técnicas de identificación de indicadores diferentes consiguiendo una independencia entre las listas, se identificaron 4 listas de indicadores que aportan una información muy útil en el registro de indicadores hacia una infraestructura sostenible. Cada uno lleva un código con el cual se realizara la selección de priorización por medio del establecimiento de criterios mínimos para la evaluación de las alternativas; al utilizar varias técnicas de selección de los indicadores, permite minimizar el error de la carencia de fiabilidad que predomina en muchas de las técnicas de evaluación sostenible de las edificaciones, al tener registrado el mayor número de indicadores permite asegurar una triangulación desde diferentes puntos de vista que admite tener participación de los sectores, actores y fases que tiene un proyecto de obra civil y tener en cuenta los aspectos fundamentales de la sostenibilidad que muestra la norma ISO 21929-1.

5.3.3.1 Clasificación y priorización de los resultados:

Se propone clasificar las cuatro listas de nuevas oportunidades mediante una estructura de división sostenible, clasificándola en las dos dimensiones de sostenibilidad, identificada en el estudio, pero con un cambio radical en el planteamiento de los criterios de evaluación, presentándolo bajo un enfoque de clusters⁹ siendo estos los que abren las puertas entre las dos dimensiones establecidas, eliminando la competencia y creando un equilibrio en el sistema. Cada uno de los cluster se ramifica en temas y subtemas, practica reconocida por la comisión de Desarrollo sostenible (CDS) y por el programa de trabajo de IDS alcanzado en el año 2001. Siendo esta la base del marco ordenador, pero bajo la categorización necesaria de la infraestructura del país.

⁹Enfoque de Cluster: el termino cluster se podría traducir como "grupo", "mesa sectorial" o con más detalle: "agrupaciones de organismos de la ONU, organizaciones no gubernamentales (ONGs) nacionales e internacionales y otras organizaciones internacionales en torno a un sector o servicio prestado durante una crisis humanitaria". En el caso puntual de estudio se busca, asegurar una coherente, efectiva y eficiente respuesta multi-sectorial en la atención y protección de la sostenibilidad.

Con el objeto de identificar los cluster claves se realizó un análisis teórico como está identificado en el estado del arte, con el fin de entender el ámbito de la sostenibilidad en el país, también un análisis cuantitativo con el fin de fortalecer el análisis anterior y probarla hipótesis considerando las estadísticas de certificación en sistemas de sostenibilidad que en este caso el único en Colombia es el LEED en construcción para (<http://100sd.wordpress.com/2012/04/26/crece-certificacion-leed-en-latinoamerica>) con un total de 5 certificados y 46 en proceso de certificación ocupado el cuarto lugar en Latinoamérica en un Ranking de edificios certificados. Esto demuestra un interés por la inclusión de la sostenibilidad en la construcción, pero también el estado nulo de sistemas nacionales de evaluación tanto para la edificación como la infraestructura que es el objeto de estudio.

Después de analizar este comportamiento, se presenta como la mejor plataforma para la sostenibilidad los siguientes clusters:

1. Cluster de transformación del conocimiento
2. Cluster de equidad social
3. Cluster manejo ecosistémico
4. Cluster competitividad y economía
5. Cluster impacto urbano-regional

Estos cluster son dinámicos y se retroalimentan. Fueron elegidos con el propósito de que puedan generar la transversalidad de los indicadores, ellos a su vez son los criterios que apoyan a la valoración en la prioridad de indicadores.

En la construcción del sistema de indicadores para la infraestructura sostenible, objeto del presente trabajo, se tuvieron en cuenta las principales tendencias del desarrollo sostenible en Colombia expuesta en sus políticas; se examinaron las relaciones entre los diferentes terrenos del desarrollo sostenible, es decir, los pilares establecidos en esta primera parte de la metodología, para que, en conjunto, se pudiera simbolizar una posición estratégica integrada. El paso a seguir fue escoger aquellos indicadores con

un contenido de indicación sinérgicos (equidad social, institucionalidad, medio ambiente etc), por sobre aquellos de arquetipo singular donde solo se mostraba un aspecto de un escenario. Partiendo que el fin de los indicadores es comunicarse con la sociedad un número reducido de indicadores entre 10 y 25 es lo aconsejable por los estudiosos del tema, los indicadores que quedan deben cubrir toda el área de estudio.

Construir los indicadores es una meta ambiciosa, si se quiere obtener resultados concretos en el corto plazo, y teniendo en cuenta que, en las ciudades de Colombia, existe un desbalance de disponibilidad de información entre las dimensiones económica, social, institucional, ambiental y tecnológica. Las tres primeras se cuentan con una institucionalidad y un marco procedimental para la generación de información, la dimensión ambiental es una de las más desarrolladas en el país y la tecnológica apenas comienza a importar en las decisiones de región.

Marco Ordenador propuesto.

El marco se realiza por temas y subtemas: para un mejor orden y sentido de la numeración de los indicadores, haciendo parte de un marco ordenador que fue tomado como base de algunos trabajos ya realizados sobre indicadores de sostenibilidad, tanto en Colombia como en otros países. En primer orden se encuentran en dimensiones en los que están divididos los indicadores:

- Ambiental
- Social

La dimensión ambiental busca dar una imagen de la oferta ambiental, particularmente de los bienes y servicios que dispensa el hombre de toda la naturaleza. El punto de vista de la sostenibilidad para esta categoría recae en lo biofísico y ambiental; en ella se incluyen temas, subtemas e indicadores relacionados con la calidad de las aguas cantidad, calidad y restricciones de las aguas, oferta ecosistémica en términos de áreas, coberturas y usos del suelo, entre otros temas. Esta dimensión también se enfoca en la demanda por recursos naturales y servicios ambientales, privilegiando el estudio de los temas relacionados con la demanda de energía, agua y materiales, y de temas ambientales propios del ámbito urbano, como: espacio público, ruido, etc. La

sostenibilidad en esta condición está representada esencialmente a la demanda de recursos condicionada a los límites naturales impuestos por el crecimiento y regeneración natural de los recursos. El componente social está compuesto por agentes claves e importantes para el desarrollo de una región y la calidad de vida de ésta, como lo son: la generación de empleo, producto interno bruto, etc. Las dos últimas dimensiones integradas son las más recientes en el trato de la sostenibilidad y ellas se representan la gestión de las políticas y la incursión de la tecnología en vía a la producción más limpia en la industria de la construcción.

El diseño del sistema se realiza por demanda, los indicadores se construyen planeándose desde un principio, qué información se requiere, qué tipo de decisiones e intervenciones es necesario hacer, y qué indicadores pueden ayudar a perfilar estas decisiones e intervenciones. Desde la lectura del país y las entrevistas con los actores se identificó que la infraestructura del país debe tener una intervención directa hacia la competitividad, y la sostenibilidad es la línea que perfila los indicadores. La construcción del conjunto de indicadores trabaja para satisfacer las necesidades de los usuarios de indicadores, desde una perspectiva estimulada por la demanda, los indicadores implican costos de producción y de mantención considerables, por lo cual se consideró un número limitado de indicadores selectos, y es precisamente esta necesidad de selección lo que remite al criterio de que cada uno de estos indicadores debe estar justificado por su utilidad inmediata al constructor y a la entidad que promueve la obra.

La priorización se realiza en dos pasos. En primer lugar, debe realizarse un análisis, de acuerdo con el marco de la ISO y en base a preguntas clave, para descartar algunos de los indicadores y el resto del grupo de acuerdo a la clasificación y la estructura de división. El paso de las prioridades segunda y última se basa en una matriz de evaluación de acuerdo a la importancia de la sostenibilidad relativa de cada oportunidad con el resto según los cuatro listados de indicadores identificados. El conjunto de indicadores final será de los indicadores identificados, clasificados y priorizados en todas las etapas.

El sistema que se presenta tiene una estructura que permite modificar explícitamente la importancia relativa de los parámetros que reflejen las diferencias en las prioridades en

las distintas regiones del país, y así asegurar que el sistema produce resultados que son significativos para la región donde se ubica la infraestructura. Por ejemplo, la importancia del uso del suelo es ciertamente diferente en Caldas que en Cundinamarca y, por tanto, el sistema debe contemplar esta diferencia.

Los criterios denominados clusters de sostenibilidad se evalúan a partir de las medidas reductoras de impacto recogidas en las estrategias de gestión de la infraestructura y los factores de rendimiento, estando cada uno de ellos asociado con las cargas ambientales y a su vez asociado con las categorías de impacto social.

Cargas ambientales son el uso de recursos y la producción de residuos, olores, ruidos, agua y aire, etc. Estas cargas ambientales están relacionadas con los impactos ambientales que pueden expresarse como categorías de impacto. Las categorías de impacto incluyen el agotamiento de recursos renovables y no renovables. A cada criterio se le asocia una puntuación de referencia. Estos valores se establecen a partir del análisis de los valores de rendimiento usuales de la infraestructura en la zona, y por consenso entre un grupo de expertos, este último se realizó entre los actores entrevistados que contribuyeron frente al conocimiento del tema.

Para las cargas se usa la suma total final de los créditos valorables que establece el nivel de cumplimiento de los indicadores en criterios de sostenibilidad de la Infraestructura, el crédito es valorado en una escala de 0 a 100. La siguiente tabla muestra el nivel de cumplimiento en créditos de los indicadores en los criterios de sostenibilidad en la infraestructura local.

