

EVALUACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN POBLACIONES MARGINALES: CASO DE ESTUDIO INSTITUCIÓN EDUCATIVA DEL DEPARTAMENTO DE SANTANDER, COLOMBIA

Leidy Andrea Castro Camargo¹, Sharon Beatriz George Bracho², Hugo Riatiga Fandiño³, Erik José Vera Mercado⁴, Liliana del Pilar Castro Molano⁵

¹Investigadora grupo Interfase, Ingeniera química, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

²Investigadora grupo Interfase, Ingeniera química, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

³Candidato a magister en sistemas energéticos avanzados, Ingeniero Mecánico, Universidad de Santander, Bucaramanga, Colombia

⁴Investigador grupo Gisel, candidato a Doctor en ingeniería, Magister en administración de empresas, Ingeniero electrónico, Ingeniero electricista, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia, erik.vera@correo.uis.edu.co . Autor de Correspondencia

⁵ Investigadora grupo Interfase, Doctora en ingeniería química, Ingeniera química, profesora de la Escuela de Ingeniería química, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

Recibido: 28 de septiembre del 2015

Aprobado: 18 de noviembre del 2015

Cómo citar este artículo: L.A Castro Camargo, S. B. George Bracho, H. Ratiga Fandiño, E.J. Vera Mercado, L.P. Castro Molano, “*Evaluación de la problemática ambiental en poblaciones marginales: caso de estudio Institución Educativa del Departamento de Santander, Colombia*”, *Ingeniería Solidaria*, pp. xx-xx, Vol 12 No. 19 enero – junio 2016, doi:

RESUMEN

Introducción: este artículo es producto de la investigación del proyecto “Evaluación de la situación ambiental en instituciones educativas, desarrollada en el año 2015 en la Universidad Industrial de Santander y en la Universidad de Santander”. El problema de investigación abordado obedece a la dificultad que actualmente tienen las instituciones educativas que laboran con poblaciones marginales de crear conciencia ambiental y de visualizarse en un futuro como instituciones educativas sostenibles. **Metodología:** para realizar la evaluación de impacto ambiental (EIA), fue CONESA y la medición de la huella ecológica fue aplicada en una institución educativa caso de estudio. Se analizó la información recolectada con el objetivo de que la institución educativa caso de estudio tome acciones que mitiguen las consecuencias ambientales de las acciones cotidianas realizadas por estudiantes, docentes y administrativos durante su funcionamiento. **Resultados:** fue obtenido el significativo impacto de la variable social y cultural en el medio ambiente, por lo anterior se concluyó que se debe promover el comportamiento ciudadano mediante estrategias lúdicas que le permitan al estudiante construir normas sociales a través de la creación de símbolos asociados a la conservación del medio ambiente. **Conclusiones:** la percepción ambiental de la institución educativa caso de

estudio se valoró mediante un análisis estadístico gracias al cual se obtuvo como resultado una percepción ambiental desfavorable. El principal impacto identificado es el asociado al consumo elevado de agua, seguido por el impacto asociado al ruido.

Palabras clave: ambiental, evaluación, huella ecológica, impacto, percepción, sostenibilidad.

1. INTRODUCCIÓN

El hombre para su desarrollo necesita de los recursos ambientales que la naturaleza ha puesto a su disposición. Sin embargo, el uso inadecuado de estos recursos, causa deterioro del planeta, afectando la calidad de vida de la especie humana. En este sentido, desde las ciencias sociales se afirma que dotar a los individuos de información que promueva en ellos pensamientos, conocimientos, actitudes y creencias proambientales, puede generar el desarrollo de opiniones para poder tomar decisiones saludables [1].

Las poblaciones marginales se caracterizan por estar en una situación social de desventaja económica, profesional, política o de estatus social. La población marginal de la institución educativa caso de estudio es provocada por la deficiencia de los procedimientos gubernamentales que imposibilitan el desarrollo pleno de los estudiantes. Por consiguiente, la evaluación del impacto ambiental es un indicador que evidencia la necesidad de inversión de recursos estatales para mitigar los impactos ambientales en dichas poblaciones. Es importante resaltar que el nombre de la Institución Educativa caso de estudio no se menciona por consideraciones éticas.

Por lo anterior, es de suma importancia conocer la percepción que tienen las nuevas generaciones respecto a temas ambientales y problemáticas que ocurren en el planeta, tomando en cuenta desde las perspectivas locales, hasta globales. Faggionato define la percepción ambiental como “la toma de conciencia del ambiente por el hombre, es decir, como se autodefine, percibir el ambiente en el cual se localiza, aprendiendo a protegerlo y cuidarlo de la mejor manera” [2]. Existen diferentes herramientas para llevar a cabo el análisis de percepción ambiental como: cuestionarios, mapas mentales o de contorno, representación fotográfica, etc. En algunos casos estos métodos de evaluación buscan no solamente el entendimiento que percibe el individuo, sino también, promueven la sensibilización y el desarrollo del sistema de percepción [1].

Actualmente, la percepción ambiental es negativa debido a que los avances científicos (que implican cambios culturales, demográficos entre otros), han mejorado la calidad de vida de las personas, pero al mismo tiempo lo han hecho acompañado de impactos ambientales adversos [3].

La situación descrita anteriormente ha alertado a gobiernos, grupos ambientalistas, universidades y comunidad a generar una conciencia que conlleve a un cambio en el comportamiento y desarrollo de las actividades que puede ser descrito como consumo o desarrollo sostenible [4].

A partir de los estudios relacionados con el desarrollo sostenible se promovió el concepto de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) que surgió en 1969 como una respuesta política pública

ante la necesidad de un cambio en los valores y las actitudes de la sociedad hacia una mayor preocupación por las consecuencias ambientales de las acciones humanas de la época [5].

La Evaluación de impacto ambiental (EIA) se define como el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, destinado a predecir, identificar, valorar y corregir las consecuencias ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y el entorno [6].

El objetivo de la EIA es proporcionar información para la toma de decisiones sobre las consecuencias ambientales de las acciones cotidianas en determinado lugar y promover el desarrollo ecológicamente racional y sostenible mediante la identificación de medidas de mejora y de mitigación apropiadas [7].

A nivel mundial, existen diferentes metodologías para evaluar impactos ambientales, como listas de verificación, matrices; redes; superposiciones y los sistemas de información geográfica (SIG); sistemas expertos; y juicio profesional. [8]. La Metodología matricial es la más utilizada por su facilidad de manejo, bajo costo y rapidez en la obtención de resultados, su principal ventaja consiste en la consideración de los posibles impactos y su importancia y magnitud respecto a los distintos factores ambientales. Además, permite el desarrollo de una matriz para cada subconjunto en el que pueda dividirse el proyecto. [9]

Particularmente, las investigaciones en Colombia con respecto a la EIA, afirman que la metodología más adecuada para medir impactos ambientales en el contexto nacional es el método cualitativo y matricial CONESA [10].

La metodología cualitativa corresponde a un método matricial que se ha hecho común porque combina la evaluación cualitativa y cuantitativa. Este instrumento se fundamenta en la metodología de matrices causa-efecto, derivadas de la matriz de Leopold con resultados cualitativos y de la metodología del Instituto Battelle-Columbus con resultados cuantitativos [6]. El método CONESA se puede describir mediante el algoritmo presentado en la figura 1.

