

**ANÁLISIS AMBIENTAL DEL METABOLISMO DE MATERIALES Y ENERGÍA DE
LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA Y CONTRIBUCIONES A SU
POLÍTICA AMBIENTAL**

LIZETH RODRÍGUEZ VILLATE

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
PEREIRA
2016**

**ANÁLISIS AMBIENTAL DEL METABOLISMO DE MATERIALES Y ENERGÍA DE
LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA Y CONTRIBUCIONES A SU
POLÍTICA AMBIENTAL**

LIZETH RODRÍGUEZ VILLATE

Código: 1088286136

DIRECTOR

PhD. TITO MORALES PINZÓN

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

PEREIRA

2016

Dedicatoria

Dedico de manera especial a mi madre Gladys Villate por su gran apoyo y confianza en mí desarrollo profesional. Sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación.

Agradezco también a todos mis maestros y compañeros que estuvieron conmigo en este proceso de culminación de mi tesis.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis agradecimientos al Grupo de Investigación en Gestión Ambiental Territorial y al Centro de Gestión Ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira por facilitar el desarrollo de este trabajo de grado, contribuyendo con los recursos y la información solicitada.

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolló un estudio del metabolismo urbano de la Universidad Tecnológica de Pereira, en el cual se hizo una recolección de datos de fuentes secundarias y el posterior análisis de flujos de materia, agua y energía. Como objetivo general de este trabajo se planteó determinar los posibles impactos ambientales presentes en la institución asociado a los diferentes flujos estudiados. Como metodología se partió de la elaboración de balances de materia y energía, que permitieron estimar los consumos asociados a las poblacionales de cada una de las facultades que componen la institución, evaluando su magnitud y siendo comparados con instituciones a nivel local y mundial para establecer el estado ambiental en el cual se encuentra la universidad y adicionalmente proponer estrategias de mejora para ser incluidas en la política ambiental. El análisis llevado a cabo en la Universidad Tecnológica de Pereira permitió encontrar las diferentes interacciones entre los elementos del sistema institucional estudiados, con relación a su entorno natural y determinando las posibles interacciones e impactos ambientales provocados en el medio.

ABSTRACT

In this project it was conducted a study of urban metabolism of the Technological University of Pereira, collecting a base data from secondary sources and its subsequent analysis of matter, energy and water flows. The general objective of this work was to determine the potential environmental impacts present in the institution associated with the different flows studied. Methodology was based on the development of balances of matter and energy, which help to estimate the consumption associated with the population of each of the faculties that make up the institution, then to assess their magnitude and being compared with institutions at local and global level to establish the environmental state in which the university is ranked and in addition, different strategies were proposal in order to improve the environmental policy. The analysis carried out at the Technological University of Pereira allowed to evaluate different interactions between elements of the institutional system in relation to their natural environment and determining their possible interactions and environmental impacts.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| RESUMEN | 3 |
| ABSTRACT | 4 |
| 1 INTRODUCCIÓN | 10 |
| 2 FORMULACION DEL PROBLEMA | 12 |
| 3 JUSTIFICACION | 14 |
| 4 OBJETIVOS | 16 |
| 4.1 OBJETIVO GENERAL | 16 |
| 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 16 |
| 5 MARCO DE REFERENCIA | 17 |
| 5.1 ZONA DE ESTUDIO Y CONTEXTO GEOGRÁFICO ORGANIZATIVO | 17 |
| 5.2 ANTECEDENTES | 18 |
| 5.3 MARCO TEORICO | 20 |
| 6 METODOLOGIA | 24 |
| 6.1 REALIZAR UN INVENTARIO DE MATERIALES Y ENERGÍA QUE FLUYEN DENTRO DEL SISTEMA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA | 24 |
| 6.2 EVALUAR POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL FLUJO DE MATERIA Y ENERGÍA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA | 24 |
| 6.3 ELABORAR PROPUESTAS PARA LA POLÍTICA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA A PARTIR DEL ESTADO DEL METABOLISMO FLUJOS DE MATERIALES Y ENERGÍA ENCONTRADOS EN LA INSTITUCIÓN | 25 |
| 7 CARACTERIZACION DE FLUJOS AGUA, ENERGÍA Y MATERIALES | 26 |
| 7.1 COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO AGUA | 26 |
| 7.2 COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA | 29 |
| 7.3 COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL RECICLADO | 32 |
| 7.4 COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS | 34 |
| 7.5 COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO DE IMPLEMENTOS DE OFICINA | 36 |
| 7.6 COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS TECNOLÓGICOS | 39 |
| 8 BALANCE DE FLUJOS DE AGUA, ENERGÍA Y MATERIALES | 43 |
| 8.1 FLUJOS DE AGUA EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA | 43 |
| 8.1.1 Flujos de entrada | 44 |

| | | |
|-------|--|----|
| 8.1.2 | Flujos intermedios | 44 |
| 8.1.3 | Flujo de salida..... | 47 |
| 8.2 | FLUJOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA..... | 48 |
| 8.2.1 | Flujo de entrada | 48 |
| 8.2.2 | Flujo intermedio..... | 49 |
| 8.2.3 | Flujo de salida..... | 50 |
| 8.3 | FLUJOS DE MATERIALES Y ALIMENTOS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA | 51 |
| 8.3.1 | Flujo de entrada | 51 |
| 8.3.2 | Flujo intermedio | 52 |
| 8.3.3 | Flujo de salida..... | 52 |
| 9 | EVALUACIÓN DESCRIPTIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL..... | 54 |
| 9.1 | COMPONENTE AGUA | 54 |
| 9.1.1 | Contaminación de fuentes hídricas por vertimientos..... | 54 |
| 9.1.2 | Disminución de oferta de agua..... | 55 |
| 9.1.3 | Contaminación de fuentes hídricas por inadecuada disposición de residuos sólidos..... | 55 |
| 9.1.4 | Pérdida de condiciones naturales del agua..... | 56 |
| 9.2 | COMPONENTE AIRE..... | 57 |
| 9.2.1 | Contaminación por emisiones de calor a la atmosfera..... | 57 |
| 9.2.2 | Contaminación por emisión de gases a la atmosfera..... | 57 |
| 9.3 | COMPONENTE SUELO..... | 58 |
| 9.3.1 | Contaminación por derrame de sustancias químicas..... | 58 |
| 9.3.2 | Contaminación del suelo por inadecuada disposición de residuos sólidos..... | 58 |
| 9.3.3 | Contaminación del suelo por absorción de aguas residuales..... | 59 |
| 9.4 | COMPONENTE BIODIVERSIDAD..... | 60 |
| 9.4.1 | Perdida de la biodiversidad..... | 60 |
| 9.4.2 | Disminución de los recursos naturales..... | 60 |
| 9.4.3 | Afectación a diferentes ecosistemas..... | 61 |
| 9.5 | SALUD..... | 61 |
| 9.5.1 | Proliferación de vectores..... | 61 |
| 9.5.2 | Enfermedades transmitidas por consumo de alimentos y agua contaminada..... | 62 |
| 10 | MATRICES DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS | 63 |

| | | |
|------|---|----|
| 10.1 | ESTRATEGIAS PROPUESTAS PARA SER CONSIDERADAS EN LA POLÍTICA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD | 67 |
| 11 | CONCLUSIONES | 69 |
| 12 | RECOMENDACIONES | 71 |
| 13 | BIBLIOGRAFÍA..... | 72 |
| 14 | ANEXOS | 75 |
| 14.1 | Anexo 1. Consumo de agua m ³ / año | 75 |
| 14.2 | Anexo 2. Consumo de energía kWh/ año | 76 |
| 14.3 | Anexo 3. Reciclaje Kg/ año | 76 |
| 14.4 | Anexo 4 residuos peligrosos..... | 77 |
| 14.5 | Anexo 5 residuos tecnológicos | 78 |
| 14.6 | Anexo 6 implementos de oficina | 79 |
| 14.7 | Anexo 7. Matriz de evaluación de impacto | 80 |
| 14.8 | Anexo 8 matriz de priorización de impactos | 81 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Campus de la Universidad Tecnológica de Pereira. | 17 |
| Figura 2. Consumo de agua en m ³ por año en la Universidad Tecnológica de Pereira..... | 26 |
| Figura 3. Consumo de agua en litros persona día en la Universidad Tecnológica de Pereira | 27 |
| Figura 4. Estudio de consumo de agua por habitante años 2011 a 2013 (ciudades intermedias).... | 28 |
| Figura 5. Consumo de energía en kWh año en la Universidad Tecnológica de Pereira. | 30 |
| Figura 6. Consumo de energía en kWh persona año en la Universidad Tecnológica de Pereira. | 31 |
| Figura 7. Consumo anual de energía eléctrica Kilovatios por habitante (sector residencial) ciudades intermedias Años 2011 a 2013..... | 32 |
| Figura 8. Reciclaje en Kg año en la Universidad Tecnológica de Pereira. | 33 |
| Figura 9. Reciclaje total por persona año en la Universidad Tecnológica de Pereira. | 34 |
| Figura 10. Residuos peligrosos Kg año en la Universidad Tecnológica de Pereira. | 35 |
| Figura 11. Generación de residuos peligrosos por persona en la Universidad Politécnica de Valencia..... | 36 |
| Figura 12. Consumo de implementos de oficina en la Universidad Tecnológica de Pereira. | 37 |
| Figura 13. Consumo de marcadores en la Universidad Tecnológica de Pereira. | 38 |
| Figura 14. Residuos tecnológicos en kg año en la Universidad Tecnológica de Pereira | 40 |
| Figura 15. Consumo de aparatos eléctricos y electrónicos Universidad Politécnica de Valencia | 42 |
| Figura 16. Diagrama de flujos de agua | 43 |
| Figura 17. Consumo de agua por facultad Universidad Tecnológica de Pereira..... | 45 |
| Figura 18. Consumo de agua por total de la población institucional..... | 47 |
| Figura 19. Diagrama de flujos de energía eléctrica | 48 |
| Figura 20. Diagrama de materiales y alimentos | 51 |
| Figura 21. Resultado de la matriz de Vester | 65 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Disposición final de toner impresora | 40 |
| Tabla 2. Consumo estimado de agua m ³ total por facultad | 44 |
| Tabla 3. Consumo de agua m ³ posgrados, docentes y administrativos | 46 |
| Tabla 4. Consumo de energía según Facultad | 49 |

1 INTRODUCCIÓN

El análisis de flujos de materia y energía permitirá tener un estimado del comportamiento que presenta el sistema ambiental, de la Universidad Tecnológica de Pereira. En cada uno de los flujos objeto de interés (agua, energía y materiales). Permitted evaluar la demanda de recursos naturales y la magnitud de los impactos ambientales.

A partir de la base de datos construida con información obtenida por diferentes dependencias de la institución, se estimaron de forma proporcional los consumos de agua energía y materiales para cada una de las facultades, teniendo en cuenta la población de estudiantes de pregrado, posgrados, administrativos y docentes del campus universitario.

En el desarrollo de los diferentes capítulos se podrá analizar como el sistema universitario produce comportamientos de consumo basados en una población determinada y en un tiempo promedio de 5 años.

En el primer capítulo se realizó una caracterización de los flujos seleccionados, en el cual se abordaron algunos datos y se analizaron en base a la población, estos datos permiten hacer una aproximación a los consumos de agua, energía y materiales (reciclaje, residuos peligrosos, implementos de oficina, residuos tecnológicos y alimentos) para llegar a un análisis global del estado ambiental de la institución, además los datos encontrados deben justificarse con estudios efectuados en otras instituciones a nivel local y mundial proporcionando indicadores que evalúen el desempeño.

En el segundo capítulo los balances de los flujos son la forma de cuantificar las diferentes ofertas y demandas del sistema, además permiten visualizar de forma gráfica (modelos descriptivos) los diferentes flujos de entrada, intermedios

y de salida, las representaciones gráficas contribuyen en la explicación de los balances de materia y energía y el entendimiento de las rutas metabólicas de cada componente dentro de la institución ayudando a comprender las relaciones e influencias que se dan entre los elementos del sistema .

La caracterización y la cuantificación de los flujos metabólicos de la institución permitió formular una evaluación de impacto ambiental, en la cual se destacaran y analizaran los impactos más significativos para el sistema, permitiendo detectar las principales alteraciones que se producen en el ambiente cuando se lleva a cabo una actividad educativa.

De la evaluación de impacto surge un aspecto importante, que son el análisis de los principales impactos, para ser tenidos en cuenta por la política ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira, permitiendo generar un cambio y mejora en el estado ambiental institucional.

2 FORMULACION DEL PROBLEMA

Según García, M (2013) El crecimiento poblacional ha cambiado drásticamente en la última década generando un aumento en la demanda de recursos naturales, llevando al deterioro de ecosistemas, debido al inadecuado manejo y planificación; “las ciudades crecen de manera descontrolada extrayendo recursos naturales transformándolos y consumiéndolos sin tener una visión clara de la disposición final un estudio de metabolismo permite generar un equilibrio entre todos los sistemas y sus diferentes interacciones para mejorar las condiciones ambientales”. El análisis de metabolismo de flujos de materia y energía, “es una metodología que ha venido tomando fuerza con el paso del tiempo, permite tener claro como es el comportamiento del sistema en un tiempo determinado, como interactúan estos elementos para la subsistencia de la humanidad facilitando datos de comportamientos que permiten llevarlos a circunstancias futuras para anticipar eventos que afecten drásticamente el sistema”.