Tabla 19. Valoración de los Indicadores con relación a los criterios de sostenibilidad.

No créditos valorados	Valoración cualitativa	Simbología
0- 40	El indicador no se adaptada a los condicionantes de la sostenibilidad en infraestructura local.	Mala (M)

40- 60	Indicador es insuficientemente adaptado a los condicionantes de la sostenibilidad de la infraestructura en local.	Regular (R)
60- 70	El indicador se adaptada a los condicionantes de la sostenibilidad de la infraestructura local.	Aceptable (A)
70- 85	El indicador cumple con base en los condicionantes de la sostenibilidad de la infraestructura local.	Buena (B)
85- 100	Indicador ejemplar en términos de sostenibilidad de infraestructura local.	Excelente (E)

Fuente: Elaboración propia. Se toma la escala de valoración de 0 a 100 y el semáforo, técnicas de medición nacionales de calificación.

Semáforo de indicación visual

Verde: Vía libre al indicador

Amarillo: indicador posible, pero sin prioridad en medición

Rojo: indicador no relevante de medir, pero que debe estar implícito en el proceso de sostenibilidad.

La tabla 20 es el producto final de la integración de las 4 listas de indicadores respecto de las dimensiones especificadas, se redujo la cantidad de indicadores, descartando indicadores con el mismo contexto, indicadores no aplicables a la estructura del país y evaluando estas a su vez en un patrón de uso internacional, según el estudio de investigación realizado por GRI (La Global Reporting Initiative (GRI) es una organización creada en 1997 por la convocatoria de la Coalición de Economías Responsables del Medio Ambiente (CERES) y el Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas (PNUMA).) que elabora suplementos sectoriales.

los indicadores se encuentran clasificados por las dimensiones, para dar claridad en la asignación de pesos en la calificación, la evaluación fue realizada individualmente por cada actor con el objeto de que el mecanismo conservara particularidad del mismo; el valor asignado se fundó en la metodología expuesta en la tabla 19. Con la integración

de las evaluaciones se procedió a dar a cada indicador un porcentaje global con respecto a la valoración de la dimensión que realizó cada actor y a su vez se asignó el porcentaje representativo de cada dimensión en el sistema, según el resultado final efectuado aglomerado de las valoraciones.

Tabla 20. Indicadores finales del sistema y su peso.

Dimensiones	% del peso total de la dimensión en el sistema	Macro indicadores	Actores evaluadores de indicadores de sostenibilidad								Peso promedio total del indicador	% con relación a la dimensión
			Alcaldía de Manizales	Gobernación de Caldas	Corpocaldas	INVAMA	Const. Berlin	Const. CFC&A	Aguas de Manizales			
Ambiental	58%	Lucha contra el cambio climático	95	100	100	90	85	90	100	94,29	26%	
		Gestión del agua	85	100	95	90	80	85	90	89,29	24%	
		Gestión de los Residuos	90	95	90	80	85	80	90	87,14	24%	
		Protección y mejora del patrimonio natural y la biodiversidad	95	95	100	90	85	100	100	95,00	26%	
		Peso global de la dimensión	365	390	385	350	335	355	380	365,71	100%	
social	42%	Participación pública y vigilancia del proyecto	95	100	95	90	90	100	100	95,71	26%	
		riesgo ante desastre	90	100	90	100	90	95	90	93,57	25%	
		Seguridad y salud ciclo de vida	85	95	90	95	95	85	85	90,00	24%	
		Atracción de residentes	100	100	85	80	85	90	95	90,71	25%	
		Peso global de la dimensión	370	395	360	365	360	370	370	370,00	100%	
Σ	100%											

Fuente: Elaboración propia- Datos de los actores entrevistados.

Se identifica en la Tabla 20 que en la dimensión ambiental se le atribuyeron cuatro (4) indicadores y la social cuatro (4) indicadores instaurándose un total de ocho (8) indicadores macros del sistema.

Los indicadores seleccionados por la magnitud de la temática de la sostenibilidad y el contexto regional resultan ser indicadores compuestos¹⁰. En términos técnicos, un indicador se define como una función de una o más variables, que conjuntamente miden una característica o atributo de los individuos en estudio.

¹⁰Indicador Compuesto. Un indicador compuesto es una representación simplificada que busca resumir un concepto multidimensional en un índice simple (unidimensional) con base en un modelo conceptual subyacente. Puede ser de carácter cuantitativo o cualitativo.

Para efectos del presente trabajo se denotará como indicador compuesto al que se construye como función de dos o más variables, en cuyo caso se están midiendo características multidimensionales. Entre las ventajas del uso de este, es poder integrar un amplio conjunto de puntos de vista o subsistemas de una unidad de análisis considerada, los indicadores compuestos permiten reducir la complejidad de la información que deviene de las múltiples perspectivas que, de otra forma, pudieran percibirse en mutuo conflicto. De igual forma integran y resumen diferentes dimensiones de un tema, por eso permiten disponer de una imagen de contexto y son fáciles de interpretar por su capacidad de síntesis al reducir el tamaño de la lista de indicadores a tratar en el análisis; por otro lado, atraen el interés público por su capacidad de facilitar una comparabilidad entre unidades de análisis y su evolución. Esto es particularmente importante puesto que facilita la evaluación de la eficacia de las políticas y la rendición de cuentas.

Las variables de medición categorizadas a los indicadores están dadas a las fases del ciclo de vida un proyecto de infraestructura, de igual forma, se destacan las variables asumidas en las diferentes metodologías de construcción sostenible en edificación que pueden aportar al tema, sin dejar de valorar también las variables globales asumidas en la sostenibilidad de las políticas internacionales.

Aunque la mayoría de los indicadores son directamente transferibles a otro lugar, debe tenerse en cuenta que según el contexto específico local algunos indicadores pueden requerir la reformulación o nuevos indicadores pueden ser necesarias para tener en cuenta la especificidad del contexto local en el que se aplican. Sin embargo, debe haber un número limitado de indicadores comunes, que tienen medidas normalizadas y se puede comparar con objetivos, puntos de referencia o las otras normas, según proceda. Se rescata el sistema de indicadores seleccionados como de relevancia en las condiciones de desarrollo y evolución de las regiones de país.

En la tabla 21 se especifican los indicadores finales ambientales y sociales en función de sus respectivas variables y respecto del entorno específico local, es decir, del Municipio de Manizales-Caldas.

Tabla 21. Indicadores y variables finales.

Dimensiones	Macro indicadores	Variables
Ambiental	Gestión del agua	<i>Ahorro de agua debido a la conservación y a mejoras en la eficiencia</i>
		<i>Volumen de agua reciclada y reutilizada</i>
	Lucha contra el cambio climático	<i>Huella de Carbono</i>
		<i>Emisiones de sustancias destructoras de la capa ozono,</i>
		<i>Eficiencia energética</i>
		<i>Energías renovables</i>
	Protección y mejora del patrimonio natural y la biodiversidad	<i>Reforestación</i>
		<i>Hábitats restaurados o protegidos</i>
		<i>Áreas Protegidas</i>
	Gestión de los Residuos	<i>Generación de residuos peligrosos</i>
<i>Generación de escombros</i>		
<i>Reciclaje y reutilización de materiales</i>		
social	Participación pública y vigilancia del proyecto	<i>Rendición de cuentas a la ciudadanía</i>
		<i>participación pública y vigilancia del proyecto</i>
	Seguridad y salud ciclo de vida	<i>Incidencia de accidentes de trabajo</i>
	Riesgo ante desastre	<i>Índice de Gestión de Riesgo</i>
Atracción de residentes	<i>Capacidad de atracción reciente</i>	

Fuente: Elaboración Propia – Datos de los actores entrevistados.

5.3.4 Instructivo para los Indicadores de Sostenibilidad

Posterior a la identificación de los indicadores finales entran a considerarse los instructivos de cada uno de los indicadores priorizados, donde se estandariza el código de identificación del indicador, el objetivo, la formula, los métodos de medición, las fuentes de la información y la periodicidad del indicador.

La identificación primaria de los indicadores que integran las dimensiones del sistema se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 22. Dimensión Ambiental- Grupo de Indicadores y variables

Código	Indicador	Código	Variables	Definición	Formula	Meta
1A	Gestión del agua	1A M1	Ahorro de agua debido a la conservación y a mejoras en la eficiencia.	El concepto de "eficiencia de la energía utilizada en el suministro de agua" (<i>watergy efficiency</i>) significa proporcionar al consumidor con efectividad de costos los servicios deseados relacionados con el agua, al mismo tiempo que se utiliza la menor cantidad posible de agua y energía	$BTAN(\$/\text{año})=AECA(\$/\text{año})-CACO(\$/\text{año})-CAOA(\$/\text{año})$	El propósito de crear un equipo para el uso eficiente del agua es administrar recursos y herramientas para maximizar la eficiencia. El resultado final es proporcionar los mismos beneficios, o incluso más, al usuario final del agua, al mismo tiempo que se reducen los costos de operación, el uso de energía, los desperdicios y el consumo per cápita de agua y energía
		1A M2	Volumen de agua reciclada y reutilizada.	Una mayor reutilización y reciclaje de agua puede traducirse en una reducción de los costes de consumo, tratamiento y vertido de agua. La reducción del consumo de agua mediante su reutilización y reciclaje también puede contribuir a la consecución de los objetivos locales, regionales o nacionales de gestión del suministro de agua	$AR= AR+Ar$	El objetivo es lograr mantener un sistema de reutilización de agua eficiente y amigable con el medio ambiente que logre una sostenibilidad de mejorar económica, ambiental y social en el tiempo
1B	Lucha contra el cambio climático	1B M1	Huella de Carbono	la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto por del proyecto	$Cantidad \times factor \text{ de emisión} = toneladas \text{ equivalentes de } CO_2$	Cumplir con los standar internacionales de emisiones de carbón, normativas internacionales reconocidas, tales como ISO 14064-1, PAS 2050 o GHG Protocol