Por otra parte, los impactos ambientales generados por el hombre sobre su entorno se pueden evaluar y cuantificar mediante la huella ecológica. Este indicador es definido como “el área de territorio ecológicamente productiva (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una determinada población con un nivel de vida específico de forma indefinida, sea donde sea que se encuentre esa área” [11].

La metodología de cálculo de la huella ecológica se basa en la estimación de la superficie productiva necesaria para satisfacer los consumos asociados a la alimentación, a los productos forestales, al consumo energético y a la ocupación directa del suelo, este indicador ambiental se suele expresar en hectáreas por habitante y año (ha/hab/año) si se realiza el cálculo para un habitante; o bien en hectáreas totales si se calcula para la totalidad de la población residente en un determinado territorio [12].

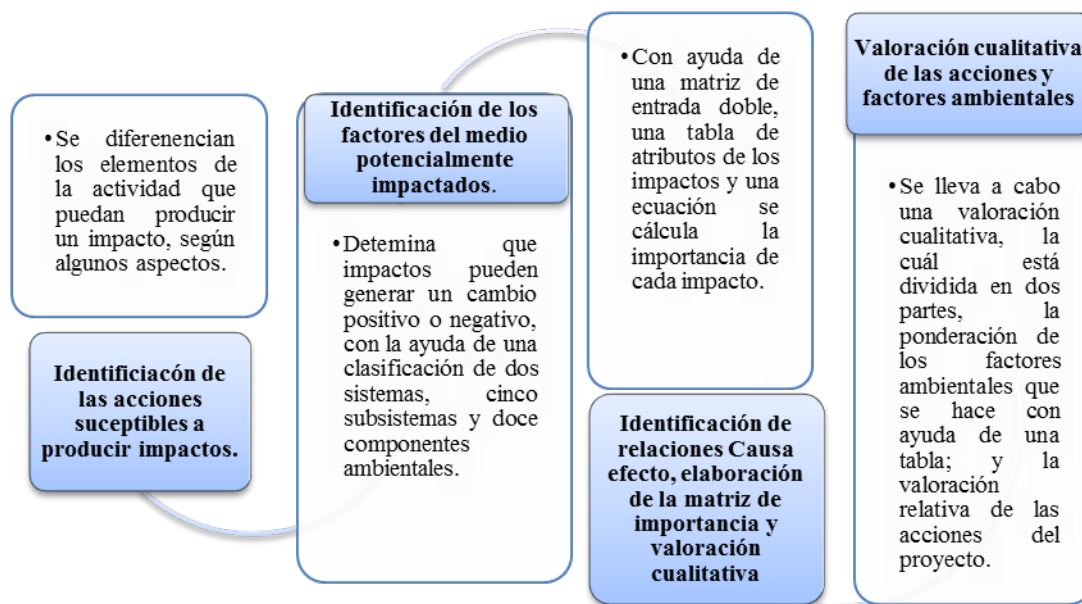


Figura 1. Algoritmo para aplicar la metodología CONESA en evaluaciones de impacto ambiental

Fuente: [6]

En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible formuló la política nacional de producción y consumo sostenible, la cual tiene como objetivo orientar el cambio de los patrones de producción y consumo de la sociedad colombiana hacia la sostenibilidad ambiental, contribuyendo a la competitividad de las empresas y al bienestar de la población. Una de las estrategias de esta política es el fortalecimiento de capacidades en educación e investigación para la producción y consumo sostenible, en esta iniciativa, las instituciones educativas son un elemento fundamental para la promoción del desarrollo sostenible [13].

Actualmente, diferentes instituciones nacionales de educación básica y superior mediante sus programas académicos y de educación, imparten cursos permanentes para incluir conceptos y herramientas de producción y consumo sostenible como elementos centrales de competencia en disciplinas profesionales y carreras técnicas [14].

En Colombia, existen 1825 instituciones educativas entre públicas y privadas [15] de los cuales se destaca la institución educativa privado Rochester ubicado en la ciudad de Bogotá, dado que es la primera institución educativa en Colombia y en América Latina en recibir certificación internacional *Leadership in Energy & Environmental Design* (LEED). Esta certificación se basa en diferentes criterios, como lo son: eficiencia en el uso del agua, sitios sustentables, energía y atmósfera, materiales y recursos, calidad del ambiente interior e innovación en el diseño; esta institución educativa se identifica por su construcción sostenible además de esto todas las iniciativas sostenibles implementadas son estudiadas y monitoreadas por estudiantes y profesores creando conocimiento técnico y crítico para fomentar prácticas de sostenibilidad en su hogar y entorno, la

institución educativa tiene criterios de energía alternativas (paneles solares térmico y fotovoltaicos), reducción de agua potable a través de su planta de agua residuales, control de CO₂ en las diferentes aulas, uso de equipos eléctrico-mecánicos de bajo consumo, gestión de residuos sólidos [16].

A nivel nacional, La Fundación Celsia, ejecuta acciones que permiten fortalecer en la comunidad educativa, una cultura de cuidado y protección de los recursos naturales, tanto al interior de las instituciones educativas, como por fuera de ellas, tal como ha sucedido en algunos municipios de Antioquía [17].

A nivel departamental, Santander cuenta con campañas de educación ambiental donde el 57% de los participantes son las instituciones educativas; estas campañas buscan concientización ambiental y es un indicio de pensamiento sostenible por parte de la comunidad [18]. El área metropolitana cuenta con 118 instituciones educativas, en las cuales la corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga (CDMB) ha aplicado políticas de educación ambiental basada en conferencias y actividades de sensibilización ambiental. Sin embargo, se demostró que estas políticas no han contribuido a mitigar el impacto ambiental generado por las actividades de las comunidades educativas y consecuentemente no existen programas que promuevan la sostenibilidad en las instituciones educativas santandereanas [19]

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, para que una institución educativa alcance la sostenibilidad ambiental, requiere inicialmente realizar una evaluación de impacto ambiental que permita identificar las consecuencias ambientales causadas por sus actividades.

Esta investigación toma como caso de estudio la jornada de la tarde de una institución educativa ubicada en una zona marginal.

La institución educativa caso de estudio, beneficia tanto estudiantes del sector rural como del casco urbano, cuyo nivel socioeconómico es 1 y 2, tiene un área de 0,162 hectáreas, y atiende una población educativa en la jornada bachillerato, organizados en un horario de 6:15 a.m. a 12:15 p.m.

Adicional a la población estudiantil, la institución educativa cuenta con personas que se desempeñan en los siguientes cargos: siete (7) en personal administrativo y sesenta y ocho (68) como docentes.

2. METODOLOGÍA

Esta investigación se desarrolló en tres etapas: a) Identificación de la percepción ambiental de los integrantes de la comunidad educativa de la institución educativa b) Evaluación de la situación ambiental de la comunidad caso de estudio, mediante la metodología CONESA y c) determinación de huella ecológica (EF) como indicador ambiental.

2.1 Etapa 1: identificación de la percepción ambiental de los integrantes de la comunidad educativa

La percepción ambiental de la comunidad se realizó mediante una encuesta con preguntas tipo *Likert* (también denominada método de evaluaciones sumarias, permite medir actitudes y conocer el grado de conformidad del encuestado), con un mismo valor para cada una de ellas [20].