Debido al crecimiento poblacional se ven seriamente afectados los consumos de materiales, agua, energía y alimentos; siendo el comportamiento población un factor muy importante en el análisis metabólico. El tamaño de la población y las tasas de crecimiento serán factores que determinen el comportamiento del sistema y sus relaciones.

Cuando se realiza un análisis metabólico se estudia la cantidad de los recursos disponibles para el desarrollo poblacional, encontrando las falencias que sufre el sistema, para provocar cambios que permitan modificar dichos comportamientos, los datos encontrados en el estudio son cuantificados y contribuyen a la evaluación del desempeño ambiental.

Para una institución el análisis metabólico permite medir los mismos elementos solo que a una escala menor, para lograr un mejor desempeño en el manejo de los recursos y también poder identificar los impactos significativos que afecten al sistema; logrando cambios que generen aportes significativos.

Con el análisis ambiental del metabolismo de materia y energía de este trabajo, se pueden hacer aportes a la política ambiental institucional de la Universidad Tecnológica de Pereira, la cual está enfocada a la sostenibilidad y sustentabilidad de la institución; Los datos recogidos en este estudio serán importantes para conocer a cabalidad el desempeño ambiental y aportar al logro del cumplimiento del plan de desarrollo institucional dentro del objetivo de Impacto Regional en su “Direccionamiento estratégico del ámbito de la Sociedad y el Ambiente”, con procesos de gestión ambiental y con el plan de manejo ambiental incentivar planes y programas ambientales que se desarrollan en la institución.

De esta manera se espera contribuir en el conocimiento y responder la pregunta ¿cuál es el estado actual del metabolismo en la Universidad Tecnológica de Pereira en cuanto a materiales y energía?

Y específicamente ¿Cuáles son los flujos de entrada, consumo, salida de materiales y alimentos? ¿Cuántos son los consumos de agua y energía? ¿Cuáles son los principales impactos potenciales ambientales? ¿Cómo es el comportamiento general del consumo de los actores que hacen parte de la comunidad universitaria de la Universidad? y ¿Cuáles son los aportes que puede generar este estudio a la política ambiental institucional?

3 JUSTIFICACION

El estudio del metabolismo, permite analizar el estado de los recursos naturales en cualquier nivel desde una institución educativa hasta ciudades, en los cuales intervienen los flujos de agua, alimentos, energía y materiales desde que entra al sistema hasta su salida, además de sus diferentes interrelaciones y transformaciones.

Conocer el estado y uso de los recursos es importante dado que permite obtener información sobre la disponibilidad de los mismos y la continuidad en el tiempo respecto a la población que realiza el aprovechamiento.

El metabolismo se postula como un herramienta fundamental en la medición de la sostenibilidad en cualquier ámbito generando un desarrollo progresivo sin afectar drásticamente los recursos, por el contrario permite darle manejo y planificación para proyectarlo en el tiempo y satisfacer las necesidades de generaciones futuras.

El crecimiento poblacional es uno de los ejes fundamentales que determinan el estado del sistema, dado que aumenta la demanda de recursos, y la capacidad de carga del mismo generando impactos significativos en los ecosistemas, por esta razón el estudio e influencia del comportamiento poblacional respecto al consumo de agua, alimento, energía y materiales es esencial para determinar su prevalencia en el tiempo.

Según Díaz, A (2011) “La vitalidad de la ciudad depende, entre otras muchas cosas, de sus relaciones ecosistémicas con las áreas aledañas, la eficiencia y eficacia de los procesos internos y de las redes de abastecimiento local, regional y global. Por tal motivo, la identificación y entendimiento de la dinámica de sus

demandas de materiales y energía, y la presión de sus descargas, es importante para ayudar a determinar operaciones críticas que frenan el crecimiento económico, socavan el desarrollo, que deterioran el ambiente propio y circundante y reducen la oferta ambiental de los ecosistemas de soporte”.

Por tal razón este proyecto está enfocado a determinar el metabolismo institucional de flujos de agua, energía y materiales; los cuales son importantes para establecer el comportamiento institucional y sus demandas.

En este proyecto se tendrán en cuenta todos los elementos mencionados como es el crecimiento de la población estudiantil, los consumos de agua, energía y materiales en las diferentes facultades, para así también evaluar el estado ambiental de la institución y los cambios que se deben realizar para su mejora.

Este proyecto es importante como administrador ambiental porque permite obtener conocimientos acerca de los flujos de un sistema y las dinámicas que lo conforma, arrojando resultados que mejoren las condiciones ambientales para el futuro funcionamiento del sistema.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar el metabolismo urbano en la Universidad Tecnológica de Pereira.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un inventario de materiales y energía que fluyen dentro del sistema Universidad Tecnológica de Pereira.
- Evaluar potenciales impactos ambientales asociados al flujo de materia y energía en Universidad Tecnológica de Pereira.
- Elaborar propuestas para la política ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira a partir del estado del metabolismo de materiales y energía encontrados en la institución.

5 MARCO DE REFERENCIA

5.1 ZONA DE ESTUDIO Y CONTEXTO GEOGRÁFICO ORGANIZATIVO.

La Universidad Tecnológica de Pereira ubicada en la vereda "La Julita" en el suroriente de la ciudad de Pereira, dentro del Área Metropolitana de Centro Occidente, con un clima entre los 15 a 23 grados, ya que se encuentra en una zona muy húmeda rodeado de bosques primarios y secundarios. A una altura de 1560 msnm (Universidad Tecnológica de Pereira, 2015).

El campus universitario cuenta con un área total de 505.214,00 (m²) (figura1). Con área construida del 14,24% que equivale a 71.960,56 (m²) también posee un área de conservación que equivale al 59,4% del área total del campus (Universidad Tecnológica de Pereira, 10^a Audiencia pública, 2014).

Figura 1. Campus de la Universidad Tecnológica de Pereira.



Fuente: Google Earth, campus Universidad Tecnológica de Pereira, 2015.

Cuenta con 9 facultades con 33 programas incluyendo los de jornada nocturna, población en los cual se centra el estudio de metabolismo, dado que hace

necesario realizarlo por facultades para así tener una mejor aproximación en cuanto a información y datos.

La universidad tecnológica cuenta con una población distribuida entre estudiantes, docentes y administrativos solo se tomara información del personal que este dentro del campus universitario.

5.2 ANTECEDENTES

En el campo de estudio de metabolismo urbano se han venido realizando varios estudios en diferentes partes del mundo con el objetivo de analizar el estado ambiental, consumos y fallas que se tengan que mejorar en el sistema estudiado, así como su modelación.

El estudio del metabolismo urbano se puede considerar una herramienta indispensable para medir la oferta y demanda sobre los recursos naturales que requiere la ciudad para su crecimiento y sostenimiento, el análisis de los flujos permiten hacer seguimiento a los orígenes y destinos de los bienes y sustancias desde el medio circundante y de abastecimiento a través de la producción y consumo y de vuelta a los compartimientos aire, agua y suelo.

En la Facultad de Ciencias Ambientales, de la Universidad Tecnológica de Pereira y bajo la dirección del Grupo de Investigación en Gestión Ambiental Territorial se han desarrollado varios estudios sobre el metabolismo urbano. Una Tesis Maestría desarrollado por García, M. (2013) y en el trabajo de pregrado desarrollado por Quintero C. y Tabares A. (2015).

Según García, M. (2013) en el Área Metropolitana Centro Occidente (AMCO) de Colombia se desarrolló un estudio del metabolismo urbano, el cual permitió conocer la magnitud de consumo y el desempeño ambiental comprendiendo las

relaciones complejas entre sus elementos y subestructuras todo en correlación a su entorno natural.

Según Quintero y Tabares (2015) El metabolismo urbano es una herramienta útil en la cuantificación de la demanda y los flujos de los materiales para la construcción de vivienda en Pereira, y permitió identificar grandes impactos potenciales derivados de la dinámica constructiva de la ciudad.

Según Díaz, A. (2011) En la ciudad de Bogotá se realizó un estudio de metabolismo urbano que permitió vislumbrar la magnitud de su consumo y de las implicaciones ambientales sobre los sistemas naturales que la abastecen y soporta.

También se conoció el profundo cambio e incremento de los flujos de agua, alimentos, combustible y energía (eléctrica y liberada por la combustión) durante seis momentos históricos en la capital colombiana importantes para determinar los comportamientos actuales.

Este estudio llega a conclusión de que la enorme demanda, consumo y pérdida de agua en Bogotá son señales de alerta de riesgo por desabastecimiento – situación que ha sido persistente en la historia de la capital -. Por tal motivo, es menester fortalecer los instrumentos directos e indirectos de política para mantener el consumo per cápita actual.

Según Aparicio, L. Et al. (2014) Un claro ejemplo del análisis de metabolismo en una institución educativa fue el realizado en la Universidad Autónoma de Barcelona, situado en Bellaterra, a 20 km de Barcelona (España), Combinación de diferentes metodologías como el Análisis de Flujo de Materiales (por su nombre en inglés MFA) y el enfoque de Análisis de Ciclo de Vida (por su nombre en inglés LCA) para evaluar el metabolismo de los polígonos de servicios: Un estudio de

caso en un campus universitario. En este estudio se analizaron todos los flujos de entradas y salidas de consumo de agua, alimentos, materiales, electricidad consumo de gas natural entre otras, que permitió determinar el estado ambiental en el cual se encontraba la institución permitiendo generar mejoras al sistema.

5.3 MARCO TEORICO

Para poder entender el alcance de este trabajo se hace necesario realizar un recorrido por los diferentes conceptos, serán tomados en cuenta en el desarrollo de este estudio, también permite comparar estudios anteriormente realizados en instituciones y ciudades en diferentes partes del mundo, permitiendo tener una concepción amplia de cómo se realizara el análisis de metabolismo en una institución como la universidad tecnológica de Pereira.

García, M. (2013) afirma que el concepto de metabolismo fue utilizado por primera vez por Marx en (1987) al referirse a la interacción sociedad- naturaleza como una cuestión de intercambio físico, sin embargo Wolman en (1965) a quien se le atribuye el creador de este término en su artículo “scientific american” obra pionera en que se toma la noción de metabolismo urbano más allá de un concepto. En este estudio, Wolman uso datos nacionales sobre agua, alimentos y uso de combustible, junto con las tasas de producción de aguas residuales, desechos contaminantes y aire, para determinar los ingresos per cápita y las tasas de flujo para una ciudad hipotética americana de un millón de habitantes.

Wolman (1965) concibe el metabolismo urbano como “*todos los materiales y mercaderías necesarias para sostener a los habitantes de la ciudad, sus hogares, sus trabajos y sus divertimentos*”.

Según Díaz, A (2011) “El metabolismo urbano se constituye como un esfuerzo técnico, político y económico que facilita el entendimiento de sus redes de abastecimiento de materiales y energía, que busca la eficiencia y eficacia de sus procesos de transformación, así como la minimización del daño ambiental de sus desechos, permitiendo a los gestores de política anticiparse a eventos no deseados con base en las señales del presente en ciudades o comunidades”.

Las ciudades, por su parte, cimientan su existencia a través de los intercambios de materia y energía con sus alrededores o con lejanos sistemas, y a la circulación interna de estos flujos entre los diferentes sectores.

Los sistemas urbanos son abiertos e interactivos, en un constante intercambio de materiales y energía con el entorno natural. Como tales, no solo están conectados a los sistemas inmediatos del interior de un territorio, también tienen conexiones en un sentido ecológico, con las regiones a nivel nacional y a nivel global

Estos intercambios permiten generar flujos de materia y energía los cuales están regidos por las mismas leyes y principios: la entropía, y la conservación de la energía y la materia. Semejanza que permite el análisis y cuantificación de estas corrientes mediante balances en los diferentes procesos de transformación, almacenamiento y consumo.

Según Holmes, Pincetl. (2012) para poder entender mejor el proceso se nombra a la energía como uno de los conceptos unificadores más importantes para el estudio de los flujos de energía; que conecta los ecosistemas y sistemas socioeconómicos.

Odum (1998). H.T. Odum “define energía como la energía disponible se utiliza directamente o indirectamente para hacer un producto o entregar un servicio. Mide la obra de la naturaleza y los seres humanos en la generación de productos y

servicios, y sirve como una medida común de los valores ambientales y económicos”

Generándose una interacción entre estos, la relación entre los materiales la energía y sus flujos; “**flujos** se refiere a una variable que mide una cantidad por un periodo de tiempo”, se utilizan para construir estructuras biofísicas - cuerpos humanos, artefactos, edificios, máquinas, herramientas, cultivos agrícolas, animales domésticos y ganado - en la sociedad Haberl et al. (2001). A través de la aplicación de la energía, las sociedades humanas se transforman las materias primas y los recursos en un proceso económico para proporcionar bienes materiales para satisfacer las necesidades de la demanda.

Díaz, A. (2011) indica que para poder llegar a un estudio completo del metabolismo se hace necesario la identificación, cálculo y análisis de los flujos de materia y energía se constituyen en el centro metodológico para la determinación del metabolismo de un sistema urbano.