Código	Indicador	Código	Variables	Definición	Formula	Meta
		1B M2	<i>Emisiones de sustancias destructoras de la capa ozono,</i>	La capa de ozono (O3) estratosférica filtra la mayor parte de las radiaciones ultravioletas dañinas procedentes del Sol (UV-B). El Protocolo de Montreal regula la desaparición progresiva de las sustancias destructoras de la capa de ozono (ozone depleting substances, ODS) a nivel internacional.	$Emisiones = Producción + Importaciones - Exportaciones de Sustancias$	Indicar su nivel de liderazgo tecnológico y su posición competitiva en los mercados de productos y servicios afectados por la normativa relativa a ODS.
		1B M3	<i>Eficiencia energética</i>	La eficiencia energética se marca en las normas para la máxima eficacia e integración en infraestructura, edificios y en la industria, con una tecnología que consigue aumentar la fiabilidad y el funcionamiento Operativo proporcionando un efecto positivo sobre el medio ambiente.	$ETA = Et0 - Et1$	Optimizar energéticamente , consiguiendo la reducción de toneladas de CO2 y ahorros económicos en consumo energético.
		1B M4	<i>Energías renovables</i>	Evalúa el uso de energías renovables como una estrategia energética sostenible. La utilización de recursos propios se considera uno de los principios básicos de la sostenibilidad, siempre y cuando se cumpla la premisa de aprovechar los recursos naturales de manera más eficiente.	$ER = EiAC - ENR$	Implementar el uso en la obra al menos un 10% de energía renovable del porcentaje total energético de la obra para el año en estudio .

Código	Indicador	Código	Variables	Definición	Formula	Meta
1C	Protección y mejora del patrimonio natural y la biodiversidad	1CM1	Reforestación	La tasa de reforestación es un indicador de resultado sobre los recursos forestales y resulta un elemento esencial en la evaluación y diagnóstico del comportamiento de otras variables ambientales (clima, suelos, hidrología, entre otras) y socioeconómicas (crecimiento demográfico, densidad de población, actividades económicas, entre otras) asociadas.	$Tn = (S2/S1)^{1/n} - 1$	Lograr recuperar la misma área deforestada o sumar puntos a un aumento de reforestación en áreas de compensación
		1CM2	Hábitats restaurados o protegidos	Es una estrategia de biodiversidad comprende una combinación de elementos relacionados con la prevención, gestión y restauración de daños en los hábitats naturales, resultantes de las actividades de la Organización.	$Hrp = Hr + Hp$	Asegurar la integridad de los hábitats naturales puede ayudar a mejorar la imagen del proyecto, la estabilidad del entorno y los recursos naturales circundantes, así como su aceptación por las comunidades circundantes.
		1CM3	Áreas Protegidas	Territorio bajo áreas protegidas Incrementar significativamente e la superficie del territorio regional bajo áreas de protección, considerando en su definición zonas de transición y corredores biológicos.	$Apt = Ap + Anp$	gestionar dichos impactos de forma adecuada evitando un daño para la reputación, y retrasos en la obtención de permisos o la pérdida de la licencia ambiental o de construcción.

Código	Indicador	Código	Variables	Definición	Formula	Meta
1D	La gestión de residuos sólidos de materiales de construcción	1DM1	Generación de residuos peligrosos	La gestión de residuos peligrosos es un área clave de preocupación para muchos grupos de interés. El transporte inadecuado de residuos peligrosos, especialmente a países que carecen de normativa nacional y de infraestructuras para tratarlos, puede suponer un peligro tanto para la salud humana como para el medio ambiente	$RPT=RPt+RPi+RPe+RPtt$	Logara tener una medición de la generación de residuo peligroso para disminuir el uso de estos y mejorar el sistema de disposición en zonas autorizadas
		1DM2	Generación de escombros	Cantidad de escombros generadas en obra por espacio y zona de obra construida	$IGE= (RCD+RCDI)/A$	Cuantificar la generación de escombros por área con el objeto de optimizar mejor el manejo de los materiales y aumentar la eficiencia de estos.
		1DM3	Reciclaje y reutilización de materiales	La construcción implica la generación de importantes cantidades de residuos sólidos y de demolición RCD, los cuáles, debido a la falta de planificación para una adecuada gestión final de los mismos, se han ido depositando en vertederos, en muchas ocasiones, de forma incontrolada, el indicador muestra la capacidad de reciclaje del proyecto	$R= RCD+RCDI$	Medir la cantidad de materiales recuperados con el objetivo de logara una construcción más limpia y sostenible

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Dimensión social - Grupo de indicadores y variables

Código	Indicador	Código	Variables	Definición	Formula	Meta
2A	participación pública y vigilancia del proyecto	2A M1	<i>Rendición de cuentas a la ciudadanía.</i>	La rendición de cuentas a la ciudadanía es el deber que tienen las autoridades de la Administración Pública de responder públicamente, ante las exigencias que realice la ciudadanía, por los recursos, las decisiones y la gestión realizada en ejercicio del poder que les ha sido delegado	$RC = \frac{\Sigma RC}{7} * 100$	Lograr cumplir con el rendimiento de cuentas del proyecto a la comunidad en un 100 %
		2AM2	<i>Participación pública y vigilancia del proyecto</i>	El indicador mide el derecho de grupos y personas a incidir en el espacio público tanto estatal como no-estatal y es un ingrediente fundamental para la innovación y el fortalecimiento democrático y la construcción de gobernanza	$PP = \frac{As}{Pt} * 100$	Logara la participación de las asociaciones conformadas en un 100% en la vigilancia y aportes al proyecto.
2B	Seguridad y salud en el ciclo de vida	2B M1	<i>Incidencia de accidentes de trabajo</i>	El indicador muestra el índice de accidentes en obra por cada 100 trabajadores , indicador estratégico que muestra resultados de efectividad de los programas de prevención de accidentalidad en obra .	$lac = \frac{a}{b} * 100$	Cero accidentes en obra
2C	Riesgo ante desastre	2C M1	<i>Índice de Gestión de Riesgo</i>	La principal acción de gestión de riesgos es la reducción del riesgo, . En general, corresponde a la ejecución de medidas estructurales y no estructurales de prevención/mitigación. Es la acción de anticiparse con el fin de evitar o disminuir el impacto económico, social y ambiental de Los fenómenos peligrosos potenciales.	$IGR = IGRIR + IGRRR + IGRMD + IGRP / 4$	Estructurara un buen sistema de prevención del riesgo.

Código	Indicador	Código	Variables	Definición	Formula	Meta
2D	Atracción de residentes	2D M1	Capacidad de atracción reciente	El movimiento de la población de un lugar a otro está determinado por diversos factores que incluyen desde los gustos y afinidades personales hasta las necesidades y urgencias Económicas. Sin embargo, este desplazamiento obedece, generalmente, al interés por alcanzar un mejor nivel de bienestar al movilizarse, usar o residir cerca el proyecto.	CCA =PbResOT/ PobTP x 100	Atraer más población a la zona del proyecto por diferentes razones económicas, sociales, o ambientales, esto habla bien de la calidad del proyecto y del aumento de la calidad de vida de los pobladores.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.5 Estandarización y ponderación de los Indicadores

Debido a las variadas dimensiones de la sostenibilidad, los indicadores se expresan en unidades diferentes, en función de la variable que se quiera cuantificar (social, ambiental, etc.). Esto dificulta la interpretación de los resultados. Aunque se hallan diferentes propuestas estadísticas para evaluar el indicador, en el presente trabajo la metodológica considera la construcción de escalas. Cada indicador varía entre 0 y 1 siendo 0 el valor mínimo del desempeño y 1 el máximo, con el objeto de adaptar los indicadores a una escala común, se utiliza la función de relativización basada en la metodología planteada por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) para calcular el índice de desarrollo humano.

a. Relación positiva

$$f(x) = X - m / M - m$$

b. Relación negativa

$$f(x) = X - M / m - M$$

Donde:

X es el valor correspondiente a la variable o indicador para una unidad de análisis de terminada en un periodo determinado.

m valor mínimo de la variable en un periodo determinado

M nivel máximo en un periodo determinado

Se consigue valor que oscilan entre 0 y 1 y para ambos casos 1 es una situación mejor lo que implica que se ha estandarizado

De esta manera, todos los indicadores serán directos: a mayor valor, más sustentable. Esto facilita la comparación entre diferentes sistemas e, incluso, entresistemas similares de diferentes zonas o regiones.

Para calcular el índice de cada una de las dimensiones se calcula el promedio ponderado de cada uno de las variables de los indicadores, previamente relativizados.

Se promedian las calificaciones normalizadas (C_{ij}) de las variables incluidas (m) en cada indicador (j)

$$\text{Indicador } j = \frac{\sum_{I=1}^{m_j} (c_{ij} / m_j)}{m_j}$$

Se promedian las calificaciones normalizadas de todas las variables (n) para obtener el índice por entidad

$$\text{Indicador } j = \frac{\sum_{I=1}^n (c_j / n)}{n}$$

Después se calcula el promedio de cada uno de los indicadores, este se pondera con el nivel de importancia estipulado para la zona del proyecto.