El tamaño de la muestra se determinó a través de la ecuación 1. Esta se usa para el cálculo de tamaño de muestra para poblaciones finitas CITATION Agu05 \l 9226 [[21]]:

$$n = \frac{N \cdot \sigma^2 \cdot Z^2}{(N-1) \cdot e^2 + \sigma^2 \cdot Z^2} \text{ Ecuación (1)}$$
$$n = \frac{1105 \cdot 0,5^2 \cdot 1,96^2}{(1105 - 1) \cdot 0,05^2 + 0,5^2 \cdot 1,96^2} = 285 \text{ personas}$$

Donde:

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población, que equivale a 1105, teniendo en cuenta estudiantes, administrativos y docentes de la institución educativa caso de estudio.

σ =Desviación estándar de la población, por referencia se utilizó un valor constante de 0,5 [21].

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante asumido con 95% de confianza que equivale a 1,96.

e = Límite aceptable de error muestral, se utilizó un valor del 5% (0.05).

En la figura 2 se presenta el modelo de encuesta realizada. La selección de preguntas se realizó con base a revisión bibliográfica [22].

1. Cargo _____ Edad _____ Genero: F _____ M _____
2. Usted como califica el estado actual del medio ambiente en el colegio:
Favorable (muy bueno ó bueno) _____ Desfavorable (Regular y malo) _____
3. Cuales son los temas ambientales mas importantes en su colegio: (Marque con una X)
Manejo de residuos sólidos _____ Ruido _____ Manejo del agua _____ Aire _____ Energía _____
4. En una escala de 1 a 4, donde 1 es muy baja afectación y 4 es muy alta afectación. Que tan afectado se siente por:
Inadecuada disposición de desechos _____ Elevada producción de basura _____ Inadecuado manejo del agua _____ Escases de agua _____ Contaminación acústica diurna _____
Contaminación acústica nocturna _____ Contaminación del aire causada por vehículos motorizados _____ Exceso del alumbrado/iluminación _____ Exceso de uso de aparatos electrónicos _____
5. Que hace usted cuando encuentra un papel en el piso: (Marque con una X)
Lo recoge _____ No ve papeles en el piso _____ No lo recoge _____

Figura 2. Encuesta de percepción ambiental

Fuente: Elaboración propia.

2.1.1 Análisis estadístico

Se analizaron los datos obtenidos en las encuestas por medio de tablas y gráficas y se encontró que la población estudiada poseía una distribución normal. En ese sentido, se consideró el análisis multivariable cuya finalidad es analizar simultáneamente una serie de datos y/o múltiples variables de cada individuo u objeto de investigación [23] [24].

2.2 Etapa 2: método cualitativo: metodología cualitativa de CONESA

Con el propósito de validar los resultados de la percepción ambiental, se realizó una EIA a la comunidad educativa. Los resultados de la evaluación cualitativa aplicada a este caso, se estructuraron en las siguientes etapas:

a) Visitas de campo a la institución educativa caso de estudio.

Durante tres meses se realizaron visitas de campo a la institución educativa caso de estudio, con el objeto de recopilar información que sirvió de insumo para la inspección de la situación ambiental.

b) Identificación de los impactos ambientales de la institución educativa.

Los aspectos ambientales que sobresalen en la comunidad educativa son valorados mediante la metodología CONESA [6]

c) Definición de parámetros y calificación de impacto.

Para calificar cualitativamente la importancia de cada impacto se utilizó la ecuación 2:

$$I = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RB) \text{ (Ecuación 2)}$$

En donde, el signo corresponde al carácter del impacto (positivo o negativo), IN representa la intensidad, EX la extensión, MO el momento, PE la persistencia, RV la reversibilidad, SI, la sinergia, AC la acumulación, EF el efecto, PR la periodicidad y RB la recuperabilidad [6].

2.3 Etapa 3: determinación de huella ecológica (EF) como indicador ambiental

Durante el desarrollo de esta etapa se hizo una recolección de información basada en el consumo de recursos que genera la institución educativa caso de estudio a causa de la actividad escolar. Estos recursos se clasifican en tres componentes (Tabla 1).

Tabla 1. Componentes y subcomponentes de la huella ecológica (EF)

COMPONENTES	RECURSOS NATURALES	RESIDUOS SÓLIDOS	MEDIO DE TRANSPORTE
SUBCOMPONENTES	Agua	Papel	Automóvil
	Energía	Orgánicos	Autobús
	Gas	Inertes	Moto

Fuente: Elaboración propia.

La información de consumo de agua, luz y gas fue registrada teniendo en cuenta las facturas mensuales de los servicios públicos de la institución educativa. La caracterización y cuantificación de los residuos sólidos se llevó a cabo mediante el método de cuarteo propuesto por *Kunitoshi Sakurai* (Método de análisis de residuos sólidos) [25].

En cuanto al medio de transporte, se realizó una encuesta a toda la comunidad educativa con el fin de conocer que medio usan y cuál es la distancia que recorren a diario durante la ida y regreso a la institución educativa.

Los consumos mencionados se convierten a unidades de territorio productivo. La unidad de medida es la “hectárea del territorio productivo estándar”, que se obtiene mediante la aplicación de factores denominados de “equivalencia” [26]. Esto permite que la huella ecológica de la institución educativa sea directamente comparable con la obtenida en otros lugares del mundo.

De acuerdo a lo anterior, el cálculo de la huella ecológica (HE) se realiza en 4 pasos, que se describen a continuación:

2.3.1 Paso 1: Emisiones de CO_2 (HE)

Para el cálculo de las emisiones de CO_2 se utilizan factores de conversión:

$$\text{Emisiones de } \text{CO}_2 [\text{Kg } \text{CO}_2] = C_i * E_f \quad \text{Ecuación (6)}$$

Donde:

E_f =Factor de conversión de Huella Ecológica.

C_i = consumo anual [Energía (kwh), Agua (m^3), Gas (m^3), Residuos sólidos (kg d residuo)].

2.3.2 Paso2: Cálculo de la huella ecológica para cada subcomponente y componente

Para determinar la huella ecológica de cada subcomponente y cada componente utilizamos las siguientes ecuaciones (7 y 8):

$$HE_{subcomp,i} = \frac{\text{Emisiones de } \text{CO}_2}{P} \quad \text{Ecuación (7)}$$

$$HE_{comp,j} = \sum_{i=1}^n HE_{subcomp,i} \quad \text{Ecuación (8)}$$

Donde:

$HE_{subcomp,i}$ =Huella ecológica de cada subcomponente $\left(\frac{\text{Ha}}{\text{año}}\right)$.

P = factor de conversión a hectáreas/año = $6270 \left[\frac{\text{Kg } \text{CO}_2}{\text{Ha/año}}\right]$. [27].

$HE_{comp,j}$ = Huella ecológica de cada componente. $\left(\frac{\text{Ha}}{\text{año}}\right)$.

2.3.3 Paso 3: Factores de equivalencia para la huella ecológica (HE)

La huella ecológica establece que para poder comparar resultados, éstos se deben expresar en hectáreas globales, que se define como una hectárea con la capacidad mundial promedio de producir recursos y absorber residuos (Hectárea Global [GHa]).