El análisis de estos flujos se fundamenta matemáticamente en los balances, cuya aplicación conceptual se establece desde las Leyes o Principios de la Conservación de la Masa y la Energía. Para el caso de la materia, los balances deben respetar la razón fundamental de que ninguna masa es creada o destruida por proceso alguno de transformación fisicoquímica; tal como lo enunciaron los padres de la química moderna, Antoine Lavoisier y Mijail Lomonósov.

Aparicio, L. Et al. (2014) comenta que para realizar el análisis de metabolismo de flujos de materia y energía existe una metodología que puede establecer el direccionamiento de este, la metodología es MFA (Flujos de materia y energía), con esta metodología, todos los flujos deben clasificarse como las entradas y salidas. Las entradas son las materias primas, materiales semielaborados y

productos terminados, mientras que las salidas pueden ser las emisiones al aire y al agua, eliminación de residuos, eliminación deliberada y productos.

Esta metodología permite realizar el estudio a diferentes escalas, a nivel nacional, o límites globales del sistema regional para representar el metabolismo de los países, ciudades, industrias, o una institución educativa, se ajusta a todos los aspectos de los en los cuales se requieran hacer un análisis de flujos de materia y energía, permitiendo conocer la dinámica del sistema teniendo en cuenta sus diferentes entradas y salidas para obtener los datos y poder mitigar impactos o generar programas ambientales.

6 METODOLOGIA

El desarrollo de este trabajo partió de la recolección de información a partir de las fuentes oficiales de la Universidad Tecnológica de Pereira, posteriormente se realizaron los análisis por cada una de las facultades y finalmente se propusieron estrategias que deberían ser incluirse en la Política Ambiental de la institución.

6.1 REALIZAR UN INVENTARIO DE MATERIALES Y ENERGÍA QUE FLUYEN DENTRO DEL SISTEMA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

El inventario partió de la metodología del balance de materia y energía dentro del sistema universidad tecnológica, con posibles aproximaciones a un nivel mayor de detalle por facultades.

Se categorizo el inventario en materiales (papelería de uso docente (ton)), energía (consumo de energía eléctrica (kw)), agua (consumo de agua (m³)), alimentos (ingreso de alimentos a las principales cafeterías (ton)) esta información fue suministrada por la oficina de planeación y el Centro de Gestión Ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira, se tomó como referencia información de los últimos 5 años disponible.

6.2 EVALUAR POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL FLUJO DE MATERIA Y ENERGÍA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

Con la información recolectada en el inventario de los flujos de materiales y energía se determinó las cantidades que entran al sistema, salen y la diferentes afectaciones que sufre dentro del mismo, por esta razón se realizó una evaluación de impacto ambiental mediante una matriz que los califique según su severidad, permitiendo realizar las estimaciones de los desechos en el sistema,

también se analizaron los indicadores de presión, para así determinar los impactos más significativos y las acciones que se deben tomar.

6.3 ELABORAR PROPUESTAS PARA LA POLÍTICA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA A PARTIR DEL ESTADO DEL METABOLISMO FLUJOS DE MATERIALES Y ENERGÍA ENCONTRADOS EN LA INSTITUCIÓN

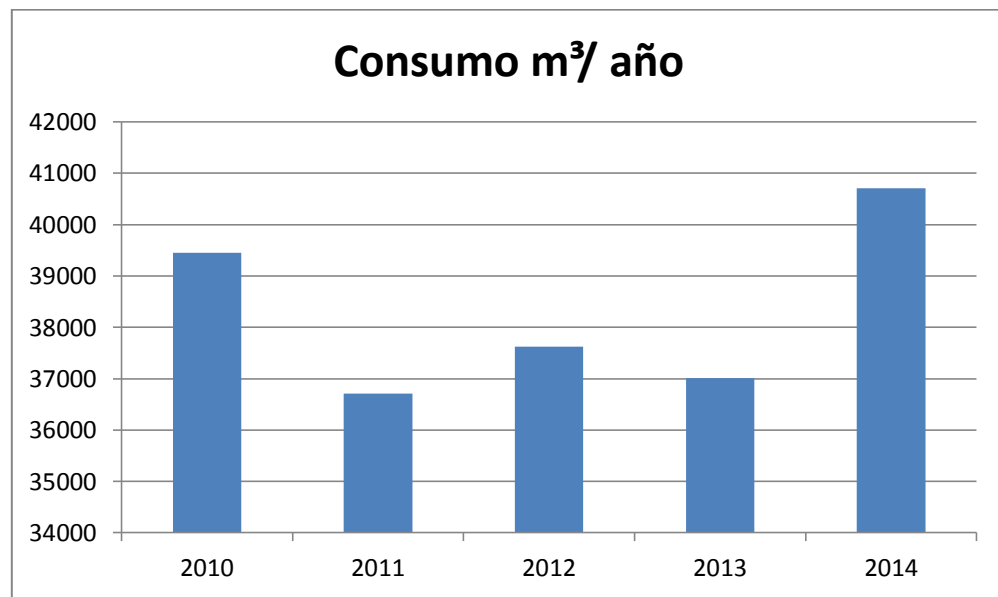
Se realizó un análisis actual del estado ambiental de la institución, teniendo en cuenta la información obtenida y una consulta con expertos para determinar las acciones que se deben seguir, también se identificó las conductas de consumo de los actores, como administrativos, docentes y estudiantes, se cruzó esta información y con los resultados obtenidos se formularon las propuestas para la política ambiental de la Universidad Tecnológica .

7 CARACTERIZACION DE FLUJOS AGUA, ENERGIA Y MATERIALES

7.1 COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO AGUA

El análisis de flujo de agua considera que el sistema universitario está integrado por la oferta natural recurso hídrico, la demanda y la salida, estas variables son utilizadas para determinar los flujos dentro del sistema, se cuantificaron los consumos por persona en los periodos de (2010 – 2014) también el comportamiento y la demanda en Litros por persona. (Ver Anexo 1)

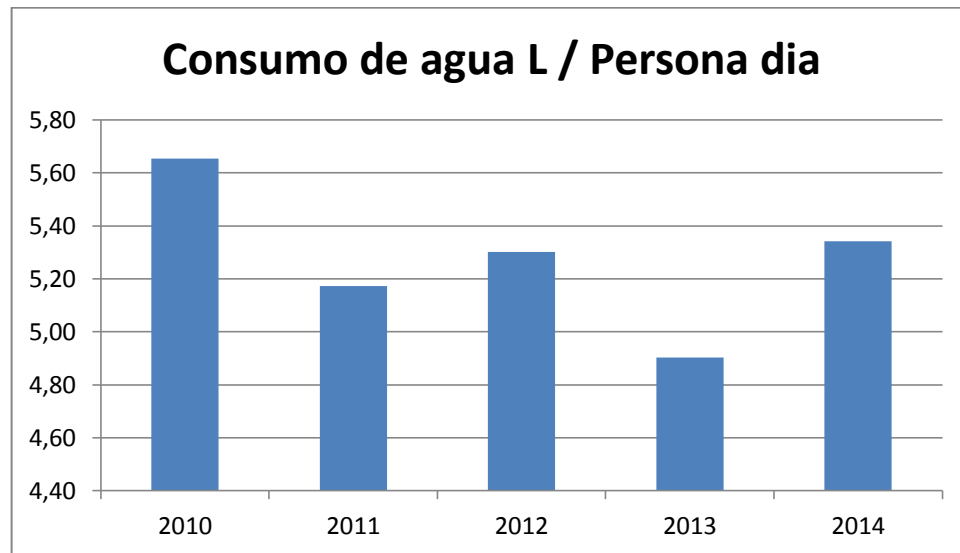
Figura 2. Consumo de agua en m³ por año en la Universidad Tecnológica de Pereira



Fuente: Elaboración propia

Esta grafica representa el consumo de agua en m³ / año, demostrando periodos en los cuales aumentó significativamente. En el año 2010 se consumieron 39.455 m³ y en el 2014, 40.703 m³, con una diferencia de 1.248 m³/ año. En los años 2011 a 2013 la demanda disminuyó para luego incrementarse en 2014, posiblemente esto se pueda asociar a comportamientos de la población que deben ser indagados.

Figura 3. Consumo de agua en litros persona día en la Universidad Tecnológica de Pereira



Fuente: Elaboración propia

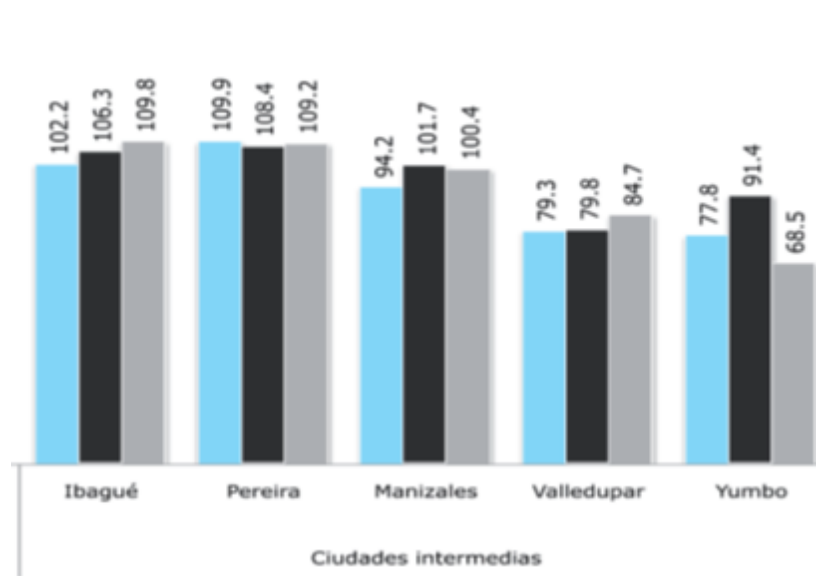
En este grafico se puede analizar el consumo de agua en litros por persona día; el periodo de mayor demanda fue el 2010, lo cual indica que la población pudo permanecer más tiempo en la institución desarrollando diferentes actividades, dado que los reportes de población total no fueron más altos que los registrado en los demás periodos (Ver Anexo 1).

Los consumos de agua en la población en ocasiones no son totalmente iguales en los diferentes periodos, dado que hay comportamientos socio – culturales que afectan el consumo del bien, en una institución educativa se pueden presentar varios de estos eventos que cambien el comportamiento de consumo.

El Plan de Manejo Ambiental (UTP, 2009) indica que el consumo de agua en la Universidad Tecnológica de Pereira es de 16,64 L/ persona-día, superior al encontrado en esta investigación y no es coherente con los reportes de los diferentes periodos analizados, en promedio se encontró un valor de 5,27 L/ persona-día para la institución, teniendo en cuenta que los mayores reportes para

estos periodos fueron en 2010 de (5,65) y 2014 de (5,34).

Figura 4. Estudio de consumo de agua por habitante años 2011 a 2013 (ciudades intermedias)



Fuente: RED DE CIUDADES COMO VAMOS, BOLETIN 6 (2011- 2013)

El grafico representa el consumo de agua en litros habitante / día en ciudades intermedias, la ciudad de Pereira es en la cual se centra el estudio, además para realizar comparativos con la Universidad Tecnológica dado que el valor poblacional es muy representativo respecto a la ciudad.

Los consumo de agua en Pereira para los periodos 2011- 2012- 2013 fueron de 109,9, 108,4 y 109,2 L/ habitante-día; para la Universidad Tecnológica de Pereira en los mismos periodos fueron de 5,17, 5,30 y 4,90 L/ persona-día lo que representa un 5% del valor estimado para un habitante de la ciudad, mostrando así la influencia directa que tiene una institución educativa en una ciudad intermedia.

Para este estudio el análisis de diferentes instituciones lleva a tener un indicador del estado ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira, según: López (2014) en el estudio del uso racional del agua en la Universidad del Valle, evidencia como es el consumo de agua en diferentes instituciones con una población similar.

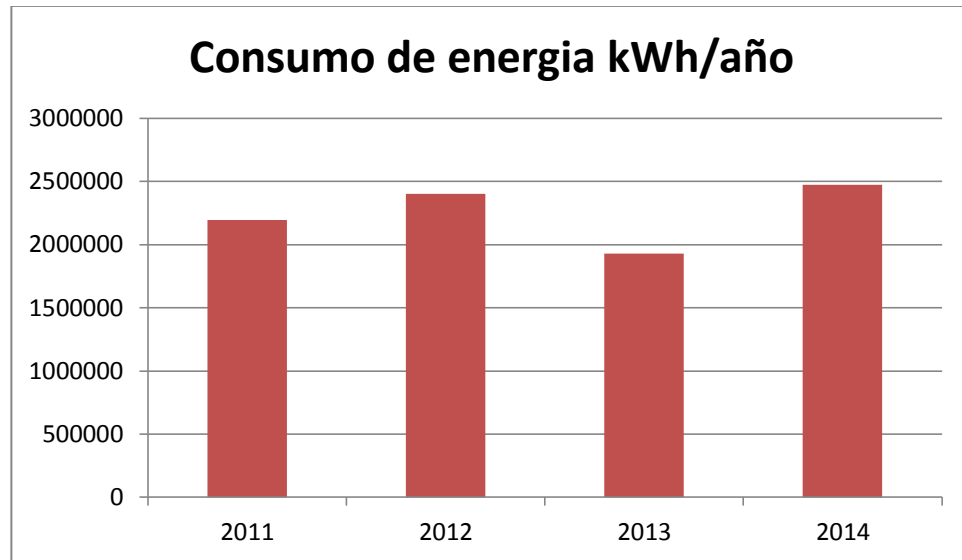
La Universidad del Valle, en su ciudadela Universitaria Meléndez, cuenta con una Población de 21.220 personas, entre estudiantes, docentes, trabajadores oficiales, empleados públicos y contratistas, y tiene un consumo promedio de agua potable de 15.531 m³/ mes, por el cual las Empresas Municipales de Cali cobra una tarifa unitaria de \$1324,07/m³, es decir, un valor promedio mensual de \$ 20.563.044 pesos y por servicio de alcantarillado, se cobra una tasa de \$1.553/m³, equivalente a \$24.119.643 m³/mes, en promedio.