Formula del cálculo de cada dimensión:

$$I\ dis = (1/n) * \sum_{i=1}^n I_i$$

Donde:

N es el total de indicadores a incorporar en cada dimensión

I es un indicador de cada dimensión en un momento determinado.

Después de calcular el índice de cada una de las dimensiones de la infraestructura sostenible (*I dis*) se suman ponderados por el porcentaje de importancia asignado para cada una de las dimensiones, aunque para el sistema desarrollado el valor será igualmente importantes para cada dimensión¹¹, lo cual permite que se pueda promediar.

El Índice de Sostenibilidad en la infraestructura es el promedio ponderado de los 8 indicadores antes descritos. En este sentido es un índice construido a partir de pesos iguales, ello justificado por la dificultad de tener unos pesos globalmente aplicables. Por su parte, para la construcción de cada indicador a partir de las variables que lo conforman también se utilizan factores de peso idénticos.

¹¹ En un sistema de Sostenibilidad todas las dimensiones, son igual de importantes según lasteorías mundiales de desarrollo sostenible.

5.4 ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez obtenidos los datos, y contruidos los indicadores, los resultados deben ser enunciados de manera sencilla y clara.

La forma más eficaz para la presentación de los datos y los resultados es a través de fichas técnicas o fichas metodológicas de cada indicador constituye la herramienta necesaria para la construcción de un sistema de indicadores. Una vez que está finalizada, es como el plano del proyecto que se quiere construir. Tiene por tanto todas las especificaciones técnicas que son necesarias para la correcta construcción, actualización e interpretación del indicador, aún y cuando su autor o técnico encargado no esté o haya cambiado de trabajo.

Los campos de la hoja metodológica estandarizada o ficha técnica que se presenta, constituyen una propuesta completamente genérica, y debe ser adaptada para que sirva a los propósitos de cada equipo de trabajo, especificidad temática, territorial o institucional.

5.4.1 Fichas Técnicas Definitivas

1. INDICADOR AMBIENTAL								
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR								
Nombre		Objetivo					Numero	
Ahorro de agua debido a la conservación y a mejoras en la eficiencia		Indicador de operación o desempeño que mide el ahorro y el uso eficiente del agua en las diferentes operaciones y procesos del proyecto.					1AM1	
FORMA DE CÁLCULO								
Fórmula	Unidad de medida	Tendencia esperada del indicador			Valor esperado			
		Creciente	Decreciente	Estático				
BTAN(\$/año)=AECA(\$/año)-CACO(\$/año)-CAOA(\$/año)	(\$/año)	X			Beneficio económico con un % del 50% de recuperación en un año			
Variables del indicador								
Nombre		Unidad de medida		Fuente de información				
BTAN= beneficio total anual neto y equivale al beneficio económico neto que resultaría si se implementa medidas de ahorro.		(\$/año)		La información sobre la captación total de agua por la organización puede ser obtenida de las lecturas de contadores, cálculos derivados de otros datos sobre agua disponibles o estimaciones de la propia organización (caso de no existir contadores de agua, ni facturas, ni otros datos de referencia).				
AECA= son los ahorros esperado en costos anuales relativos a la operación actual en (\$/año) (disminución de pagos por abastecimiento de agua etc)		(\$/año)						
CACO= son los costos anuales de operación anual, sobre la operación actual en (\$/año) corresponden a los extras que resultaría para mano de obra mantenimiento, energía, materiales y disposición de residuos si se utiliza tal medida		(\$/año)						
Periodicidad de la medición del indicador								
Mensual	X	Trimestral		Semestral		Anual		Otra
Tipo de indicador								
Ambito de medición				Dimensión de evaluación				
Observaciones: para desarrollar estrategias de ahorro y uso eficiente del agua se recomienda basarse en la estrategia de PML, las cual se lleva por fases.								

1. INDICADOR AMBIENTAL							
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR							
Nombre		Objetivo				Numero	
Volumen de agua reciclada y reutilizada		Al saber el grado de reutilización y reciclaje de agua puede servir como medida de la eficiencia y demostrar el éxito de la organización a la hora de reducir sus captaciones y vertidos totales de agua.				1A M2	
FORMA DE CÁLCULO							
Fórmula	Unidad de medida	Tendencia esperada del indicador			Valor esperado		
		Creciente	Decreciente	Estático			
ARr= AR+Ar	(m3/año)	x			Recuperar el 60% del agua utilizada.		
Variables del indicador							
Nombre		Unidad de medida	Fuente de información				
ARr=volumen de agua reciclada/reutilizada sobre la base de la cantidad de la demanda de agua satisfecha con agua reciclada/ reutilizada, evitando su captación de otras fuentes		(m3/año)	La información puede obtenerse de las lecturas de contadores o facturas de agua, o a partir de cálculos basados en una auditoría o inventario de agua, o del proveedor de agua (caso de no existir contadores ni facturas de agua).				
*AR= el agua tratada antes de su reutilización como el agua no tratada		(m3/año)					
*Ant= el agua tratada antes de ser reciclada como el agua no tratada		(m3/año)					
Periodicidad de la medición del indicador							
Mensual	X	Trimestral		Semestral		Anual	Otra
Tipo de indicador							
Ambito de medición				Dimensión de evaluación			
*Observaciones: Aquí se incluyen las "aguas grises" (es decir, aguas pluviales recogidas y aguas residuales generadas por procesos domésticos como lavado de vajillas o ropa y agua de baño).							

1. INDICADOR AMBIENTAL									
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR									
Nombre		Objetivo						Numero	
Huella de Carbono		La Huella de Carbono busca calcular la cantidad de GEI que son emitidos directa o indirectamente a la atmósfera cada vez que se realiza una acción determinada y que las empresas puedan reducir los niveles de contaminación mediante un cálculo estandarizado de las emisiones durante los procesos productivos.						1B M1	
FORMA DE CÁLCULO									
Fórmula	Unidad de medida	Tendencia esperada del indicador			Valor esperado				
		Creciente	Decreciente	Estático					
Cantidad x factor de emisión = toneladas equivalentes de CO ₂	(tCO ₂ e),		x		Tendencia menor a standares de emisión para sector en la construcción				
Variables del indicador									
Nombre					Unidad de medida		Fuente de información		
<p>Cantidad: es el parámetro que define el grado de actividad y que se encuentra referido al factor de emisión. P. ej cantidad de gas natural utilizado en la calefacción (Nm³ de gas)</p>							<p>Los factores de emisión permiten estimar las emisiones de GEI a partir de datos de las actividades. Las fuentes de información más utilizadas son IPCC http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html, GHG www.ghgprotocol.org y Ecoinvent (http://www.ecoinvent.org/home/).</p>		
<p>Factor de emisión supone la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por cada unidad del parámetro "dato de actividad". Estos factores varían en función de la actividad que se trate. P.e. 2,16 Kg CO₂eq / Nm³. Cuando existen dos datos para un factor de emisión, siempre hay que utilizar el más conservador (el más alto)</p>									
Periodicidad de la medición del indicador									
Mensual		Trimestral		Semestral		Anual	x	Otra	
Tipo de indicador									
Ambito de medición					Dimensión de evaluación				
Flujo y presión									
<p>Observaciones: en el ámbito Internacional en el sector de la construcción- Guía de huella de carbono desarrollada por la asociación http://www.encord.org/wp-content/uploads/2010/05/ENCORD_Construction-CO2-Measurement-Protocol.pdf</p>									

1. INDICADOR AMBIENTAL									
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR									
Nombre		Objetivo				Numero			
Emisiones de sustancias destructoras de la capa ozono,		Medir las emisiones de ODS permitiendo evaluar en qué medida el proyecto incumple con la normativa presente y futura, y cuáles son sus riesgos probables en este ámbito				1B M2			
FORMA DE CÁLCULO									
Fórmula	Unidad de medida	Tendencia esperada del indicador			Valor esperado				
		Creciente	Decreciente	Estático					
Emisiones = Producción + Importaciones – Exportaciones de Sustancias	*toneladas métricas y en toneladas de CFC-11 equivalente.		x						
Variables del indicador									
Nombre		Unidad de medida		Fuente de información					
Producción = Sustancias Producidas – Sustancias Destruídas mediante Tecnología – Sustancias empleadas en su totalidad como elementos para la fabricación de otros compuestos químicos		toneladas métricas y en toneladas de CFC-11 equivalente.		La información puede derivarse de las mediciones y contabilidad internas.					
Importaciones= sustancias compradas y usadas en el proyecto. Exportaciones = Sustancias producidas en el proyecto y usadas en sitios diferentes al área del proyecto.		toneladas métricas y en toneladas de CFC-11 equivalente.							
Periodicidad de la medición del indicador									
Mensual		Trimestral		Semestral		Anual	x	Otra	
Tipo de indicador									
Ambito de medición				Dimensión de evaluación					
Flujo y presión									
<p>Observaciones Se incluyen las emisiones de las sustancias mencionadas en los Anexos A, B, C, y E del Protocolo de Montreal sobre sustancias que destruyen la capa de ozono.</p> <p>*El CFC-11 es una unidad de medida para comparar diversas sustancias basándose en su potencial de destrucción de ozono. El nivel de referencia 1 es el potencial de destrucción de la capa de ozono del CFC-11 y el CFC-12.</p>									