De acuerdo a lo anterior el factor de equivalencia que se empleó en la institución educativa fue 2,18 [GHa/Ha], el cual corresponde a superficie artificializada debido a que este tipo de superficie considera áreas urbanizadas y ocupadas por infraestructuras [28].

En síntesis, la huella ecológica de la institución educativa caso de estudio (IECE) se calculó de acuerdo a la ecuación 9:

$$HE_{total} \left[\frac{GHa}{año} \right] = \left[HE_{Comp,j} \left[\frac{Ha}{año} \right] + A_{IECE} \right] * 2,18 \left[\frac{GHa}{Ha} \right] \text{ Ecuación (9)}$$

Donde: $A_{C.S.P.C.} = \text{Área del IECE sede A jornada bachillerato} \left[\frac{Ha}{año} \right]$

2.3.4 Paso 4: Cálculo de la huella ecológica Per cápita

Para determinar la huella ecológica per cápita, se divide la huella ecológica total (HE_{total}) en el número de personas pertenecientes a la comunidad educativa, utilizando la siguiente ecuación, (10):

$$HE_{per\text{ cápita}} = \frac{HE_{total}}{M} \text{ Ecuación (10)}$$

Donde:

$HE_{per\text{ cápita}}$ = Huella ecológica Per cápita.

HE_{total} = Huella ecológica total.

M = Número de personas que integran la institución educativa caso de estudio.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Percepción ambiental

Entre la población encuestada se encontró que el 86% tenía entre 10 y 25 años, seguidos por un 12% en el rango de 26 y 41 años, y el 2% restante en el rango de 41 años en adelante.

3.1.1 Primera sección: Situación ambiental de la institución educativa

Se preguntó a la población sobre la situación ambiental de la institución educativa, y el 63% de los encuestados respondió que era desfavorable (Figura 3). Esto se debe a que durante el descanso de los estudiantes en la jornada académica, gran parte de la comunidad educativa genera residuos sólidos y no hace una buena disposición de éstos, creando así un impacto visual negativo.

Otro factor que ocasiona una percepción desfavorable, es el uso inadecuado del agua en los lavamanos, como efecto del mal estado y ausencia de la cruceta de la llave de agua, provocando una pérdida de caudal de 5 litros por minuto. Teniendo en cuenta que los baños son parte fundamental de la comunidad educativa, pues allí es donde se realizan las necesidades fisiológicas (deposición,

micción) y sociales (arreglarse el cabello, acomodarse la vestimenta e incluso conversar), el Ministerio de Educación Nacional exige que cada establecimiento educativo debe contar con un sanitario y un lavamanos accesible por cada 15 personas [29], que en el caso de la institución educativa de esta investigación sería de 74 baños para los 1105 integrantes, y actualmente cuentan con sólo 14 baños.

Por otro lado, la saturación del espacio por la sobrecarga de estudiantes transforma el ambiente sonoro en ruido excesivo, causando una pérdida gradual en la concentración. Todo esto debido a que el diseño y la construcción de la institución educativa no se hizo teniendo en cuenta la capacidad de personal y el tipo de dinámica al que iba a estar sometida de manera permanente. Según la Norma Técnica Colombiana NTC 4595 (ingeniería Civil y arquitectura, planeamiento y diseño de Instalaciones y ambientes escolares) el área por cada estudiante debe ser de 1,65 (m^2 /estudiante) en el aula de clase y de 5,7 (m^2 /estudiante) para espacios abiertos. Se observó que en la institución educativa de estudio el área en el salón de clase es aproximadamente 1,2 (m^2 /estudiante) y en espacios libres de 0,72 (m^2 /estudiante).

Los resultados obtenidos en esta investigación fueron comparados con los resultados nacionales arrojados por la Encuesta Nacional Ambiental 2015, en donde el medio ambiente se ha convertido en el segundo tema de mayor preocupación a nivel mundial. En Colombia, 9 de cada 10 ciudadanos consideran que el estado actual del medio ambiente en el país es desfavorable. [22].

3.1.2 Segunda sección: Problemas ambientales en la institución educativa caso de estudio

La Figura 4 corresponde al nivel de importancia que le dan estudiantes, profesores y administrativos a diferentes temas ambientales que requieren especial atención en la institución educativa. Al referirse al manejo de agua, la población expresó con un 32% que éste presenta mayor preocupación que lo demás y que en orden descendente le sigue el ruido con un 26% y el manejo de residuos sólidos con un 22%.

Los resultados del gráfico radial muestran que el manejo del agua y ruido son los factores más importantes en la comunidad educativa, y la energía y la contaminación de aire son los factores que menos importan en la comunidad educativa (Figura 5).

Algunas investigaciones, como las desarrolladas por la municipalidad de Zaragoza y la Fundación Ecología y Desarrollo en 2010, plantean que el consumo de agua en centros educativos puede llegar a 5 (L/usuario-día) [30], según lo anterior la institución educativa caso de estudio debería tener un consumo aproximado de 2016,63 (m^3 /año) pero su consumo es 3,45 veces más alto (6958,37 m^3 /año), con ésta relación se puede concluir que el consumo de agua del plantel es mayor al regular.

La Figura 6 presenta la percepción de autorresponsabilidad y sensibilidad que tiene la comunidad educativa sobre la problemática tratada, en donde el 56% de las personas al ver un papel en el piso, lo recoge, mitigando a través de sus acciones los impactos que perjudican el medio ambiente. En

Colombia, los avances en la concientización y la sensibilización con el medio ambiente han aumentado, pero en la mayoría de los casos al presenciar actuaciones en contra del medio ambiente, los ciudadanos asumen una actitud pasiva.

El análisis anterior se correlaciona con los resultados mostrados en la Figura 7, donde se revela que el inadecuado manejo de agua es el factor que más afecta a la comunidad educativa (65%) junto con la contaminación acústica diurna (62%).

En la encuesta nacional realizada por la Universidad de los Andes el 62,3% de las personas encuestadas se sienten altamente afectadas por el ruido y un 36,3% por el manejo de agua, lo que concuerda con los resultados obtenidos en la encuesta realizada en la institución educativa caso de estudio.