En comparación a la Universidad Tecnológica con una población similar para el año 2014 de 20.879 personas entre estudiantes matriculados de posgrado y pregrado, administrativos y docentes transitorios y de plata; el consumo de agua fue de 40.703 m³/año para la Universidad del Valle 186.372 m³/ año lo cual evidencia una diferencia significativa en cuanto al consumo de agua, generando un amplio horizonte en cuanto a la sostenibilidad de la institución, demostrando que el estado ambiental en cuanto a consumos de agua no es preocupante.

7.2 COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA

El estudio de metabolismo en la Universidad Tecnológica de Pereira contempla un energético para su funcionamiento. La energía eléctrica es una de las alternativas más utilizada por la población aparte de la energía fósil. Las actividades desarrolladas dentro de la institución son grandes consumidoras de energía eléctrica, dado que cuenta con amplia red de laboratorios y de talleres, además de su horario extendido a jornada Nocturna aumentando la demanda de energía (Ver Anexo 2).

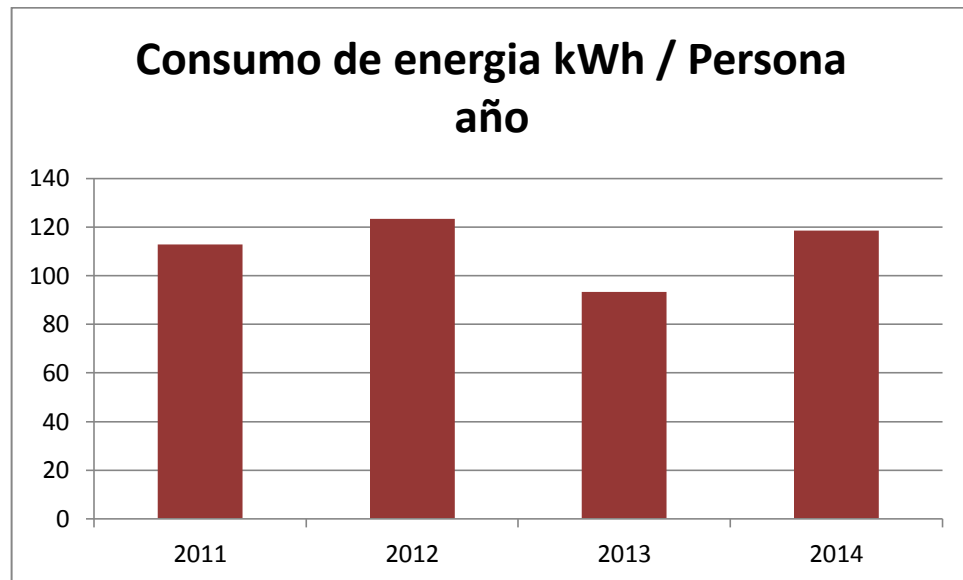
Figura 5. Consumo de energía en kWh año en la Universidad Tecnológica de Pereira.



Fuente: Elaboración propia

El consumo de energía se ha mantenido en promedio en 2.249.214 kWh/año para los últimos 4 años, donde el comportamiento durante este periodo ha sido relativamente normal y no han existido eventos que modifiquen considerablemente su comportamiento. Todo lo contrario al consumo de agua el cual mostro un comportamiento diferente, dado que en el periodo del 2010 el consumo si era considerable respecto a los otros periodos, en cuanto al consumo de energía no se registra información para este periodo.

Figura 6. Consumo de energía en kWh persona año en la Universidad Tecnológica de Pereira.



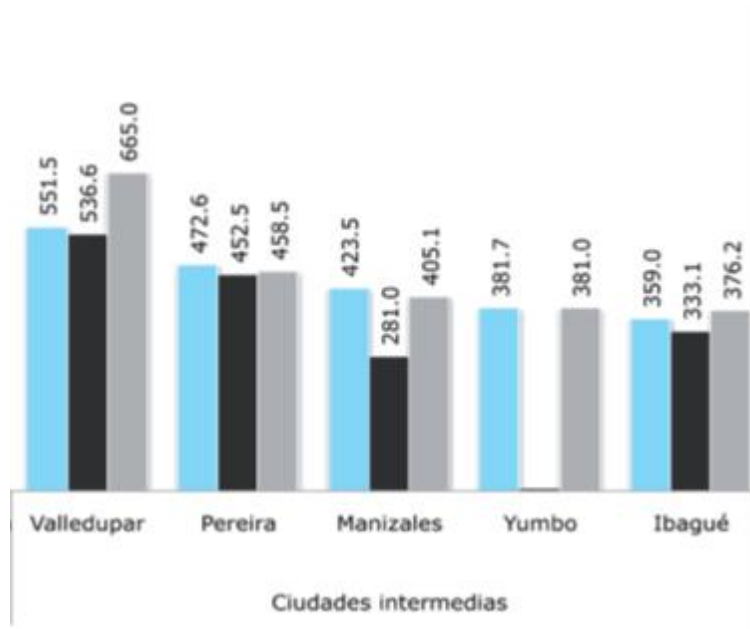
Fuente: Elaboración propia

El consumo de energía per cápita, también evidencia un comportamiento normal, con un promedio de 122 kWh/ persona-año. Solo evidencia una pequeña diferencia en el año 2012 respecto a los demás periodos.

Es importante aclarar que estos datos son tomados en base solo a la población, dado que la forma en la cual se mide los consumos de energía por persona necesitan estudios especializados aplicando medidas y estándares, con este estudio se hace una aproximación en cuanto a los consumos de energía

Las actividades en laboratorios, talleres de mecánica, la jornada nocturna, entre otros, demanda cantidades considerables de energía, factor importante que revela a la institución como un actor que genera gran presión sobre los recursos naturales; teniendo en cuenta que en Colombia el 80% de la producción de energía eléctrica es generada por centrales hidroeléctricas, por esta razón es importante generar propuestas que disminuyan el consumo en la institución.

Figura 7. Consumo anual de energía eléctrica Kilovatios por habitante (sector residencial) ciudades intermedias Años 2011 a 2013



Fuente: RED DE CIUDADES COMO VAMOS, BOLETIN 6 (2011- 2013)

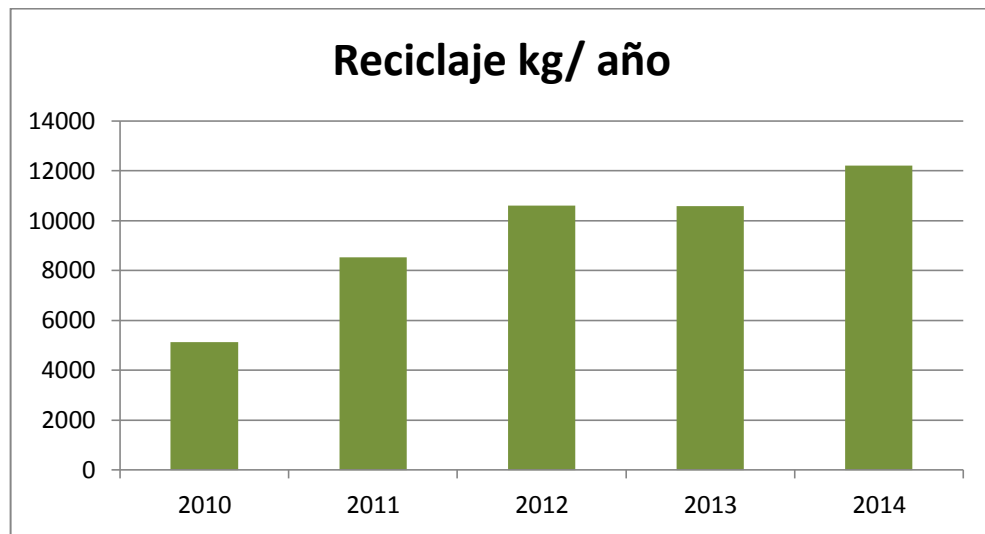
La grafica que representa el consumo de energía eléctrica para la ciudad de Pereira en los periodos 2011- 2012- 2013 muestra valores de 472,6, 452,5 y 458,5 kWh/ persona año, mientras que en la Universidad Tecnológica se obtuvo para el mismo periodo consumos de 112,8, 123,4 y 93,2 kWh/ persona año. Este valor representa en porcentaje un 26% del consumo de energía eléctrica por un habitante de la ciudad.

7.3 COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL RECICLADO

El reciclaje en las instituciones es un factor que se ha venido fortaleciendo con el paso del tiempo, esta iniciativa fomenta prácticas adecuadas de consumo de algunos materiales y posiblemente una recirculación en el sistema o un mejor

aprovechamiento; para el estudio de metabolismo en la Universidad Tecnológica de Pereira se tomaron en cuenta 5 residuos como son periódico, archivo, cartón, plega y embalaje para los periodos del 2010 – 2014 (Ver Anexo 3).

Figura 8. Reciclaje en Kg año en la Universidad Tecnológica de Pereira.

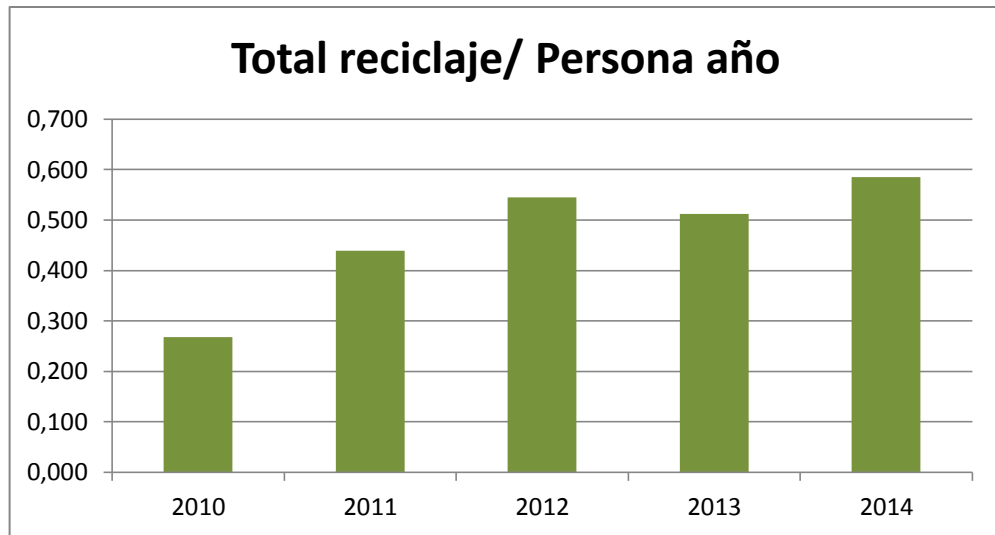


Fuente: Elaboración propia

La grafica simboliza el comportamiento del reciclaje en los diferentes periodos demostrado que esta práctica ha venido aumentando con el paso de tiempo, para el 2010 se reciclaron 5.127 kg/ año. Para el año 2014 el valor fue 12.218 kg/ año con una diferencia de 7.091 kg/ año en solo tres años tuvo un aumento considerable.

Estos valores indican que es adecuado seguir con las prácticas de reciclaje en la institución y seguir fomentándola para seguir obteniendo buenos resultados.

Figura 9. Reciclaje total por persona año en la Universidad Tecnológica de Pereira.