1. INDICADOR AMBIENTAL						
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR						
Nombre	Objetivo				Numero	
Eficiencia energética	El objetivo del índice es optimizar el funcionamiento y el ciclo de vida de las infraestructuras y alcanzar el máximo ahorro de energía, la operatividad y el mantenimiento, sin comprometer la producción, y la comodidad.				1B M3	
FORMA DE CALCULO						
Fórmula	Unidad de medida	Tendencia esperada del indicador			Valor esperado	
		Creciente	Decreciente	Estático		
ETA= Et0-Et1						
Variables del indicador						
Nombre	Unidad de medida		Fuente de información			
ETA= cantidad total de energía ahorrada por las iniciativas de reducción del consumo de energía y aumento de la eficiencia energética.	Julios		La información puede provenir de mediciones internas del consumo de energía y de información proporcionada por el proveedor (p. ej. especificaciones energéticas de nueva maquinaria, bombillas, etc.)			
Et0= Consumo de energía en un tiempo inicial	Julios					
Et1= Consumo de energía en un tiempo final	Julios					
Periodicidad de la medición del indicador						
Mensual	x	Trimestral		Semestral		Anual
						Otra
Tipo de indicador						
Ambito de medición			Dimensión de evaluación			
Observaciones: No se debe incluir en este indicador la minoración del consumo de energía resultante de una reducción de la capacidad productiva o de la externalización de actividades.						

1. INDICADOR AMBIENTAL									
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR									
Nombre	Objetivo					Numero			
Energías renovables	Este Indicador Evalúa el uso de energías renovables como una estrategia energética sostenible.					1B M4			
FORMA DE CÁLCULO									
Fórmula	Unidad de medida	Tendencia esperada del indicador			Valor esperado				
		Creciente	Decreciente	Estático					
ER= EiAC-ENR	Julios	x							
Variables del indicador									
Nombre	Unidad de medida	Fuente de información							
ER= Energía intermedia adquirida y consumida procedente de fuentes renovables.	Julios	Los proveedores de energía y de servicios relacionados son la fuente de información más importante para este indicador. Se puede obtener también información adicional a partir de facturas, registros de medición (o cálculo) de calor/combustible, estimaciones, cálculos por defecto, etc							
EiAC= Indique la cantidad de energía intermedia adquirida y consumida procedente de fuentes externas al proyecto.	Julios								
ENR= Energía intermedia adquirida y consumida procedente de fuentes no renovables,	Julios								
Periodicidad de la medición del indicador									
Mensual		Trimestral		Semestral		Anual	x	Otra	
Tipo de indicador									
Ámbito de medición				Dimensión de evaluación					
Flujo y presión									
Observaciones									

1. INDICADOR AMBIENTAL									
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR									
Nombre	Objetivo				Numero				
Reforestación	El indicador mide la dinámica del cambio de la cobertura vegetal del proyecto.				1CM1				
FORMA DE CÁLCULO									
Fórmula	Unidad de medida	Tendencia esperada del indicador			Valor esperado				
		Creciente	Decreciente	Estático					
$T_n = (S_2/S_1)^{1/n} - 1$	%hectáreas/año		x		El 100% de lo deforestado.				
Variables del indicador									
Nombre	Unidad de medida	Fuente de información							
Tn: tasa de cambio (para expresar en %, hay que multiplicar por 100),	%	Cartografía de uso del suelo y vegetación y datos de resultados de hectáreas reforestadas							
S1 = superficie deforestada en la fecha 1,	Hectáreas								
S2= superficie reforestada en la fecha 2,	Hectáreas								
n = número de años entre las dos fechas	año								
Periodicidad de la medición del indicador									
Mensual		Trimestral		Semestral		Anual	x	Otra	
Tipo de indicador									
Ambito de medición			Dimensión de evaluación						
Observaciones: Esta tasa expresa el cambio en porcentaje de la superficie al inicio de cada año.									

1. INDICADOR AMBIENTAL									
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR									
Nombre	Objetivo				Numero				
Hábitats restaurados o protegidos	Este indicador mide la implementación de una estrategia específica para la prevención o restauración de los impactos negativos causados por las actividades del proyecto.				1CM2				
FORMA DE CÁLCULO									
Fórmula	Unidad de medida	Tendencia esperada del indicador			Valor esperado				
		Creciente	Decreciente	Estático					
Hrp= Hr+Hp	Hectáreas								
Variables del indicador									
Nombre	Unidad de medida	Fuente de información							
Hrp= a áreas cuya restauración ha sido completada o que son protegidas de forma activa	Hectáreas	La información sobre áreas protegidas puede encontrarse en la documentación del Sistema de Gestión Medioambiental, planes de instalaciones, evaluaciones de impacto ambiental y social o en la licencia ambiental. La información sobre los requisitos para la restauración de terrenos puede encontrarse en los contratos de cesión, arrendamiento o compra de los terrenos, o en las evaluaciones de impacto ambiental y social, y en registros de riesgos.							
Hr= Áreas que han sido utilizadas o se han visto afectadas por las operaciones, y en las cuales las medidas de restauración han devuelto el medio ambiente a su estado original o al menos a un estado en el que es un ecosistema sano y funcional	Hectáreas								
Hp= Áreas que están protegidas frente a cualquier daño durante las operaciones y en las que el medio ambiente se mantiene en su estado original, con un ecosistema sano y funcional.	Hectáreas								
Periodicidad de la medición del indicador									
Mensual		Trimestral		Semestral		Anual	x	Otra	
Tipo de indicador									
Ámbito de medición			Dimensión de evaluación						
Observaciones: Evaluar el estado del área a partir de su estado al final del período objeto de informe.									

1. INDICADOR AMBIENTAL							
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR							
Nombre		Objetivo				Numero	
Áreas Protegidas		Monitorizar las actividades que tienen lugar en áreas protegidas o no protegidas de gran valor para la biodiversidad permitiendo reducir el riesgo de causar impactos. También permite que se gestione correctamente sus impactos sobre la biodiversidad o evite una mala gestión de los mismos.				1C M3	
FORMA DE CALCULO							
Fórmula	Unidad de medida	Tendencia esperada del indicador			Valor esperado		
		Creciente	Decreciente	Estático			
Apt=Ap+Anp	Km2			X			
Variables del indicador							
Nombre		Unidad de medida		Fuente de información			
Apt= áreas protegidas y áreas no protegidas de gran valor para la biodiversidad.		Km2		Las fuentes de información para estos datos incluyen los contratos de venta y arrendamiento, o el catastro nacional/regional. A nivel nacional los organismos públicos responsables de la protección y conservación del medio ambiente pueden proporcionar información sobre áreas protegidas a nivel nacional e internacional y áreas no protegidas de gran valor para la biodiversidad. Asimismo, las Estrategias y Planes de Acción Nacionales para la Biodiversidad suelen incluir registros de áreas protegidas y áreas no protegidas de gran valor para la biodiversidad			
Ap= áreas protegidas.		Km2					
Anp= áreas no protegidas.		Km2					
Periodicidad de la medición del indicador							
Mensual	X	Trimestral		Semestral		Anual	Otra
Tipo de indicador							
Ámbito de medición				Dimensión de evaluación			
*Observaciones: datos importantes al indicador Ubicación geográfica, Ubicación del proyecto respecto al área protegida, Tipo de operación, Valor para la biodiversidad y Superficie del centro operativo del proyecto en km2.							

1. INDICADOR AMBIENTAL						
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR						
Nombre	Objetivo				Numero	
Generación de residuos peligrosos	El indicador mide el consumo de residuos peligrosos en el proyecto y el óptimo transporte de ellos a sitios normalizados.				1DM1	
FORMA DE CÁLCULO						
Fórmula	Unidad de medida	Tendencia esperada del indicador			Valor esperado	
		Creciente	Decreciente	Estático		
$RPT=RPt+RPi+RPe+RPtt$	Kilogramos		x		Reducir el 30% del consumo de residuos peligroso, esperando su disminución gradual en el tiempo	
Variables del indicador						
Nombre	Unidad de medida	Fuente de información				
RPT=Peso total de los residuos peligrosos por destino	kg	Entre las fuentes potenciales de información se incluyen los datos de facturación de contratistas de servicios logísticos o de gestión de residuos, los sistemas contables y el departamento de gestión de compras o suministros. La documentación específica que debe acompañar a los envíos de residuos peligrosos, lo que proporcionaría todos los datos relevantes para este indicador.				
RPt= Peso total de los residuos peligrosos transportados por destino = Peso de los residuos peligrosos transportados hasta la organización informante, por destinos, desde fuentes/proveedores externos que no son propiedad de la empresa. + Peso de los residuos peligrosos transportados desde la organización informante, por destinos, hasta fuentes/proveedores externos que no son propiedad de la empresa. + Peso de los residuos peligrosos transportados nacional y/o internacionalmente, por destino entre, ubicaciones propias, alquiladas o gestionadas por la empresa.	kg					
RPi=Peso total de los residuos peligrosos importados,	kg					
RPe=Peso total de los residuos peligrosos exportados	kg					
RP tt=Peso total de los residuos peligrosos tratados	kg					
Periodicidad de la medición del indicador						
Mensual		Trimestral		Semestral	X	Anual
						Otra
Tipo de indicador						
Ambito de medición			Dimensión de evaluación			
Observaciones:						