Figura 3. Estado actual del medio ambiente en la institución educativa caso de estudio

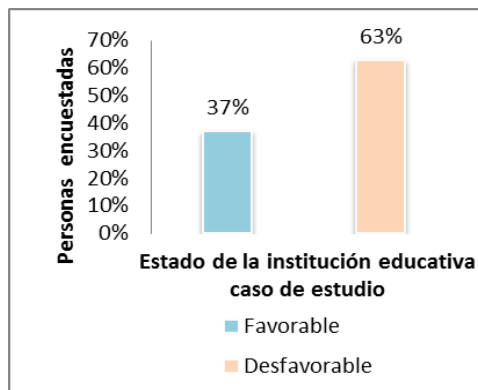


Figura 4. Temas ambientales más importantes a tratar en la institución educativa caso de estudio

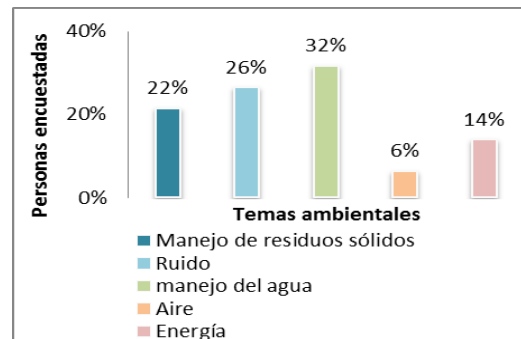


Figura 5. Gráfico radial de la relación entre los temas ambientales más importantes en la institución educativa caso de estudio

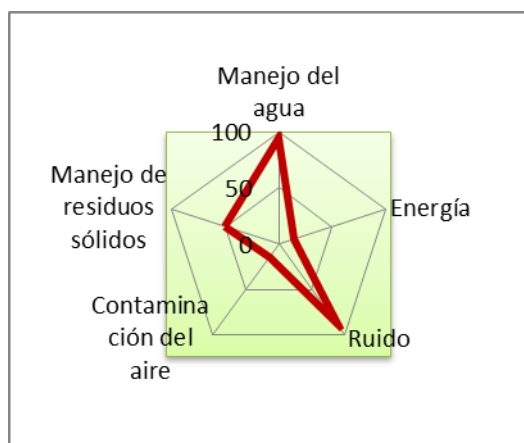
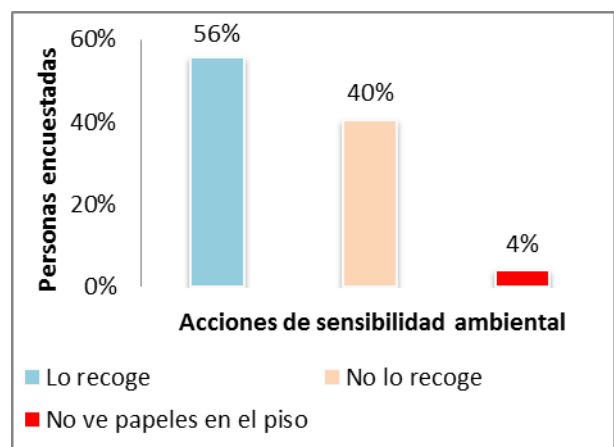


Figura 6. Acciones de auto-sensibilización ambiental



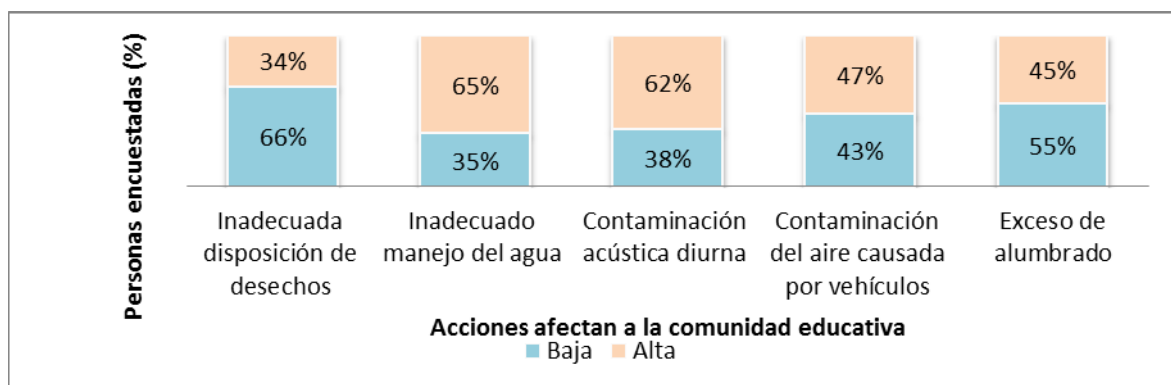


Figura 7. Acciones por las cuales la comunidad se siente más afectada
Fuente: Elaboración propia

3.2 Evaluación impacto ambiental: metodología cualitativa CONESA

Los resultados de esta etapa se dividen de acuerdo a las etapas presentadas en la metodología.

3.2.1 *Visitas de campo a la institución educativa caso de estudio.*

En la figura 8 se presenta un registro fotográfico de las principales causas de los impactos ambientales de la institución educativa.

3.2.2 *Identificación de los impactos ambientales de la institución educativa caso de estudio*

Una vez conocidos las actividades del proyecto, el entorno que lo rodea, la capacidad de acogida del mismo, y la percepción ambiental de sus habitantes, se realizó un análisis de las acciones impactantes y de los factores ambientales perjudicados por las acciones.



Figura 8. Registro fotográfico de las problemáticas ambientales en la institución educativa caso de estudio

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Calificación impacto ambiental

En tabla 2 y 3 se muestran los valores de importancia que demuestran cualitativamente la afectación que tienen las actividades desarrolladas en la institución educativa caso de estudio contra los factores ambientales y los aspectos negativos y positivos que tienen para la población.

El factor aire se encuentra afectado por dos impactos de importancia crítica, las actividades lúdicas, con un valor de -87 y el tránsito vehicular con un valor de -95, lo primero se da debido a que los juegos y actividades desarrolladas durante el descanso producen una alta contaminación auditiva, lo segundo se interpreta por la ubicación de la institución educativa caso de estudio, la cual, se encuentra en una zona popular con alto tránsito vehicular, en su mayoría de transporte público.

Uno de los mayores impactos al clima lo origina el uso de aparatos eléctricos, en éste caso, el empleo de aires acondicionados en la zona administrativa y ventiladores en los salones, obteniéndose como resultado una importancia positiva crítica, ya que mejora considerablemente el confort climático de los habitantes de la institución educativa, tomando un valor positivo crítico de 85.

Los edificios deben proporcionar a sus ocupantes un ambiente confortable y saludable para trabajar. Si los factores ambientales de las aulas están dentro de los límites de confort (20 y 26°) lo que se llama neutralidad térmica, el rendimiento de los estudiantes mejorará y el trabajo de los docentes será de mayor calidad. [31].

El mantener un equilibrio térmico para un ambiente agradable trae consecuencias como el alto consumo de energía lo que afecta el factor económico y en éste caso es producida de una fuente hídrica lo que afecta de igual manera el recurso convirtiendo el uso de aparatos eléctricos en una acción impactante crítica de -95.

Por otra parte, la compra e ingesta de alimentos produce residuos sólidos que generan un impacto negativo al suelo con un valor crítico de -80. El gran impacto del suelo afecta de igual forma la calidad intrínseca del paisaje con una importancia negativa severa de -65. Como consecuencia de éstos impactos la institución ha tomado medidas, como la de realizar jornadas de limpieza los días lunes, martes y miércoles antes del inicio de clases desarrollando en los estudiantes un sentido de pertenencia con el ambiente.

En las tablas 2 y 3 se presentan los resultados de la matriz de importancia para los impactos físicos, socioeconómicos y culturales En la tabla 4 se presenta la matriz descriptiva de impactos ambientales de la institución educativa caso de estudio.