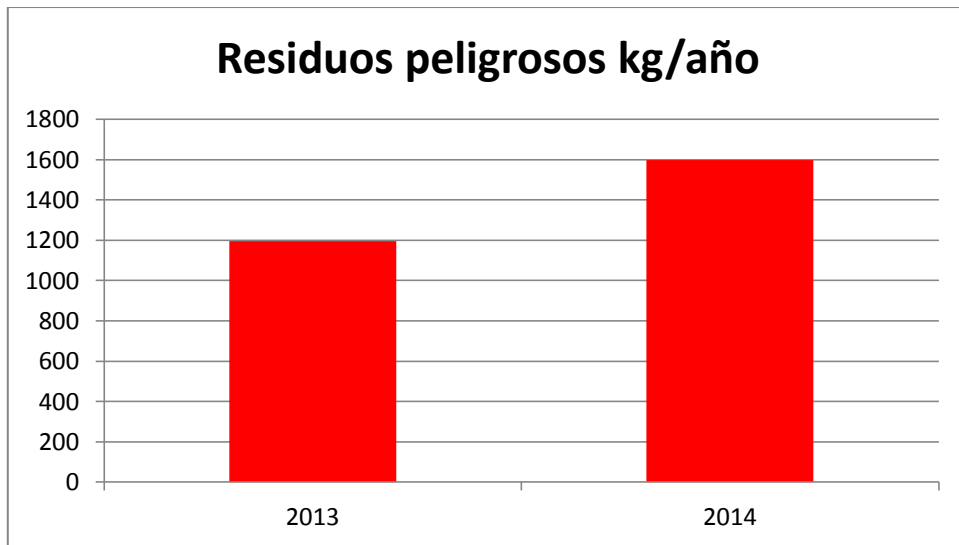
Fuente: Elaboración propia

Esta grafica representa el reciclaje por la totalidad de población de la institución, describiendo que cada persona para el año 2014 reciclo 0,58 kg / persona año. Si toda la población de la institución colaborara con esta práctica los resultados serían más significativos.

7.4 COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

El análisis de residuos peligrosos no se ha finalizado, se tiene información de dos años pero de igual forma se puede mostrar el comportamiento del empleo de estos elementos en los diferentes generadores en la institución, se tuvieron en cuenta residuos Cortopunzantes, Biosanitarios, Anatomopatológicos y reactivos para los periodos de 2013- 2014 (Ver Anexo 4).

Figura 10. Residuos peligrosos Kg año en la Universidad Tecnológica de Pereira.

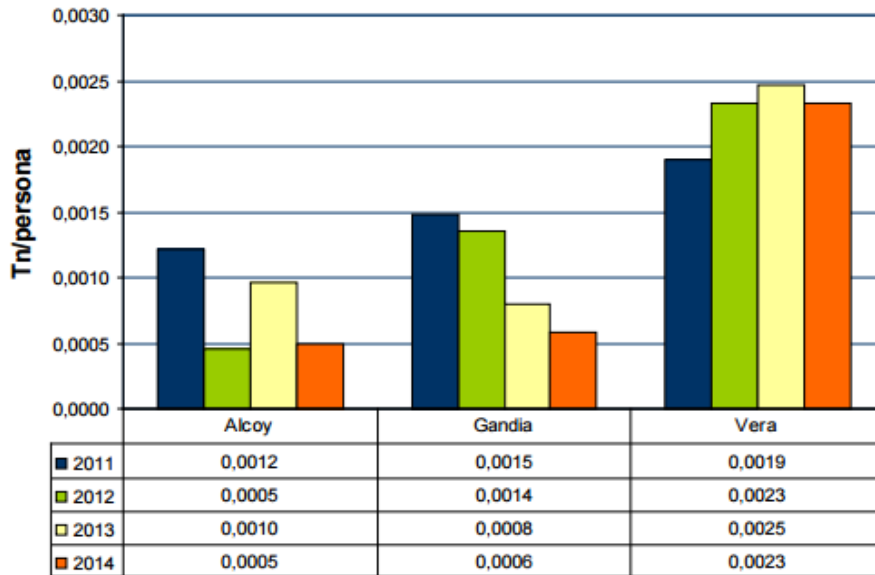


Fuente: Elaboración propia

La grafica muestra el comportamiento en los periodos 2013, 2014, evidenciando un aumento de 401,4 kg/ año en residuos peligrosos, no es adecuado graficar el comportamiento respecto a la población dado que toda la población institucional no accede a este tipo de residuos.

En comparación con los residuos peligrosos producidos en otras instituciones del mundo se pudo encontrar la Universidad Politécnica de Valencia en España, cuenta con más de 40.000 personas, siendo el doble de la población de la Universidad Tecnológica Pereira.

Figura 11. Generación de residuos peligrosos por persona en la Universidad Politécnica de Valencia.



Fuente: Declaración ambiental 2014, Universidad Politécnica de Pereira

Para el año 2014 y con la suma de los tres campus con los que cuenta esta Universidad, en residuos peligrosos produjo un total de 1,33 kg/ persona año, para el mismo periodo en la Universidad Tecnológica se produjo 0,076 kg/ persona año de tal forma se puede deducir según la proporción de residuos peligrosos generados es menor en comparación con esta Universidad de un país desarrollado.

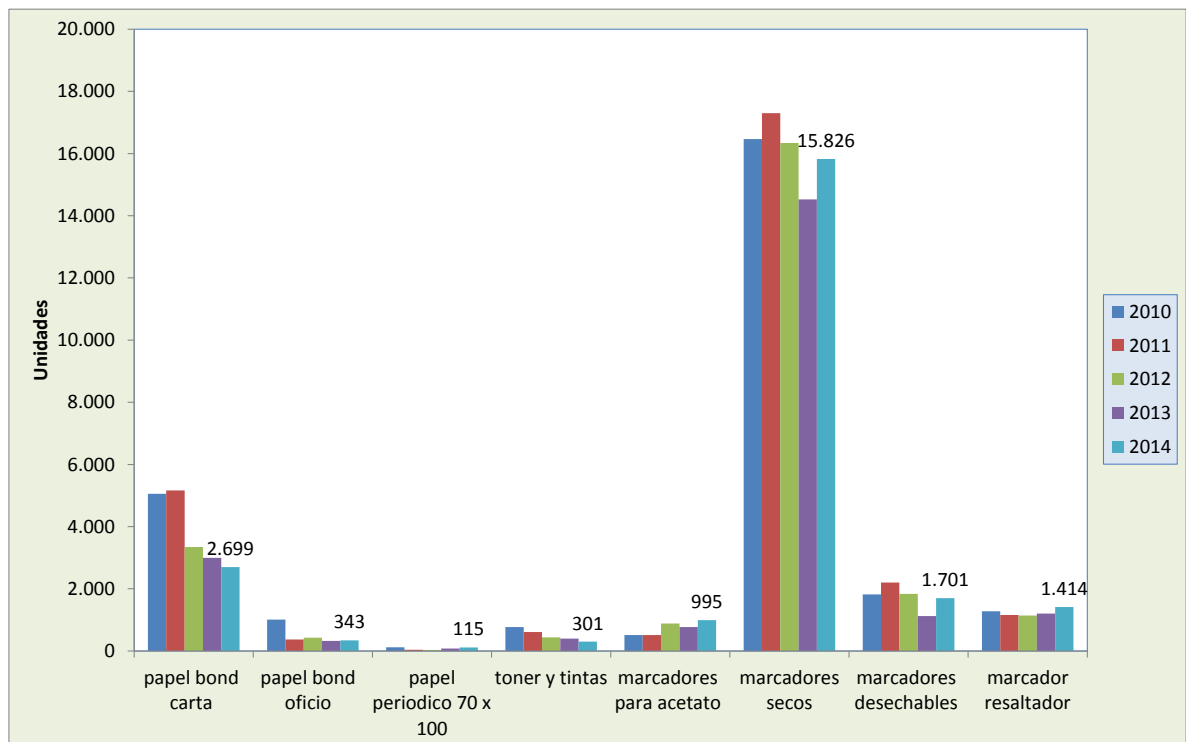
7.5 COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO DE IMPLEMENTOS DE OFICINA

En el consumo de implementos de oficina se encuentran varios materiales, papel bond carta, papel bond oficio, papel periódico, toner de tintas, marcadores para acetato, marcadores desechables, marcadores secos, marcadores resaltador; se obtuvieron datos para los años 2010-2014, estos materiales son los de mayor consumo por parte de la población institucional por esta razón se tuvieron en

cuenta.

La forma en que fueron calculados los datos está en función a la población y periodos seleccionados, en unidades de cada uno de los materiales (ver Anexo 5).

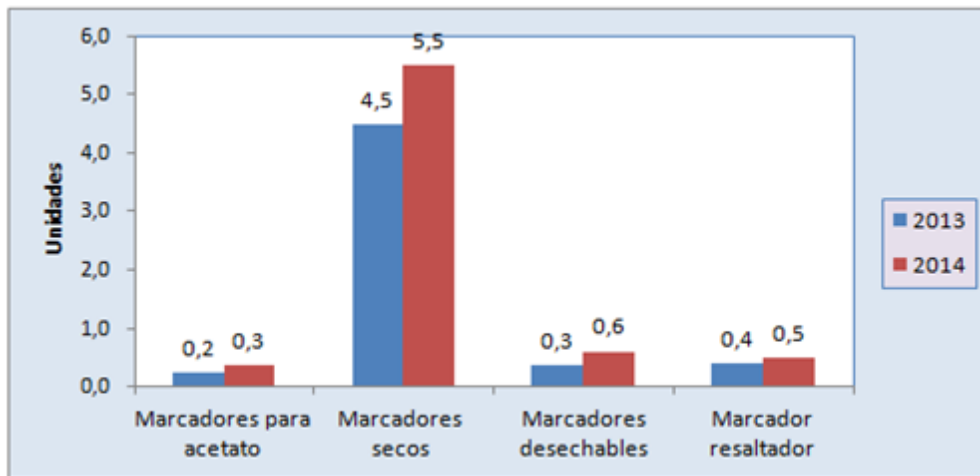
Figura 12. Consumo de implementos de oficina en la Universidad Tecnológica de Pereira.



Fuente: Elaboración propia

El gráfico representa el consumo de implementos de oficina en los diferentes periodos, de los cuales se tiene registro. En cuanto a número de unidades consumidas, el periodo de mayor valor fue 2011 representado en 27.360 unidades de los materiales mencionados seguidos por el año 2010 que registra 27.033 unidades, los años correspondientes no evidencian grandes cambios.

Figura 13. Consumo de marcadores en la Universidad Tecnológica de Pereira.



Fuente: Elaboración propia

El anterior grafico representa el consumo de implementos de oficina por año para cada uno de los ítems reportados. Como ejemplo, se muestra el consumo de marcadores para los años 2013-2014 tomando como base la población de docentes y administrativos de la Universidad. El mayor consumo per cápita es para marcadores secos con un valor entre 4,5 y 5,5 marcadores/funcionario-año.

El consumo excesivo de los materiales seleccionados para este análisis podría causar grandes impactos ambientales , dado que la mayoría de estos están fabricados en primer lugar con materiales que contiene cantidades de químicos peligrosos además de disolventes, compuestos orgánicos volátiles y metales pesados, la fácil adquisición y el bajo costo de estos materiales hacen que su consumo aumente de manera significativa, por esta razón es importante cambiar los hábitos de consumo; algunos ejemplos podrían ser adquirir productos que permitan reducir residuos: productos recargables, reutilizables, de larga duración y fácilmente reparables, comprar productos elaborados con materiales reciclados, y cuyos componentes sean reciclables , usar objetos en monomateriales que sean metálicos, para garantizar su resistencia y durabilidad. Se puede además, comprar productos con ausencia o bajo contenido de

sustancias tóxicas o peligrosas como disolventes orgánicos, cloroetileno o tricloroetano y adquirir productos que no estén sobre-empaquetados o con envoltorios que sean fácilmente separables para su reciclado.

7.6 COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS TECNOLÓGICOS

La importancia de la información acerca de la cantidad y disposición de los residuos tecnológicos aporta significativamente al proceso de análisis metabólico en la institución dado que determina un impacto ambiental significativo, al no realizarse una disposición adecuada de estos, la Universidad Tecnológica es una institución que realiza un uso de RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos) en la mayoría de sus instalaciones, y por este motivo es importante implementar sistemas eficientes de recuperación de estos residuos.

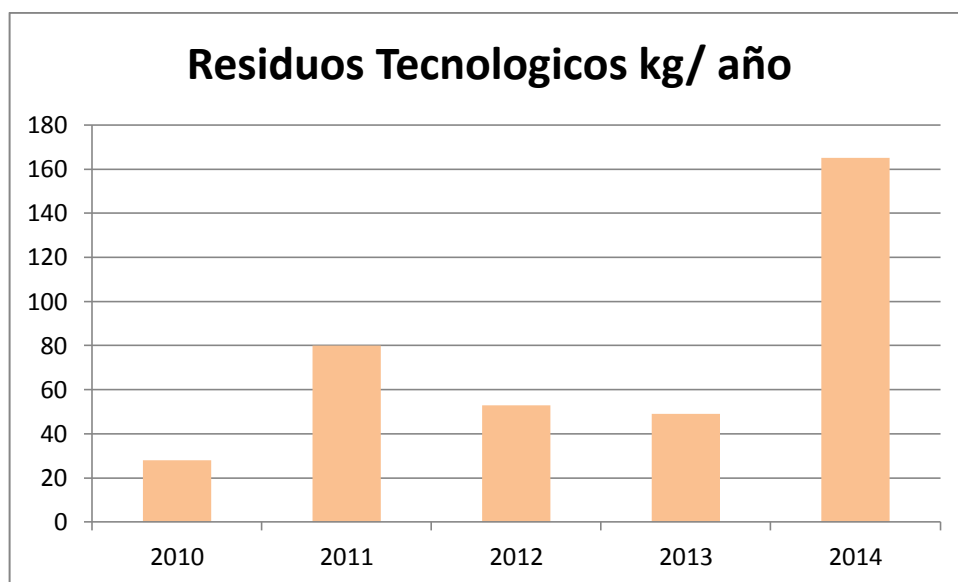
Para este estudio se tomaron en cuenta los residuos tecnológicos, CPU, impresoras, portátiles, scanner, plotter, disco duro, teclados, mouse, board, para los periodos de 2010- 2014 exponiendo su cantidad anual (Ver Anexo 6)

El grafico representa la captación de residuos tecnológicos en los periodos 2010-2014 evidenciado el comportamiento el cual para el año 2010 fue mínima, en este periodo no existía programas de disposición final de residuos tecnológicos, para el año 2011 se captaron aproximadamente 80 equipos, pero en los siguientes periodos disminuyó la recolección, pero en el 2014 se captaron 160 equipos en total.