1. INDICADOR AMBIENTAL							
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR							
Nombre		Objetivo				Numero	
Generación de escombros		Indicar para cada categoría de residuos un índice de generación en función del peso o volumen.				1DM2	
FORMA DE CALCULO							
Fórmula	Unidad de medida	Tendencia esperada del indicador			Valor esperado		
		Creciente	Decreciente	Estático			
$IGE = (RCD + RCDi) / A$	Kg/ m2				Que el índice de generación sea menor al 10 % de los materiales consumidos en obra		
Variables del indicador							
Nombre				Unidad de medida		Fuente de información	
IEG escombro generado producto de la suma de los materiales no inerte e inertes				Kg/ m2		Pesos tomados en obra y áreas tomadas del plano del proyecto	
RCD no inertes generados totales				Kg			
RCDi inertes generados totales				Kg			
A área total de proyecto				m2			
Periodicidad de la medición del indicador							
Mensual	<input checked="" type="checkbox"/>	Trimestral	<input type="checkbox"/>	Semestral	<input type="checkbox"/>	Anual	<input type="checkbox"/>
		Otra	<input type="checkbox"/>				
Tipo de indicador							
Ambito de medición				Dimensión de evaluación			
Estado							
Observaciones							

1. INDICADOR AMBIENTAL								
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR								
Nombre		Objetivo					Numero	
Reciclaje y reutilización de materiales		El objetivo es plantear es medir la tendencia a la reutilización, reciclaje con el objeto de mejorar las posiciones en materia de reciclaje y reutilización					1DM3	
FORMA DE CÁLCULO								
Fórmula	Unidad de medida	Tendencia esperada del indicador			Valor esperado			
		Creciente	Decreciente	Estático				
R= RCD+RCDI	Kg/ año	x			Un valor mayor al 40% (medida promedio de reciclaje en construcción) del material consumido			
Variables del indicador								
Nombre		Unidad de medida		Fuente de información				
R reciclaje producto de la suma de los materiales no inerte e inertes recuperados		Kg/ año		Reportes del sistema ambiental en el tema de generación.				
RCD no inertes que justifican una separación y recogida selectiva		Kg						
RCDi inertes que justifican una separación y recogida selectiva.		Kg						
Periodicidad de la medición del indicador								
Mensual	x	Trimestral		Semestral		Anual		Otra
Tipo de indicador								
Ambito de medición				Dimensión de evaluación				
resultado								
Observaciones								

2. INDICADOR SOCIAL								
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR								
Nombre		Objetivo					Numero	
Rendición de cuentas a la ciudadanía		El indicador califica la existencia y contenido de los ejercicios de rendición de cuentas a la ciudadanía, la gestión institucional, la ejecución del presupuesto, los planes y programas a través de su página Web y de otros medios de información					2AM1	
FORMA DE CÁLCULO								
Fórmula	Unidad de medida	Tendencia esperada del indicador			Valor esperado			
		Creciente	Decreciente	Estático				
$RC = \sum RC / 7 * 100$	%				El valor 3 según escala de evaluación de las fases del proceso que es el valor óptimo			
Variables del indicador								
Nombre			Unidad de medida		Fuente de información			
RC= porcentaje de valoración de las líneas de evaluación final de la rendición de cuentas			%		Informes de los evaluadores externos en el proceso de valoración de las audiencias públicas realizadas en un tiempo T			
RC1= nivel de participación de organizaciones sociales en el proceso de rendición de cuentas			puntos (0, 1, 2 y 3)					
RC2= gestión administrativa del proceso de rendición de cuentas			puntos (0, 1, 2 y 3)					
RC3= realización de la audiencia pública			puntos (0, 1, 2 y 3)					
RC4= espacios de interlocución con la ciudadanía, generados por la entidad			puntos (0, 1, 2 y 3)					
RC5= estrategia de comunicación para la rendición de cuentas			puntos (0, 1, 2 y 3)					
RC6= establecimiento de contenidos para la rendición de cuentas			puntos (0, 1, 2 y 3)					
RC7=calidad de la información			puntos (0, 1, 2 y 3)					
Periodicidad de la medición del indicador								
Mensual		Trimestral		Semestral		Anual	x	Otra
Tipo de indicador								
Ámbito de medición				Dimensión de evaluación				
<p>Observaciones. Para la calificación de los resultados de cada indicador se utiliza una escala de cuatro puntos (0, 1, 2 y 3) de valoración, que incluye: El valor cero (0) cuando hay ausencia de aportes al proceso de rendición de cuentas.</p> <p>Los valores 1, 2 y 3 idéntica y numeran los niveles en los esfuerzos institucionales para cualificar componentes de las diferentes etapas del proceso de rendición de cuentas, siendo tres (3) el máximo valor posible.</p>								

2. INDICADOR SOCIAL									
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR									
Nombre		Objetivo					Numero		
Participación pública y vigilancia del proyecto		Medir la cantidad de Comités de vigilancia comunitaria Conformados en las localidades de las Regiones Prioritarias para conservar sus ecosistemas, su biodiversidad y cultura.					2AM2		
FORMA DE CÁLCULO									
Fórmula	Unidad de medida	Tendencia esperada del indicador			Valor esperado				
		Creciente	Decreciente	Estático					
PP= As/Pt *100	%	x			relativo				
Variables del indicador									
Nombre		Unidad de medida		Fuente de información					
PP= No. de asociaciones de participación ciudadana / Población total de la zona de influencia del proyecto		%		Número de Comités de Vigilancia conformados en el año: Consolidado de informes físico financieros enviados por las Direcciones Regionales. Cuenta Pública.					
As No. de asociaciones de participación ciudadana		und							
Pt Población total de la zona de influencia del proyecto		und							
Periodicidad de la medición del indicador									
Mensual		Trimestral		Semestral		Anual	x	Otra	
Tipo de indicador									
Ambito de medición					Dimensión de evaluación				
Observaciones.									

2. INDICADOR SOCIAL							
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR							
Nombre	Objetivo					Numero	
Incidencia de accidentes de trabajo	Medir el Índice de incidencia: Número de accidentes en jornada de trabajo con baja por cada 100 trabajadores afiliados a regímenes de la Seguridad Social con la contingencia de accidente de trabajo específicamente cubierta.					2BM1	
FORMA DE CÁLCULO							
Fórmula	Unidad de medida	Tendencia esperada del indicador			Valor esperado		
		Creciente	Decreciente	Estático			
lac: $a/b * 100$	Und		x		Cero accidentes		
Variables del indicador							
Nombre	Unidad de medida	Fuente de información					
lac = Número de accidentes en jornada de trabajo con baja por cada 100 trabajadores afiliados a regímenes de la Seguridad Social con la contingencia de accidente de trabajo específicamente cubierta.	und	Estadística de Accidentes de Trabajo recopilados por los SISO del proyecto					
a: N° de accidentes en jornada de trabajo y que causan baja laboral, en un año	und						
b: Afiliados a regímenes de la Seguridad Social con la contingencia de accidente de trabajo específicamente cubierta durante ese año.	und						
Periodicidad de la medición del indicador							
Mensual		Trimestral		Semestral		Anual	Otra
Tipo de indicador							
Ambito de medición				Dimensión de evaluación			
Observaciones. Estadísticas internacionales de este indicador DGSANCO (ECHI)							

2. INDICADOR SOCIAL									
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR									
Nombre		Objetivo					Numero		
Índice de Gestión de Riesgo		El objetivo del indicador es la medición del desempeño o performance de la gestión del riesgo en el proyecto.					2CM1		
FORMA DE CALCULO									
Fórmula	Unidad de medida	Tendencia esperada del indicador			Valor esperado				
		Creciente	Decreciente	Estático					
IGR = IGRIR+ IGRRR + IGRMD + IGRPF /4		X			Que la reducción del riesgo sea de un 100 %				
Variables del indicador									
Nombre				Unidad de medida		Fuente de información			
Identificación del riesgo (IR), que comprende la percepción individual, la representación social y la estimación objetiva;						Información suministrada por el área administrativa de la empresa y los estudios en la zona del proyecto			
Reducción del riesgo (RR), que involucra propiamente a la prevención-mitigación;									
Manejo de desastres (MD), que corresponde a la respuesta y la recuperación									
Gobernabilidad y Protección financiera (PF), que tiene que ver con la a transferencia del riesgo y la institucionalidad.									
Periodicidad de la medición del indicador									
Mensual		Trimestral		Semestral		Anual	x	Otra	
Tipo de indicador									
Ámbito de medición					Dimensión de evaluación				
<p>Observaciones. La valoración de cada indicador se hizo utilizando cinco niveles de desempeño: bajo, incipiente, apreciable, notable y óptimo que corresponden a un rango de 1 (bajo) a 5 (óptimo), siendo uno el nivel más bajo y cinco el nivel más alto. Este enfoque metodológico permite utilizar cada nivel de referencia simultáneamente como un "objetivo de desempeño" (target) y por lo tanto facilita la comparación y la identificación de resultados o logros hacia los cuales los proyectos deben dirigir sus esfuerzos de formulación, implementación y evaluación de normas en cada caso.</p>									

2. INDICADOR SOCIAL									
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR									
Nombre		Objetivo					Numero		
Capacidad de atracción reciente		Este indicador, además de permitir el cálculo de la capacidad de atracción reciente, facilita el análisis de los flujos migratorios al permitir medir la magnitud y dirección de dicho movimiento en un periodo de tiempo específico.					2DM1		
FORMA DE CÁLCULO									
Fórmula	Unidad de medida	Tendencia esperada del indicador			Valor esperado				
		Crecente	Decreciente	Estático					
$CCA = \frac{PbResOT}{PobTP} \times 100$	%	x							
Variables del indicador									
Nombre		Unidad de medida		Fuente de información					
CCA = es la capacidad de atracción por reciente		%		Censos de la zona y encuestas de origen y destino que permitan medir la población que s atraída al proyecto por diferentes motivos.					
PbResOT = Población residente en otra entidad por zona X 100		und							
PobTP= Población total de la zona del proyecto		und							
Periodicidad de la medición del indicador									
Mensual		Trimestral		Semestral		Anual	x	Otra	
Tipo de indicador									
Ámbito de medición					Dimensión de evaluación				
Observaciones: Este indicador puede producir un Mapa de Atracción migratoria reciente por zonas.									