Tabla 2. Matriz de importancia, valoración cualitativa de los impactos físicos

			ACCIONES IMPACTANTES													
			Etapas del Proyecto		Entrada y Salida de estudiantes (6am y 12:30m)				Jornada Pedagógica (9-9:20 y 11-11:10am)				Esparcimiento (Descanso)			
FACTOR AMBIENTAL AFECTADO				Tránsito vehicular	Tránsito de Estudiantes	Carencia de señalización escolar	Compra e ingesta de alimentos fuera del núcleo	Interacción Profesor estudiante	Impresión y fotocopiado de documentos	Ingesta de alimentos durante la Jornada	Uso de aparatos eléctricos	Necesidades Fisiológicas	Actividades lúdicas y socialización (patios A y B)	Compra e ingesta de alimentos	Realización de tareas y trabajos	Necesidades Fisiológicas
Medio Físico	Inerte	Aire	Calidad del aire	-37												
			Nivel de olores	-18						-25		-46		-25		-46
			Nivel de ruido	-32	-25			-73	-25				-95			
			Total Aire	-87	-25			-73	-25	-25		-46	-95	-25		-46
		Clima	Confort Climático	-55							85+					
			Total Clima	-55							85+					
		Agua	Calidad de Agua									-95				-95
			Recurso Hídrico									-86				-86
			Total Agua									-181				-181
		Suelo	Calidad/ capacidad				-75		-60	-80				-80	-67	
			Total Suelo				-75		-60	-80				-80	-67	
	Total Inerte			-142	-25		-75		-85	-105	85+	-227	-95	-105	-67	-227
	Medio perceptual	Paisaje	Calidad intrínseca				-65						-60	-55		
			Total Medio Perceptual				-65						-60	-55		
			Total Medio Físico		-142	-25		-140		-85	-105	85+	-227	-155	-160	-67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Matriz de importancia, valoración cualitativa de los impactos socioeconómicos y culturales

			ACCIONES IMPACTANTES														
			Etapas del Proyecto		Entrada y Salida de estudiantes (6am y 12:30m)				Jornada Pedagógica (9-9:20 y 11-11:10am)				Esparcimiento (Descanso)				
FACTOR AMBIENTAL AFECTADO				Tránsito vehicular	Tránsito de Estudiantes	Carencia de señalización escolar	Compra e ingesta de alimentos fuera del núcleo	Interacción Profesor estudiante	Impresión y fotocopiado de documentos	Ingesta de alimentos durante la Jornada	Uso de aparatos eléctricos	Necesidades Fisiológicas	Actividades lúdicas y socialización (patios A y B)	Compra e ingesta de alimentos	Realización de tareas y trabajos	Necesidades Fisiológicas	
Medio Socioeconómico y cultural	Medio sociocultural			Cultural	Factores educativos		-65		25+	60+							
				Estilo de vida	-45		-32	-45	75+		85+	63+		70+	85+	50+	
				Total Cultural	-45	-65	-32	-45	100+	60+	85+	63+		70+	85+		
			Humanos	Calidad de vida			-32		25+		75+	66+	-95		75+		
				Salud	-20		-22	65+		-50				75+	80+		
				Relaciones sociales					75+					85+		45+	
				Total Humanos	-20		-54	65+	100+	-50	75+	66+	-95	160+	155+	45+	
				Total Medio Sociocultural	-65	-50	-86	20+	200+	10+	160+	129+	-95	230+	240+	95+	
	Medio socioeconómico		Población	Dinámica poblacional		37+			78+					64+			
				Total Población		37+			78+					64+			
			Economía	Consumo de energía					-65	-80		-95				-68	
				Total Economía					-65	-80		-95				-68	
				Total Medio Socioeconómico		37+			13+	-80		-95		64+		-68	
Total Medio Socioeconómico y Cultural				-65	-13		20+	278+	-10	160+	34+	-95	294+	240+	-27		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Matriz descriptiva de impactos ambientales de la institución educativa caso de estudio

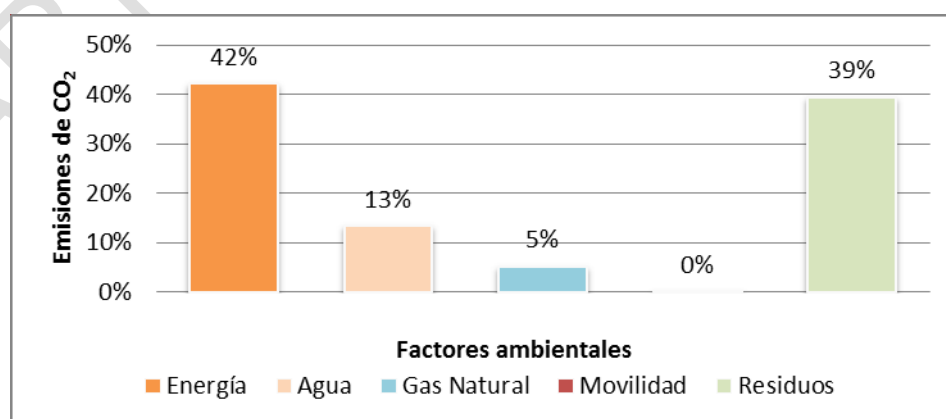
Acciones impactantes	Descripción	Impactos
Tránsito vehicular	Transporte y movilización cotidiana de personas en vehículos motorizados (motocicletas, automóviles) alrededor de la institución.	Calidad del aire -37, nivel de olores -18, nivel de ruido -32, estilo de vida -45 y salud -20.
Tránsito de Estudiantes	Ingreso y salida de estudiantes a las horas señaladas por la institución (6am y 12:30m), circulación de alumnos en los momentos de cambio de clase y horas de educación física.	Nivel de ruido -25, dinámica poblacional 37+ y factores educativos -65.
Carencia de señalización escolar	Señales pertinentes que demuestren e informen a la comunidad que deben ser prudentes al momento de transitar por el sector para hacerlo más seguro.	Estilo de vida -32, calidad de vida -32 y salud -22.
Compra e ingesta de alimentos	Consumo de meriendas a las horas del recreo y salida de la institución.	Nivel de olores -25, suelo -80, paisaje -55, estilo de vida 85+, calidad de vida 75+ y salud 80+.
Interacción Profesor estudiante	Engloba lo que sucede dentro del salón de clases, en el momento de enseñanza, tanto como realización de trabajos y labores asignadas por el docente hasta la formación de grupos para socialización de actividades.	Nivel de ruido -73, factores educativos 25+, estilo de vida 75+, calidad de vida 25+, relaciones sociales 75+, consumo de energía-65.
Impresión y fotocopiado de documentos	Se presta el servicio de fotocopiado e impresión de trabajos y documentos delegados por los profesores durante la jornada educativa para uso académico	Nivel de ruido -25, suelo -60, factores educativos 60+, salud -50, consumo de energía -80.
Uso de aparatos eléctricos	Utilización de ventiladores, computadores, aires acondicionados en las oficinas, biblioteca y sala de profesores y todo tipo de dispositivo electrónico que pueda tener un consumo de energía eléctrica en la institución.	Confort Climático 85+, calidad de vida 66+, consumo energético -95.
Necesidades fisiológicas	Encierra lo que se refiere al uso de los baños y demás lugares en donde se encuentre un suministro de agua para satisfacer las necesidades básicas de los estudiantes.	Calidad de agua -95, recurso hídrico -86, calidad de vida -95.