Es importante tener en cuenta que estos AEE (aparatos eléctricos y electrónicos) tienen un estimado de vida útil de mínimo de 3 años y un máximo de 5. Su composición es altamente toxica y contiene sustancias químicas y metales pesado como berilio, cromo, cadmio, arsénico, selenio, antimonio, mercurio y

plomo contenidos en aparatos eléctricos y/o electrónicos son altamente peligrosos y necesitan un depósito especial para no contaminar e intoxicar el ambiente.

Figura 14. Residuos tecnológicos en kg año en la Universidad Tecnológica de Pereira



Fuente: Elaboración propia

La división de sistemas de la Universidad Tecnológica de Pereira comenzó a implementar unos programas de disposición final de toner de impresora, dado que el consumo es muy representativo, para los periodos de 2012-2014 se dispusieron de 847 toner de impresora en dos programas HP planet partners y con la empresa recolectora de residuos peligrosos RH sas.

Tabla 1. Disposición final de toner impresora

| Año | cantidad | programa |
|-------|----------|-----------------------------|
| 2012 | 325 | programa HP planet partners |
| 2013 | 381 | programa HP planet partners |
| 2014 | 141 | empresa RH |
| total | 847 | |

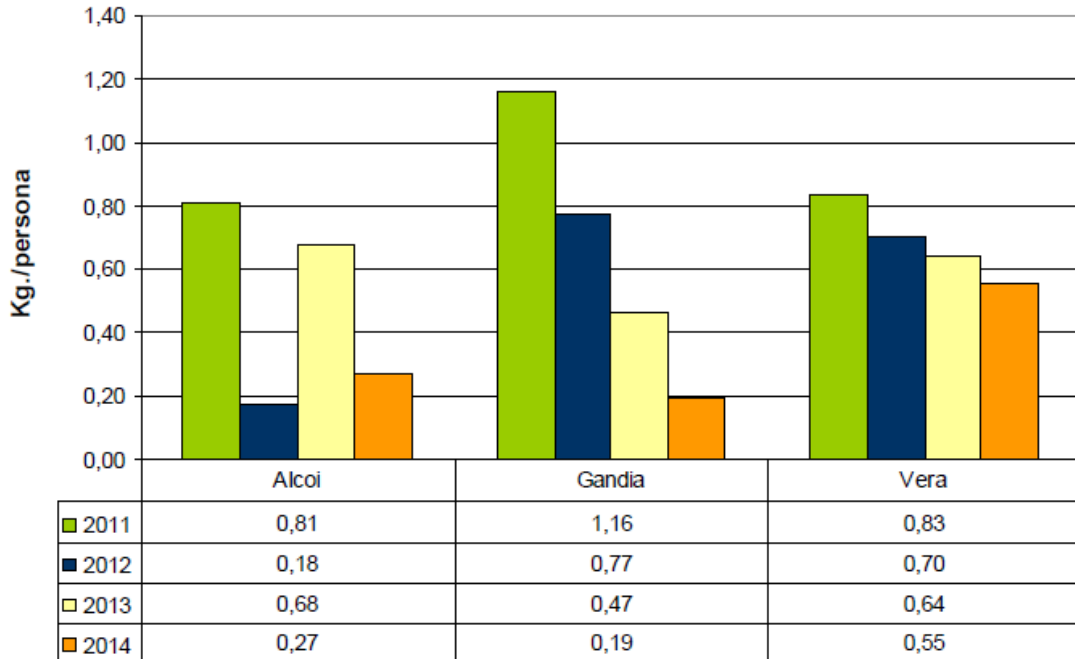
Según la división de sistemas de la Universidad Tecnológica en respuesta a la petición de información, manifestó que la disposición del resto de los residuos captados es manejada por el Centro de Gestión Ambiental siendo los encargados de la disposición final.

La gestión de residuos tecnológicos es necesaria para cualquier institución dado que la implementación de estos equipos es necesaria para el desarrollo normal institucional; la ley 1672 de 2013 establece lineamientos para la adopción de una política para la gestión de RAEE aplicada para todo el territorio nacional, también establece que se deben adoptar programas de gestión de la recolección de los residuos para toda persona natural y jurídica, que produzcan, comercialicen, y consuman AEE.

El Ministerio del Medio Ambiente apoya varios programas de recuperación de materiales de estos residuos tecnológicos, se pueden rescatar en algunas veces el 100% de los materiales con que han sido construidos, además se puede recuperar metales preciosos como plata y cobre los cuales siguen teniendo un valor económico significativo.

En la actualidad el consumo de aparatos eléctricos y electrónicos en las instituciones es algo necesario para su funcionamiento, debido a que somos una humanidad dependiente de los aparatos electrónicos, en el estudio realizado por la Universidad Politécnica de Valencia se muestra la generación de residuos por persona de este tipo de aparatos, para la Universidad Tecnológica de Pereira se obtuvieron también los datos de este consumo por persona.

Figura 15. Consumo de aparatos eléctricos y electrónicos Universidad Politécnica de Valencia



Fuente: Declaración ambiental 2014, Universidad Politécnica de Pereira

Para el estudio realizado en la Universidad Tecnológica de Pereira las unidades en que se encuentra el estudio son unidad/ persona por aparato eléctrico y electrónico, en la Universidad Politécnica de Valencia las unidades son kg/ persona, de tal manera que hay que hacer un análisis de acuerdo a estas unidades.

Para el año 2014 en la Universidad Politécnica se reportaron datos de 1,0 kg persona año para el mismo periodo en la Universidad Tecnológica 0,05 unidades por persona, realizando un ponderado y teniendo en cuenta la población estudiantil; la Universidad Tecnológica desecha una cantidad muy limitada de residuos tecnológicos, así que se aprovecha de manera óptima todos los aparatos eléctricos y electrónicos.

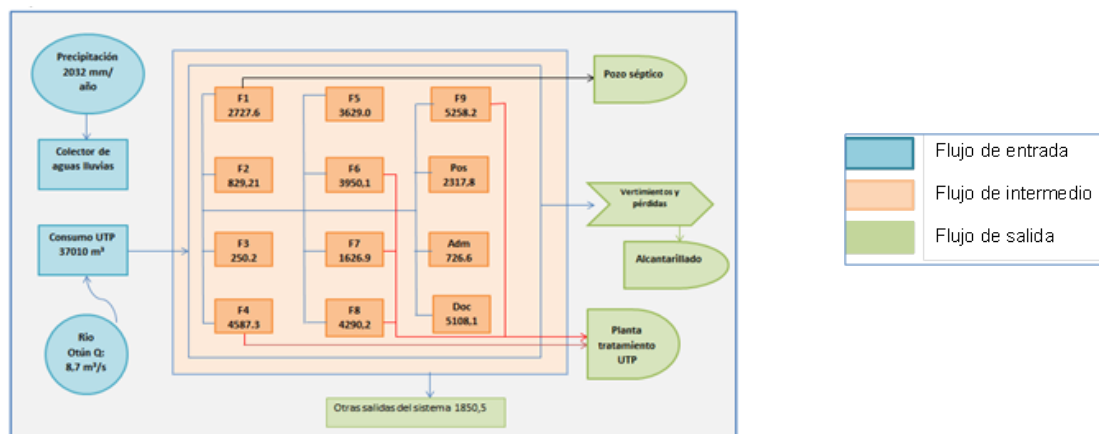
8 BALANCE DE FLUJOS DE AGUA, ENERGÍA Y MATERIALES

Los balances de flujos de agua, materia y energía son el análisis del comportamiento de cada uno de estos subsistemas, evidenciados por el de consumo de la población institucional, además ejemplifica las entradas procesos y salidas de cada sistema y la relación internas con los demás subsistemas.

8.1 FLUJOS DE AGUA EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

El diagrama que representa el flujo de agua en la institución, está elaborado con base a la población del campus Universitario y estimado para las 9 facultades, teniendo en cuenta la población y consumo medio estimado de los estudiantes de pregrado, estudiantes de posgrado y personal administrativo y docentes.

Figura 16. Diagrama de flujos de agua



Fuente: Elaboración propia

8.1.1 Flujos de entrada

En las entradas al sistema se tienen 4 elementos indispensables; en primer lugar la entrada en promedio de precipitación anual de 2023 mm/ año para la ciudad de Pereira en zonas aledañas al campus universitario, en el diagrama se conecta directamente con el tanque de recolección de aguas lluvias de la Facultad de Ciencias Ambientales el cual aporta significativamente a la disminución del consumo de agua

La principal entrada de agua al sistema institucional es la del río Otún que cuenta con un caudal promedio de 8,7 m³/s el cual abastece al campus universitario que captan 37.010 m³/ año, los datos recogidos tienen como año de referencia 2013 se ha seleccionado este periodo dado que es consecutivo para cada uno de los flujos que se analizan en el estado metabólico de la universidad.

8.1.2 Flujos intermedios

En los flujos intermedios se tiene las 9 facultades con su población correspondiente para y los registros de consumo de agua en m³.

Tabla 2. Consumo estimado de agua m³ total por facultad

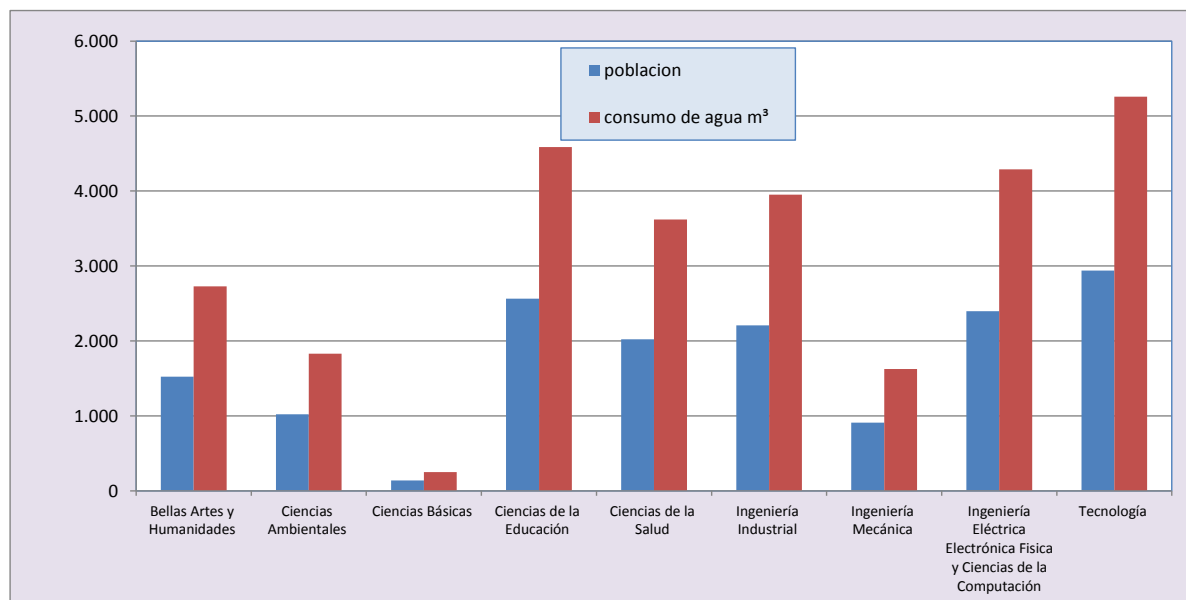
| Facultad | Población | Consumo de agua m ³ |
|--|-----------|--------------------------------|
| F1 – Bellas artes y humanidades | 1.524 | 2727,7 |
| F2- Ciencias ambientales | 1.022 | 1829,2 |
| F3- Ciencias básicas | 140 | 250,6 |
| F4-Ciencias de la educación | 2.563 | 4587,3 |
| F5-ciencias de la salud | 2.022 | 3619,0 |
| F6- Ingeniería industrial | 2.207 | 3950,1 |
| F7-Ingeniería mecánica | 909 | 1627,0 |
| F8- Ingeniería Eléctrica Electrónica Física y Ciencias de la Computación | 2.397 | 4290,2 |
| F9- Tecnología | 2.938 | 5258,5 |
| total | 15.722 | 28139,63 |

Fuente: Centro de gestión ambiental, datos históricos, UTP

El diagrama evidencia que hay facultades que tienen diferentes salidas, Bellas Artes cuentan con un sistema de captación de aguas residuales de pozo séptico, el cual debe captar 2727,6 m³ y realizar el pre tratamiento para después generar el vertimiento.