6. CONCLUSIONES

1. En la infraestructura no coexiste, un sistema conciliado de indicadores globales de sostenibilidad entre el estado y los constructores, tampoco individualmente; ni herramientas de evaluación, mientras que las nuevas tendencias muestran la necesidad de disponer de los mismos para la adecuada evaluación de los proyectos a nivel técnico, social, político y ambiental.
2. Todos los niveles de gobierno deben impulsar la participación del sector privado y la sociedad civil en la incorporación e implementación de políticas y mejores programas que apoyen el desarrollo continuo de mercados para la Infraestructura sostenible. Estas políticas y programas deben ocuparse no sólo del consumo energético, sino también del agua, los residuos, el uso del suelo y otros asuntos, tanto en las infraestructuras nuevas como en los existentes.
3. Se ha verificado la falta de una metodología científica, precisa para la identificación, selección y priorización de indicadores de sostenibilidad en sector de la infraestructura en Colombia y a nivel local.
4. Los indicadores de infraestructura no son utilizados por los actores de la construcción en la ciudad de Manizales.
5. Se tiene muy poco conocimiento de la legislación, la normatividad y la utilización de indicadores, la mayoría de los proyectos viabilizados por instituciones públicas en Manizales sólo cumplen con los requisitos mínimos exigidos.
6. Del grupo de actores identificados en el sector de la construcción solo un pequeño grupo de los entrevistados aceptaron un conocimiento del uso de los indicadores en la construcción sostenible pero enfocada a la edificación y la totalidad de los encuestados manifestó desconocimiento del uso de los indicadores de la sostenibilidad en la infraestructura.
7. En el contexto local las dimensiones de la sostenibilidad en la infraestructura fueron identificadas por los entrevistados, reconociendo que las dos dimensiones propuestas de la sostenibilidad: ambiental y social, no son suficientes para enfrentar el reto de la sostenibilidad en la infraestructura, desde que se puedan articular entre sí y desde que las condiciones bióticas y geográficas y políticas lo permitan.
8. Se identificaron dimensiones de la sostenibilidad a la manejadas en el presente proyecto de tesis, como la institucional o política, económica, cultural, geográfica y la tecnología e innovación de mano de la academia, desde que se puedan articular e integrar en el contexto de región en vía de desarrollo.
9. Para medir la verdadera influencia que el sector de la construcción tiene sobre el entorno natural se necesita datos objetivos que nos proporcionen información al

respecto; necesitamos disponer de indicadores que nos permitan medir, evaluar y controlar los impactos potenciales de nuestras obras sobre el estado y calidad de los recursos naturales y del medioambiente.

10. El conocimiento de las variables del entorno en que se desarrollan las obras civiles, un sistema que certifique las buenas prácticas en todas las fases del ciclo de vida de la infraestructura, un sistema de control que compruebe el desempeño de lo determinado, lleva hacia una construcción más sostenible que, en ocasiones con un esfuerzo consciente de la situación global, influye en una protección del planeta y de las generaciones futuras.
11. El objetivo de los indicadores descritos es el de instaurar, de manera sintética, una condición que puede ser representada espacialmente, su explicación, no obstante, requiere de análisis más o menos complejos. Un indicador indica, no explica. En este sentido la interpretación de los indicadores no puede abstraerse de la complejidad de la realidad adjunta y espacialmente específica.
12. Las fichas técnicas nos permiten una visión de la integralidad entre los indicadores y variables identificando su objetivo, la fuente de información, la forma de medición y el valor esperado, y son una ayuda metodológica al usuario el sistema, para generar la evaluación de los indicadores aplicados al sistema final de la infraestructura.
13. El presente trabajo de grado es una aproximación a la construcción sostenible a los proyectos de infraestructura sostenible en Colombia y a nivel local, de igual forma se presentan las bases y herramientas para investigación futura de este tema.

7. BIBLIOGRAFIA

- ALBA, Mauricio Fernando. Introducción a la Teoría General de Sistemas y al Análisis de Sistemas de Información. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales, 1995.
- Ángel-Maya, Augusto. 1996. El Reto de la Vida. Ecosistema y Cultura, Una Introducción al Estudio del Medio Ambiente. Primera edición. Publicación en línea: www.augustoangelmaya.com.
- ANINK, D., BOONSTRA, C., Y MAK, J.: Handbook of Sustainable Building. An Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction and Refurbishment, Londres, 1996.
- ARCE R y Gullón 200 N. The application of strategic environmental assessment to sustainability assessment of infrastructure development. 2000. 393p.
- Bartelmus, P. (2013). Indicators of sustainable development. Retrieved from <http://www.eoearth.org/view/article/153802>
- BERTALANFFY Von, L. Teoría General de los Sistemas. Editorial Fondo de Cultura Económica. México. 1976.
- Bonilla C,E y Rodríguez S. P (2005), más allá del dilema de los métodos: la investigación en ciencias sociales, Bogotá. Grupo Editorial Norma.
- BRAÑES, Raúl (Coord). *El desarrollo del Derecho Ambiental latinoamericano y su aplicación*. México D.F.: PNUMA. 2001
- BRUNDTLAND .“Nuestro Futuro Común” .del año 1985.
- BURGUEÑO Muñoz Antonio Evaluación de la sostenibilidad en las infraestructuras. Indicadores CONAMA

- Combining social, economic and environmental indicators to measure sustainable human well-being. Alex Michalos -2010.
- CAMPLIGIO, Luigi, Laura PINESCHI, Domenico Siniscalco y Tulio Treves. 1993. The Environment After Río. Londres: Graham & Trotman.
- CEPAL.Río +20 Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible. La Sostenibilidad del Desarrollo a 20 años de la cumbre para la tierra: Avances, brechas y lineamientos estratégicos, para América Latina y el Caribe. Versión preliminar. Agosto de 2011. Editada Por Naciones Unidas.
- CHEN Z., Li H., Ross A., Khalfan M.M.A. and Kong S.C.W. Knowledge-Driven ANP Approach to Vendors Evaluation for Sustainable Construction. Journal of Construction Engineering and Management, 134 (12) December, (2008), CRISP (Construction and City Related Sustainability Indicators) 928-941pp.
- Consejo Internacional para la investigación y la innovación en la Edificación y la Construcción (CIB) , 1998.
- D. CRAWLY, I. Aho. La construcción de los métodos de evaluación ambiental: aplicaciones y tendencias de desarrollo / Edificio de Investigación e Información,27 (1999).30 p.
- Diseño de indicadores socio-ambientales para el Distrito Capital de Bogotá-Cepal 2006.
- Empresas Públicas de Medellín. Guía de manejo socio-ambiental para obras públicas- Medellín -2013.
- FERNANDEZ SANCHEZ Gonzalo. Propuesta de Modelo para la Evaluación de la Sostenibilidad en la Dirección Integrada de Proyectos de Ingeniería Civil. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. Madrid. 2010. 250p.
- ISO/TS 21929-1, 2006. Sustainability in building construction – Sustainability Indicators – Part 1: Framework for development of indicators for buildings. International Organization for Standardization.
- NACIONES UNIDAS. Objetivos de Desarrollo del Milenio: Avances en la sostenibilidad ambiental del desarrollo en América Latina y el Caribe (LC/G.2428-

P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) .2010a.

- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAD PARA EL DESARROLLO (PNUD), Objetivos de Desarrollo Sostenible 2015-2030: <http://www.un.org/sustainable/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- QUIROGA M. Rayén. Indicadores de sostenibilidad ambiental y desarrollo Sostenible: Estado del arte y perspectivas. División de medio ambiente y asentamientos humanos. CEPAL/ECLAC. Santiago de Chile Septiembre de 2001
- Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). (2001). Marcos conceptuales para el desarrollo de Indicadores. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.sinia.net.ni/indicadores.htm>. [Consulta: 2002.
- Social Environmental indicator, dimensions a server of work on social indicator, developed under the united Nations Work Programme. Tiril Vogt -2014 ISBN 82-507-2060-2.
- TORO JARAMILLO Iván Darío y PARRA RAMÍREZ Rubén Darío. Fundamentos Epistemológico de la Investigación y la Metodología de la Investigación Cualitativa/Cuantitativa. Primera Edición. Bogotá. Fondo Editorial Universidad Eafit. 2010. 1000 p.
- UGWU O.O. AND HAUPTTC. Key performance indicators and assessment methods for infrastructure sustainability-a South African construction industry perspective. Building and Environment, 2007. 42, 665-68 pp
- United Nations Development Programme, 2005. Human Development Report 2005: Human Development Indicators.