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Resultados de la huella ecológica total y per cápita

3.3.1 Emisiones de CO₂

Las emisiones de CO₂ de la institución educativa caso de estudio, se resumen en la figura 9:

**Figura 9.** Distribución modal de las emisiones de CO₂

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la figura 9, se puede afirmar que el consumo de energía, es el principal responsable de las emisiones de CO_2 en la institución educativa caso de estudio, dado que se presenta uso irracional de energía debido a la iluminación de los edificios, empleo de equipos informáticos, aire acondicionado, gas natural. Estos datos son reflejo de la situación actual de Colombia, dado que según un análisis del Grupo de Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional de la Universidad de los Andes, por encargo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el sector energético es considerado como el segundo responsable de las emisiones de CO_2 del país [32].

En segundo lugar, se encuentra el impacto ambiental derivado de los residuos sólidos (3,93 GHa), debido principalmente a la alta producción de residuos plásticos, uso excesivo de papel e inadecuada clasificación de residuos.

Finalmente, el impacto generado por la movilidad (0,36 GHa), es bajo debido a que la mayoría de los estudiantes, profesores y administrativos encuestados llegan a la institución educativa caminando o haciendo uso de la bicicleta.

3.3.2 Huella Ecológica

El área total de la institución educativa caso de estudio es de 0,162 hectáreas. Su población en 2015 es de 1105 personas (estudiantes, administrativos y profesores) y su huella per cápita es de 0,01 [GHa/persona-año]. De esto se deduce que la huella ecológica total la institución educativa caso de estudio es de 10,15 [GHa/año].

En la figura 10 se observa los componentes que se tuvieron en cuenta para calcular la huella ecológica de la institución educativa caso de estudio, y se encontró que la mayor contribución es de los recursos naturales con 5,86 [GHa/año] lo que corrobora la información de la figura 9 en donde éste, es el factor principal de las emisiones de CO_2 .

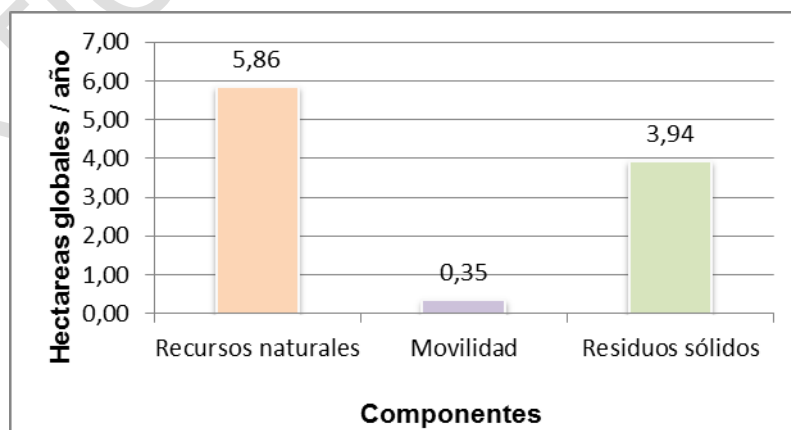


Figura 10. Huella ecológica para cada componente.
Fuente: Elaboración propia.

En Colombia, la huella ecológica per cápita en el año 2005 fue de 1,9 [GHa / persona-año] [33]. Desde 1961, Colombia ha sido un acreedor biológico debido a que su biocapacidad es 100% más grande que su huella ecológica [34].

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La metodología empleada en esta investigación permitió evaluar la problemática ambiental a partir de la percepción de la población afectada y los indicadores cualitativos y cuantitativos de impactos ambientales.

La percepción ambiental de la institución educativa caso de estudio, se valoró mediante un análisis estadístico, en el cual se obtuvo como resultado una percepción ambiental desfavorable. El principal impacto identificado es el asociado al consumo elevado de agua, seguido por el impacto asociado al ruido. Estos resultados se deben a que la mayor parte de las actividades escolares están acompañadas de un uso irracional de agua, por otro lado, la institución educativa caso de estudio no cumple con el área exigida por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia para los 1105 estudiantes que tiene a cargo, generando de este modo un hacinamiento estudiantil y un ruido excesivo.

La evaluación de impacto ambiental, se aplica a la institución educativa caso de estudio para el periodo anual de 2015. Los resultados de esta investigación muestran que la huella ecológica per cápita de la institución educativa caso de estudio es de 0,01 [GHa/persona/año]. Este valor corresponde al 0,52% de la huella ecológica per cápita de Colombia.

Se evidencia la necesidad de promover el comportamiento ciudadano y la cultura, dado que como se midió en esta investigación, el impacto ambiental está influenciado significativamente por las variables culturales. Actualmente, se observa que la tecnología podría ser un predictor de las variables culturales, por lo tanto, una alternativa de solución para ajustar la cultura de las poblaciones marginales sería mediante el uso de herramientas tecnosociales, que involucren la lúdica como estrategia de construcción de normas sociales.

En ese sentido, el impacto ambiental de nuestras acciones se podría reducir desde la autoconstrucción lúdica y normativa en materia ambiental, dado que el juego es un acto de comunicación, en el que se involucra quien juega y también quien observa. Los desarrollos tecnológicos amplían las formas que el hombre se relaciona con el medio ambiente, por lo anterior, se podrían reducir los impactos ambientales de las acciones de los estudiantes mediante un desarrollo tecnológico que promueva el comportamiento ciudadano y la cultura.

5. REFERENCIAS

- [1] G. Baldi López y E. García Quiroga, «Calidad de vida y medio ambiente. La psicología ambiental,» *Union de universidades de America Latina y el Caribe*, p. 16, 2005, [En línea]. Available: <http://www.redalyc.org/pdf/373/37303003.pdf> [Último acceso: 1 de noviembre de 2015].
- [2] Faggionato, «Percepção ambiental,» 2005. [En línea]. Available: <http://www.valteravelar.com.br/downloads.php?arquivo=PERCEPCAO-AMBIENTAL.doc>. [Último acceso: 12 de noviembre de 2015].
- [3] J. Liu, D. Gretchen, P. Ehrlich y G. Luck, «Effects of household dynamics on resource consumption and biodiversity,» *Nature*, pp. 530-533, 2003. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/nature01359>
- [4] L. Voinea, «Analyzing the main changes in new consumer buying,» *International Journal of Economics Practices*, pp. 14-19, 2011, [En línea]. Available: <http://www.ijept.org/index.php/ijept/article/view/3/4>. [Último acceso: 13 de noviembre de 2015].
- [5] R. Martinez y J. Toro, «Propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia,» Bogotá , 2010, [En línea]. Available: <http://www.bdigital.unal.edu.co/4232/1/696893.2011.pdf>. [Último acceso: 9 de noviembre de 2015].
- [6] V. Conesa Fernandez, Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, Madrid: Mundi Prensa, 1997.
- [7] Wathern, «An introductory guide EIA, environmental impact,» king's Lynn, 1994, pp. 3-46, [En línea]. Available: http://samples.sainsburysebooks.co.uk/9781134897728_sample_516543.pdf . [Último acceso: 3 de noviembre de 2015].
- [8] E. Erazo, Manual de evaluación de impactos ambientales de Colombia, Santa Marta: MEIACOL ed. CD-ROM 1.0, 1998, [En línea]. Available: https://www.cortolima.gov.co/SIGAM/nuevas_guias/meiacol.pdf . [Último acceso: 5 de noviembre de 2015].
- [9] I. D. Coria, «El estudio de impacto ambiental: características y metodologías,» *invenio*, pp. 125-135, junio, 2008, [En línea]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87702010> . [Último acceso: 5 de noviembre de 2015].
- [10] J. Toro Calderon , R. Martinez Prada y G. Arrieta Loyo, «Metodos de evaluación de impacto en Colombia,» Bogotá , 2013, [En línea]. Available: http://academia.unad.edu.co/images/investigacion/hemeroteca/RIAA/RIAA_Vol4_N2/Metodos%20de%20Evaluacion%20de%20Impacto.pdf . [Último acceso: 5 de noviembre de 2015].
- [11] M. Wackernahel y W. Rees, «Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth,» *New Society Publishers*, pp. 1-3, 1996.
- [12] J. M. Ibarra Cisneros y A. Monroy Ata, «Cuestionario para calcular la Huella Ecológica de estudiantes universitarios mexicanos y su aplicación en el Campus Zaragoza de la Universidad Nacional,» *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, pp. 147-154, 2014.
- [13] Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, «Política Nacional de Producción y Consumo