La Universidad Tecnológica cuenta con una plata de tratamiento de aguas residuales la cual no trata toda el agua de la institución, solo algunas zonas específicas como son las facultades de Ciencias de la Educación, Ingeniería Industrial, Mecánica, Eléctrica, Electrónica, Física, Ciencias de la Educación y tecnología; los cuales son tratados y van a las salidas de sistema.

Figura 17. Consumo de agua por facultad Universidad Tecnológica de Pereira



Fuente: Centro de gestión ambiental, datos históricos, UTP

El grafico muestra a cada facultad y sus diferentes consumos de agua con su población correspondiente, las facultades de mayor consumo en el campus universitario son tecnologías seguidas por la facultad de ciencia de la educación e ingeniería eléctrica.

Las facultades de menos consumo son, ciencias básicas, ingeniería mecánica y ciencias ambientales, la representación gráfica facilita el entendimiento de datos determinando los picos más altos en el análisis, dado que las facultades con mayor consumo deben implementar medidas de control en cuanto uso racional del recurso, formulando planes o programas dentro de cada facultad forjando una disminución total

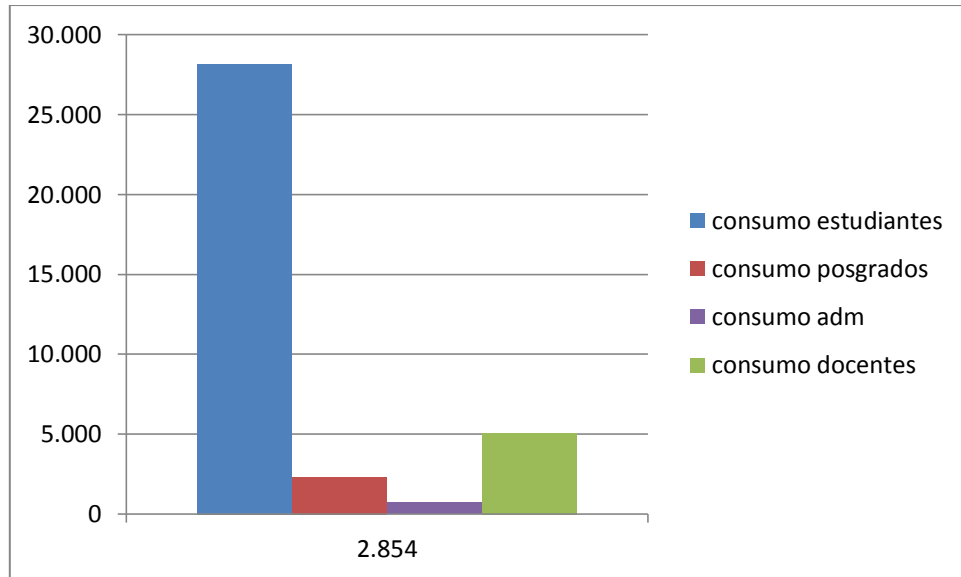
En los flujos intermedios se tiene el consumo m³ para los estudiantes de posgrado, administrativo y docente (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Consumo de agua m³ posgrados, docentes y administrativos

| Grupo de población | población | consumo de agua m ³ |
|--------------------|-----------|--------------------------------|
| posgrados | 1.295 | 2317,8 |
| administrativos | 406 | 726,7 |
| docentes | 2.854 | 5108,2 |
| total | 4.555 | 8152,7 |

Es importante tener en cuenta que la población de mayor permanecía en la institución son los administrativos y docentes, su consumo de agua debería ser significativo respecto al resto, pero este análisis metabólico realiza estimados en base a la población y arroja datos de consumo basados en esta, para llegar a tener datos más aproximados se debe realizar un estudio especializado que indiquen datos reales en base a la permanencia de toda la población institucional.

Figura 18. Consumo de agua por total de la población institucional



Fuente: Elaboración propia

El grafico representa el comportamiento del consumo estimado de agua para los diferentes segmentos de la población, donde el mayor consumo es generado por la población estudiantil y el menor consumo por administrativos, como se menciona anteriormente el consumo per cápita por parte de administrativos y docentes ser mayor, pero para esto se necesita de un estudio más detallado de micromedición.

8.1.3 Flujo de salida

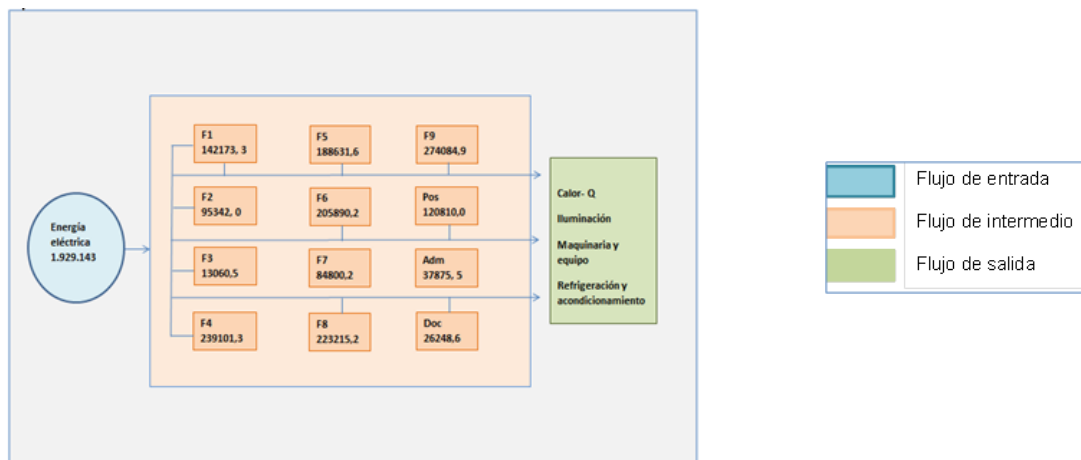
En el diagrama de flujo de agua se tienen diferentes salidas, la planta de tratamiento de agua residual como fue explicado con anterioridad recibe las aguas de varias facultades, además se tiene el pozo séptico que trata las aguas de la facultad de Bellas Artes, todos estos conllevan a un vertimiento y a unas pérdidas que según el RAS 2000 en el seccional D evidencia que el 95% del valor de consumo de agua corresponde a vertimientos y pérdidas, el otro 5% corresponde a otro tipo de pérdidas que no son fallas en el sistema ,

como por ejemplo lo que se va en consumo por persona y no he devuelto a recirculación dentro del sistema Universidad Tecnológica y no va al sistema de alcantarillado. Los vertimientos y pérdidas van directamente al sistema de alcantarillado de la ciudad de Pereira.

8.2 FLUJOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

En los flujos de energía se estimaron los valores de consumo por facultad teniendo como base la población institucional; se evidencian las entradas, flujos intermedios y las salidas del sistema.

Figura 19. Diagrama de flujos de energía eléctrica



Fuente: Elaboración propia.

8.2.1 Flujo de entrada

La energía eléctrica es primordial para la vida de la humanidad, está directamente ligada al desarrollo, esta energía es la más utilizada debido a su flexibilidad y facilidad en el transporte, en Colombia es generada principalmente por hidroeléctricas y es considerada una de las formas más limpias y menos contaminantes de generar energía dado que no requiere de ningún combustible fósil, a menudo es utilizada para eliminar grandes cantidades de residuos sólidos

encontrados en los ríos, además que los costos de fabricación y mantenimiento son relativamente bajos

En el estudio de metabolismo solo se ha considerado la energía eléctrica, para el sistema Universidad Tecnológica se genera un consumo anual para el año 2013 fue de 1.929.043 kWh es la única entrada que será considerada en el diagrama de flujo de energía.

8.2.2 Flujo intermedio.

En los flujos intermedios se estimó el cálculo para cada una de las facultades, posgrados, docentes y administrativos de consumo de energía en base a la población institucional.

Tabla 4. Consumo de energía según Facultad

| Facultad | Población | Consumo de energía kWh |
|---|-----------|------------------------|
| F1- Bellas artes y humanidades | 1.524 | 142173,4 |
| F2-Ciencias ambientales | 1.022 | 95342,0 |
| F3-Ciencias básicas | 140 | 13060,5 |
| F4-Ciencias de la educación | 2.563 | 239101,3 |
| F5-Ciencias de la salud | 2.022 | 188631,6 |
| F6-Ingeniería industrial | 2.207 | 205890,2 |
| F7-Ingeniería mecánica | 909 | 84800,3 |
| F8- Ingeniería eléctrica Electrónica Física y Ciencias de la Computación | 2.397 | 223615,2 |
| F9- Tecnología | 2.938 | 274084,9 |
| total | 15.722 | 1466699,6 |

Fuente: Centro de gestión ambiental, datos históricos, UTP

La tabla evidencia las facultades de mayor consumo energético, arrojando como resultado a la facultad de tecnología y ciencias de la educación como mayores consumidores energéticos.

Para generar un estudio real se deben aplicar teorías de energía y termodinámica, que permitan determinar consumos reales por cada edificio teniendo en cuenta los tiempos de permanencia de la población las bombillas entre otros aparatos que consumen energía; la Universidad Tecnológica en la facultad de ingeniería Mecánica se está desarrollando un trabajo de grado enfocado hacia el estudio de la eficiencia energética y de agua de los edificio de mecánica e industrial, efectuando una auditoria energética que permita tener datos reales de consumo de energía , agua y el uso dentro de la institución.

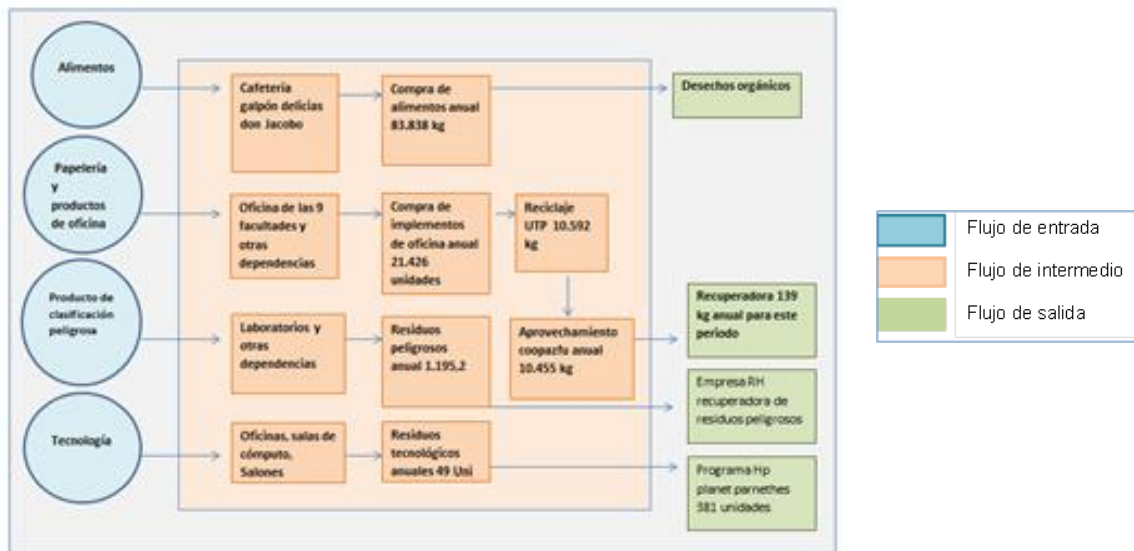
8.2.3 Flujo de salida

Según: Termodinámica Cengel (2008) Los flujos de salida de un sistema energético clasifican básicamente en calor, iluminación, maquinaria y equipo, refrigeración y acondicionamiento; el calor de un sistema en la mayoría de ocasiones es despreciable, porque en la actualidad se utilizan bombillas ahorradoras que disminuyen esta energía, la iluminación dentro del sistema universidad es muy utilizado y su medición se sería por medio de un inventario de bombillas en cada una de las instalaciones y midiendo los kWh de consumo por cada una, en maquinarias y equipos se mediría igualmente el consumo de cada uno dentro de la institución lo mismo sería para refrigeración y acondicionamiento.

8.3 FLUJOS DE MATERIALES Y ALIMENTOS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

En el diagrama de flujos de materiales y alimentos se tienen en cuenta la información de residuos peligrosos, consumo de implementos de oficina, programa UTP recicla, residuos tecnológicos, y alimentos de la cafetería el galpón de la cual se obtuvieron registros únicos teniendo en cuenta que la institución cuenta con 7 cafeterías las cuales son distribuidoras de alimentos, para este trabajo se tomó en cuenta solo Delicias Don Jacobo ubicada en el galpón.

Figura 20. Diagrama de materiales y alimentos



Fuente: Elaboración propia.

8.3.1 Flujo de entrada

Entre los flujos de entrada del sistema flujo de materiales y alimentos, está el registro de alimentos, esta información fue suministrada por la cafetería el galpón de la cual se obtuvieron datos de carnes y verduras utilizadas especialmente en los almuerzos para la comunidad universitaria, entre los flujos de entrada también esta papelería y productos de oficina , los cuales son distribuidos por el almacén

de la Universidad Tecnológica a todas las dependencias y facultades; la tercera entrada es productos de calificación peligrosa, los cuales son utilizados en laboratorios y otras actividades, y por ultimo tecnología, en Este documento se tratara como residuos tecnológicos, los cuales son utilizados en salas de cómputo, oficinas, salones de clase entre otros.