8. TABLAS

Tabla 1. Aspectos Teóricos sobre el desarrollo sostenible.	47
Tabla 2. Políticas del sector Ambiente y Vivienda y Desarrollo Territorial	79
Tabla 3. Actividades económicas que requieren presentación de EIA.	80
Tabla 4. Normas ambientales formuladas en la vigencia (2010-2011)	85
Tabla 5. Definiciones de la construcción sostenible	93
Tabla 6. Sistema de indicadores de sostenibilidad de la edificación.	119
Tabla 7. Estándares relacionados con la aplicación de la sostenibilidad en la edificación.	121
Tabla 8. Evaluación sostenible en la ingeniería civil.	128
Tabla 9 Actores y factores que intervienen en la infraestructura sostenible.	133
Tabla 10 Entidades analizadas en el estudio.	133
Tabla 11 Identificación de entrevistadas realizadas.	135
Tabla 12. Resumen de los temas para la infraestructura sostenible.	142
Tabla 13. Grupos temáticos de la sostenibilidad en la infraestructura.	147
Tabla 14. Lista No 1 Revisión de documentación y legislación.	151
Tabla 15. Lista No 2 Tormenta de ideas.	152
Tabla 16. Lista No 3 Políticas internacionales y regionales.	153
Tabla 17. Lista No 4 A Edificación.	154
Tabla 18. Lista 4 B Sostenibilidad Urbana.	155
Tabla 19. Valoración de los Indicadores con relación a los criterios de sostenibilidad.	160
Tabla 20. Indicadores finales del sistema y su peso.	162
Tabla 21. Indicadores y variables finales.	164
Tabla 22. Dimensión Ambiental- Grupo de Indicadores y variables.	165
Tabla 23. Dimensión social - Grupo de indicadores y variables.	169

14. GRAFICOS

Gráfico 1. Interrelación de indicadores de sostenibilidad.	39
Gráfico 2. Estructura general para la elaboración de EIA.	83
Gráfico 3. Modelo Presión-Estado -Respuesta.	117
Gráfico 4. Demografía entrevistados.	136
Gráfico 5. Normas Base de la metodología.	140
Gráfico 6. Fases de Identificación de la sostenibilidad.	148

10. ANEXOS

10.1 Anexo A. Cuestionario Entidades del Estado-Constructoras.

Entrevista para la definición de Indicadores de Sostenibilidad en Proyectos de Infraestructura Sostenible en Colombia.

Datos Personales.

Entidad:
Persona:
entrevistada:
Cargo:
Profesión:
Tiempo en el cargo:

I. Estado actual de los proyectos de infraestructura.

1. ¿Cuáles son las áreas de la infraestructura que maneja la entidad?
 - Vías terrestres de comunicación
 - Hidráulicas
 - Obras sanitarias
 - Obras portuarias.
 - Edificaciones
2. ¿Cuáles son los desafíos prioritarios en materia de desarrollo de infraestructura en la región?
3. ¿Los proyectos de infraestructura se articulan y son complementarios con los proyectos de región?

4. ¿Cuán significativa es la contribución de la infraestructura a la reducción de emisiones como a otros objetivos (huella ecológica, MGD entre otros)?

II. Relación de la infraestructura y la sostenibilidad

1. ¿Cree usted que nuestra infraestructura es ó puede ser sostenible?
2. ¿La sostenibilidad hace parte de los proyectos actuales de infraestructura?
3. ¿Qué áreas de la infraestructura considera pueden ser tomados en el tema de sostenibilidad?
4. ¿Esta entidad cuales dimensiones (económica, social, ambiental) de la sostenibilidad aplica en sus proyectos de infraestructura?
5. ¿Como piensa que se debe evaluar la sostenibilidad de un proyecto de infraestructura?

III. Contratación de la Infraestructura

1. ¿Como se aplican los conceptos de sostenibilidad en la evaluación del contratista?
2. ¿Qué ítems de la contratación evalúan el manejo de la sostenibilidad y la eficacia del contratista en este tema?
3. ¿Se evalúa actualmente el personal calificado del contratista en temas de sostenibilidad?
4. ¿Los modelos de contratación y leyes actualmente disponibles permiten ejecutar una contratación de infraestructura sostenible?
5. ¿Cuáles son las limitaciones y desafíos de las actuales leyes de contratación estatal para desarrollar una infraestructura sostenible?
6. ¿La contratación del proyecto facilita su monitoreo y evaluación (línea base, indicadores, metas, metodologías de evaluación participativa etc.)?

7. Se lleva a cabo procesos participativos que involucren a la comunidad en el laformulación, ejecución y seguimiento del proyecto?
8. ¿Se informa sobre el desempeño de la empresa contratista en el tema de sostenibilidad a la comunidad?
9. ¿Se incluye la evaluación de la sostenibilidad de los proyectos de infraestructura ejecutados en los informes finales de la entidad a la sociedad?

IV. Dimensiones del Desarrollo sostenible

1. ¿Proponga las dimensiones en que dividiría la construcción sostenible de obras de infraestructura de modo que sean de fácil manejo en el campo?
 - Dimensión económica
 - Dimensión Social
 - Dimensión Ambiental
 - Dimensión institucional
 - Dimensión Tecnológica
2. ¿Considera que la medición de los indicadores de sostenibilidad es importante en qué fase del proyecto de infraestructura?
 - Fase de Planeación
 - Fase de diseño
 - Fase de construcción
 - Fase de Uso y mantenimiento

V. Indicadores de sostenibilidad.

1. ¿La entidad utiliza indicadores de sostenibilidad para evaluar los proyectos de infraestructura?
2. ¿Considera que actualmente los indicadores de sostenibilidad que maneja la infraestructura son vinculantes y tienen incorporados dimensiones y sectores de alta relevancia?
3. ¿Qué indicadores considera pertinentes en la línea ambiental en los siguientes temas: ¿agua, Atmosfera, suelo, energía, residuos?

4. ¿Proponga aquellos indicadores que considera importantes en la infraestructura relacionados con la construcción del proyecto?
5. ¿Proponga indicadores de relevancia en los proyectos de infraestructura relacionados con el tema económico del proyecto?
6. ¿Proponga aquellos indicadores que considere importantes en los proyectos de infraestructura relacionados con el tema de seguridad, salud e higiene ocupacional?
7. ¿Qué indicadores considera importantes en la infraestructura relacionados con la sociedad y la integración social?
8. ¿Proponga aquellos indicadores que considere importantes en la infraestructura con el tema de la cultura?
9. ¿Qué indicadores considera importantes en la infraestructura en el tema de economía social?
10. ¿Qué otros indicadores de sostenibilidad consideran importantes en el tema de la infraestructura?
11. ¿Considera que el manejo de indicadores puede evaluar el desarrollo sostenible de los proyectos de infraestructura?

VI. Adhesión a pactos internacionales de sostenibilidad y compromisos con iniciativas externas.

1. ¿Ha adoptado la entidad iniciativas principios o programas sociales, ambientales nacionales o internacionales con los proyectos de infraestructura?
2. ¿Se presenta información de cumplimiento de los compromisos de los programas o principios adscriptos?
3. ¿Está debidamente auditados y certificados los sistemas de gestión de sostenibilidad y se informa de ellos?

4. ¿Los proyectos de infraestructura presentan estrategias para el uso racional de recursos renovables y no renovables favoreciendo la conservación del medio ambiente?

10.2 Anexo B. Cuestionario para Diseñadores.

Entrevista para la definición de Indicadores de Sostenibilidad en Proyectos de Infraestructura Sostenible en Colombia.

Datos Personales.

Entidad:
Fecha:
Persona entrevistada:
Cargo:
Profesión:
Tiempo en el cargo:

I. Estado actual de los proyectos de infraestructura.

1. ¿En qué estado consideras que esta Colombia en el tema de la Infraestructura?
2. ¿Qué obras de infraestructura ha construido la empresa?
3. ¿La empresa pertenece alguna asociación que maneje temas de sostenibilidad?
4. ¿Las especificaciones sobre diseño en las licitaciones exigen algún componente de Sostenibilidad?
5. ¿El gobierno debería dar incentivos a los diseños sostenibles?
6. ¿Es importante renovar la normativa existente en Diseño?

7. ¿Conoce algo sobre el sello verde colombiano para edificaciones sostenibles?

II. La empresa y la Sostenibilidad

1. ¿Sus diseños tienen en cuenta el tema de sostenibilidad?
2. ¿El tema de sostenibilidad hace parte de las políticas de la empresa o lo solicita el cliente?
3. ¿La empresa maneja índices que midan la efectividad del diseño en temas de sostenibilidad?
4. ¿La empresa tiene personal especializado en el tema de sostenibilidad?
5. ¿Considera que un diseño sostenible puede mejorar el desempeño económico de una obra de infraestructura?
6. ¿La responsabilidad social de la empresa considera que realizar diseños sostenibles es una línea importante que hay que manejar en el medio?
7. ¿Como pueden reunir el factor social, económico y ambiental en el diseño?
8. ¿Han participado con empresas constructoras que hayan certificado su obra en sostenibilidad?
9. ¿El cliente tiene conciencia del tema de sostenibilidad?
10. ¿Qué puede aportar medir la sostenibilidad de un diseño, en un sistema de evaluación de la sostenibilidad en la infraestructura?