- Sostenible.,» Bogotá D.C., 2010.
- [14] «Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible,» 2014. [En línea]. Available: www.minambiente.gov.co .[Último acceso: 5 de noviembre de 2015].
- [15] Ministerio de Educación Nacional, «Sistema Educativo Colombiano,» 2013. [En línea]. Available: www.mineducacion.gov.co/1621/w3-propertyvalue-44150.html el 10 de octubre de 2015 .[Último acceso: 5 de noviembre de 2015].
- [16] Consejo Colombiano de Construcción Sostenible , «Casos de éxito: Colegio Rochester, primer colegio en Colombia y en América Latina en recibir la certificación internacional LEED, en su versión Gold,» Bogotá, 2014. [En línea]. Available: http://www.rochester.edu.co/tt/files/Estudio_de_Caso_-_Colegio_Rochester.pdf. [Último acceso: 2 de noviembre de 2015].
- [17] Fundación CELSIA , «Eco-Escuelas,» Medellín, 2014. [En línea]. Available: <http://www.celsia.com/fundacion-celsia/Programas/Eco-Escuelas>. [Último acceso: 2 de noviembre de 2015].
- [18] Secretaria de Salud y Ambiente, «Proyecto de educación Ambiental , Balance primer semestre 2013,» Bucaramanga, 2013. [En línea]. Available: http://www.bucaramanga.gov.co/documents/dependencias/Informe_Educaci%C3%B3n_Ambiental.pdf [Último acceso: 4 de noviembre de 2015].
- [19] J. P. Ardila Figueroa, «Identificación de las variables que afectan la práctica de la política de Educación Ambiental establecida por la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta» CDMB, 2014.
- [20] B. Zamora González, «Percepción ambiental en estudiantes de secundaria,» *Revista electrónica "Actualidades investigativas en Educación"*, pp. 1-19, 2009.[En línea]. available: <http://www.redalyc.org/pdf/447/44713064005.pdf> [Último acceso: 9 de noviembre de 2015].
- [21] S. Aguilar Barojas, «Formulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud,» *Salud en Tabasco*, pp. 1-2, 2005. [En línea]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>. [Último acceso: 8 de noviembre de 2015].
- [22] Universidad de los andes- Cifras y conceptos , «Encuesta Nacional Ambiental,» Bogotá , 2015. [En línea]. Available: <https://ingenieria.uniandes.edu.co/images/PresentacionResultadosFebrero2015.compressed.pdf>. [Último acceso: 7 de noviembre de 2015].
- [23] W. d. j. Briceño Rondón y P. Gillezeau Berrios , «Una alternativa de análisis multivariante para medir el desarrollo humano en países latinoamericanos,» *Negotium*, vol. 5 , pp. 4-36, 2010. [En línea]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78212944002>. [Último acceso: 7 de noviembre de 2015].
- [24] M. Balzarini, C. Bruno , M. Córdoba y I. Teich, «Herramientas en el análisis estadístico multivariado,» Córdoba, Argentina , 2015. [En línea]. Available: http://www.fca.proed.unc.edu.ar/pluginfile.php/12137/mod_resource/content/1/Compilado%20CAVILA.pdf. [Último acceso: 9 de noviembre de 2015].
- [25] K. Sakurai, «Método sencillo del análisis de residuos sólidos,» 2000. [En línea]. Available: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>. [Último acceso: 9 de noviembre de 2015].
- [26] C. Cardenas Paíz, A. Peinado Muñoz, A. Mora Casado de Amezúa y L. Moreno Hueso, «La huella ecológica de la UGR,» [En línea]. Available:

- http://dcab.ugr.es/pages/unidad_calidad_ambiental/huellaecologica/!. [Último acceso: 1 de noviembre de 2015].
- [27] N. Lopez Alvarez, «Metodología para el calculo de la huella ecologica en universidades» Santiago de Compostela, 2008. [En línea]. Available: http://www.premioconama.org/conama9/download/files/CTs/987984792_NL%F3pez.pdf. [Último acceso: 1 de noviembre de 2015].
- [28] Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino , «Análisis de la huella ecológica de España,» 2008. [En línea]. Available: <http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Huella%20ecologica%20de%20Espana.pdf>. [Último acceso: 11 de noviembre de 2015].
- [29] Ministerio de Educación Nacional, «Norma técnica Colombiana NTC 4595 (Ingeniería Civil y Arquitectura, Planeamiento y Diseño de instalaciones y ambientes escolares)» Bogotá, 2006. [En línea]. Available: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-96894_Archivo_pdf.pdf. [Último acceso: 10 de noviembre de 2015].
- [30] C. D. Trujillo Cardona y J. F. Sarmiento ocampo, «Estrategias de uso eficiente y ahorro de agua en centros educativos, caso de estudio, edificio facultad de ciencias ambientales- Universidad tecnológica de pereira» Pereira , 2012. [En línea]. Available: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2769/1/333912T866.pdf>. [Último acceso: 16 de noviembre de 2015].
- [31] Instituto nacional de seguridad e Higiene en el trabajo, «El confort Térmico en los centros Escolares» 2012. [En línea]. Available: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/PUBLICACIONES%20PERIODICAS/ErgaPrimaria/2012/Erga_36_2012.pdf. [Último acceso: 16 de noviembre de 2015].
- [32] Universidad de los Andes, «Futuro de la movilidad en Colombia» *Diario de la república* , p. 11, 2013. [En línea]. Available: http://www.larepublica.co/revista/futuro-de-la-movilidad-en-colombia_105476. [Último acceso: 16 de noviembre de 2015].
- [33] Global footprint Network, «Países según su Huella ecológica» 2008. [En línea]. Available: http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/footprint_for_nations/. [Último acceso: 2 de noviembre de 2015].
- [34] C. Montoya y C. A. Díaz Campos, «La productividad en contravía de la biocapacidad del planeta» Bogotá D.C., 2011.

Copyright of Ingeniería Solidaria is the property of Universidad Cooperativa de Colombia and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.