8.3.2 Flujo intermedio

Para el flujo de alimentos, de la cafetería el galpón Delicias de San Jacobo se obtuvieron los datos de compra de 83,838 kg anual, estos alimentos son utilizados principalmente para los almuerzos que se distribuyen en este lugar; papelería y productos de oficina se distribuyen a las principales oficinas de las 9 facultades, para profesores y administrativos, en estos se puede encontrar la demanda de papel periódico, papel bond, marcadores para varios usos, para el año 2013 se registró 21.426 unidades, derivado de esto se genera una programa llamado UTP recicla el cual está encargado de captar todos estos implementos que se pueden reutilizar, para este mismo periodo se captaron 10.594 kg, además de esto una empresa de aprovechamiento llamada Coopazfu también hace captación del programa UTP recicla obteniendo 10.455 kg , en cuanto a los residuos peligrosos se disponen de 1.195,2 kg anuales los cuales deben tener una disposición final especial debido a su condición de peligrosos, para residuos tecnológicos se obtuvieron datos de 49 unidades recogidas que posteriormente son dispuestas a un programa especial adelantado en la universidad.

8.3.3 Flujo de salida

En la salida de alimentos para la UTP, y con la información recogida se obtienen salidas de desechos orgánicos, en papelería y productos de oficina del

programa UTP recicla y Coopazfu al final del proceso se capta por otra empresa de aprovechamiento que paga por estos residuos, para el periodo 2013 se recogieron 139 kg, para los residuos peligrosos existe la empresa de recolección RH sas es la encargada de la disposición final de estos residuos con una cantidad de 1.195,2 kg , para residuos tecnológicos hay un programa llamado HP planet parnetes el cual capto 381 unidades,

Es importante el análisis de estos flujos dado que permiten tener una idea clara de cómo es el movimiento interno y externo del agua, energía, materiales y alimentos además permite determinar los posibles impactos que se causen en el medio

9 EVALUACIÓN DESCRIPTIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación de impacto mediante matrices permite valorar la severidad de cada uno de los elementos que afectan al sistema, teniendo en cuenta los recursos naturales y la relación hombre naturaleza a partir de la selección de los impactos determinantes se realizó mediante el análisis de los principales componentes del sistema, agua, energía, materiales y alimentos; se lograron encontrar 14 impactos evaluados en agua, suelo, aire, salud y biodiversidad. Estos potenciales impactos se describen en los siguientes apartes.

9.1 COMPONENTE AGUA

9.1.1 Contaminación de fuentes hídricas por vertimientos.

La inadecuada recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales, han generado, una creciente problemática de contaminación ambiental y sanitaria principalmente en las fuentes abastecedoras de agua, limitando así la disponibilidad del recurso hídrico y restringiendo su uso.

Este impacto es seleccionado debido a que en la Universidad Tecnológica de Pereira cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales que no trata el 100% las aguas de todos los edificios, cuenta además con un pozo séptico el cual, solo se capta agua de un solo edificio facultad de Bellas Artes, por esta razón las aguas residuales que no alcanzan a ser tratadas causan alteraciones en el medio, como un bajo nivel de oxígeno disuelto, degradando ecosistemas, fauna y flora. Proliferación virus y bacterias de las heces humanas, crea alta tasa de mortalidad. Existe Cólera en épocas de sequía. Pérdida de productividad de las tierras aledañas por riego contaminado.

9.1.2 Disminución de oferta de agua.

Según el IDEAM (2010), los seres humanos utilizan intensivamente el recurso hídrico tanto para sus necesidades biológicas y culturales básicas como para las diferentes actividades económicas. Cada uno de los diferentes usos tiene unos requerimientos de calidad o características físico químicas y biológicas particulares, por lo cual en análisis de oferta y demanda no puede realizarse exclusivamente en términos cuantitativos de rendimientos o caudales.

Las principales causas de la disminución en la oferta de agua son, el alto consumo poblacional y el derroche del bien, contaminación por diversas condiciones, y diferentes fenómenos naturales, generando que el bien se agote y no sea apto para el consumo humano.

Como indica el IDEAM (2011), la excesiva presión sobre una fuente de agua puede conducir a su desaparición, en este sentido es importante para la planificación sostenible del recurso hídrico conocer la cantidad de agua disponible, los niveles de demanda y las restricciones de uso necesarias para mantener la salud de la fuente abastecedora de agua. Esto indica, que además de ofrecer agua para el consumo humano y el abastecimiento de las actividades productivas, es necesario que las corrientes abastecedoras mantengan un remanente de agua para atender los requerimientos hídricos de los ecosistemas asociados a sus cauces, preservando así su biodiversidad, productividad y estabilidad.

9.1.3 Contaminación de fuentes hídricas por inadecuada disposición de residuos sólidos

Esta es una de las principales causas de contaminación de fuentes hídricas debido a que los residuos sólidos terminan dispuestos en el agua, deteriorando

la dinámica natural del ecosistema, liberando sustancias químicas y gaseosas, que por el proceso de descomposición alterando la química del agua, además provocan taponamiento y represamiento de caudales y altos costos de tratamiento.

Además de Contaminación de aguas superficiales por materia orgánica; la presencia de materia orgánica (CxHyOz) a través de bacterias, microorganismos y oxígeno genera compuestos que acidifican el agua, eliminan el oxígeno vital para la vida de las especies acuáticas y hace que las aguas para consumo humano se contaminen y generen problemas de salud.

La presencia de bolsas, colchones y escombros producen el taponamiento y represamiento de caudales, cualquier elemento que pueda represar el cauce normal del río o una quebrada puede afectar el flujo normal del agua. En casos muy particulares, como en crecientes repentinas o épocas de alto invierno, lo mismo que con la presencia de gran cantidad de residuos, estos cauces se represan, produciendo inundaciones y afectando zonas aledañas a estos cuerpos de agua.

Contaminación de las aguas subterráneas. Ocurre debido a la filtración de lixiviados a través del suelo, que absorbe estos líquidos y los lleva hasta donde se encuentran las fuentes de agua. El tratamiento de estas fuentes de agua es altamente costoso y puede llegar a afectar comunidades que dependen únicamente de ellas para obtener este recurso, como sucede en las zonas desérticas.

9.1.4 Pérdida de condiciones naturales del agua

La contaminación puede dañar los recursos hídricos y los ecosistemas acuáticos. Los principales contaminantes son, por ejemplo, la materia orgánica y los organismos patógenos contenidos en las aguas residuales, la lluvia ácida

provocada por la contaminación del aire, y los metales pesados liberados por las diferentes actividades .

La descomposición de diversos componentes en el agua, provocados por descomposición de múltiples elementos como, basuras, desechos químicos, aguas residuales, sedimentos, minerales inorgánicos, entre otros que provocan una alteración en las condiciones naturales del agua, se altera el olor, color, sabor todas las propiedades organolépticas.

9.2 COMPONENTE AIRE

9.2.1 Contaminación por emisiones de calor a la atmosfera.

Las emisiones de calor son provocadas por el uso de la energía eléctrica y maquinaria, en la Universidad Tecnológica de Pereira, se cuenta con múltiples laboratorios los cuales cuenta con maquinaria especializada que además de consumir energía, emiten calor por el uso, generando contaminación en el medio, aumentando la temperatura del lugar donde se realiza la actividad, aportando no de manera significativa al aumento de la temperatura en habitas aledañas a la institución

9.2.2 Contaminación por emisión de gases a la atmosfera.

El uso constate de químicos en los laboratorios causa una emisión de gases a la atmosfera generando alteración en la capa de ozono y un desencadenamiento de múltiples problemas, como calentamiento global, lluvias acidas entre otros.

Es importante tener en cuenta que extractores ubicados en los laboratorios de la Universidad no generan ningún tipo de tratamiento, lo único que generan es protección al manipulador, los gases químicos se emiten con todas sus propiedad.

Los principales gases contaminantes son Óxidos de Carbono, Monóxidos de Carbono, Óxidos de Azufre, Óxidos de Hidrogeno, compuestos orgánicos volátiles, partículas y aerosoles.

Muchos estudios han demostrado enlaces entre la contaminación y los efectos para la salud. Los aumentos en la contaminación del aire se han ligado a quebranto en la función pulmonar y aumentos en los ataques cardíacos.

9.3 COMPONENTE SUELO

9.3.1 Contaminación por derrame de sustancias químicas.

Los productos químicos han demostrado tener un impacto importante en el ambiente, desde el cambio climático hasta la destrucción de la fauna y la flora y la contaminación del agua potable y el suelo. Evidentemente, el tener un uso más prudente y oportuno de los productos químicos, y un control de las emisiones y eliminación de sus desechos.

En la manipulación de sustancias químicas es un hecho que los accidentes pueden ocurrir si no se tiene especial cuidado con su manipulación y transporte, por esta razón los derrames en el suelo pueden ser causantes de contaminación debido a que los químicos cuenta con propiedades toxicas que alteran el equilibrio del suelo.

9.3.2 Contaminación del suelo por inadecuada disposición de residuos sólidos.

Los residuos sólidos son una mezcla de diversos productos orgánicos e inorgánicos que constituyen una poderosa fuente de contaminación sanitaria y

ambiental; el manejo inadecuado de los residuos y su mala disposición final además de impactar los recursos naturales y la salud de las poblaciones, incide directamente en la afectación del paisaje

Al igual que en el agua los residuos sólidos son causantes de múltiples alteración por, las sustancias con las cuales fueron construidas, en el momento de descomposición generan un serie de lixiviados que alteran de forma drástica las condiciones del suelo, arrojando como resultado suelos estériles y no aptos para ninguna actividad, además de esto se infiltran por las partículas porosas del suelo y llegan a contaminar aguas subterráneas.

9.3.3 Contaminación del suelo por absorción de aguas residuales.

La contaminación de las aguas subterráneas y superficiales, así como la contaminación de los suelos, son los efectos negativos que habitualmente se producen como consecuencia de esta incorrecta gestión de los residuos. Los procesos de contaminación, una vez iniciados, no son fáciles de eliminar y persisten durante muchos años. Las posibles soluciones técnicas de descontaminación son de elevado coste, difíciles de aplicar y de relativo éxito en numerosas ocasiones.

En este caso las aguas residuales son una fuente contaminante permanente que si no son tratadas adecuadamente contaminan de forma constante ecosistemas, por esta razón al tener contacto directo con el suelo y por la infiltración altera las propiedades naturales del suelo generando una pérdida en la vocación del suelo, generando suelos estériles.

9.4 COMPONENTE BIODIVERSIDAD

9.4.1 Pérdida de la biodiversidad.

La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida. Este concepto incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas y animales que viven en un sitio, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes.

La pérdida de la biodiversidad se refiere a toda la fauna y flora que es afectada por algún agente externo causando la pérdida de la dinámica natural, generando la extinción de especies vulnerables.

Las actividades humanas han ejercido principalmente una marcada influencia en la disminución del número de especies, en el tamaño y la variabilidad genética de las poblaciones silvestres y en la pérdida irreversible de hábitats y ecosistemas.

Las principales causas de la pérdida de biodiversidad están relacionadas con la degradación, fragmentación o eliminación de su hábitat, a raíz de la contaminación, la urbanización, la cacería y el tráfico de especies, el avance de la frontera agropecuaria, los incendios forestales provocados por el hombre, inundaciones por construcción de represas, extracción de madera sin reforestación, compactación de suelos y el sobre pastoreo.

9.4.2 Disminución de los recursos naturales.

Cuando se refiere a recursos naturales son todos los elementos necesarios para la subsistencia de la humanidad en este medio, la disminución de estos es

promovida por todos los elementos causantes del deterioro del sistema como son la tala de árboles, afectación a fuentes hídricas, deterioro de la capa de ozono entre otros.

El agotamiento de muchos recursos vitales para nuestra especie –a consecuencia de su dilapidación o de su destrucción, fruto de comportamientos consciente o inconscientemente depredadores orientados por la búsqueda de beneficios particulares a corto plazo- constituye uno de los más preocupantes problemas de la actual situación de emergencia planetaria

9.4.3 Afectación a diferentes ecosistemas.

La afectación a los ecosistemas es causado también, por todos los elementos antes mencionados, pero actúa de forma diferente dado que hay múltiples ecosistemas y unos son más vulnerables que otros a ser dañados, por esta razón es pertinente aclarar la diferencia entre estos elementos que son calificados dentro de la biodiversidad.

9.5 SALUD

9.5.1 Proliferación de vectores.

La acumulación y la disposición de residuos pueden atraer principalmente; a un gran número de aves, roedores e insectos. Al ofrecer los recursos alimentarios de algunas especies, el material acumulado puede actuar para aumentar artificialmente el número y la densidad de sus poblaciones y por lo tanto alterar la ecología local y la salud pública. Es posible que haya detrimento de la diversidad biológica nativa, y si el sistema pierde biodiversidad, perderá también su resistencia a la invasión.

Las invasiones biológicas se consideran una de las amenazas del medio ambiente más difíciles de enfrentar. Existen una serie de medidas de control para disuadir

a las especies problema, sin embargo, la investigación sobre su eficacia en todos los sitios y para múltiples especies ha sido limitada.

En la mayoría de ocasiones la proliferación de vectores es causada por ambientes donde se encuentra comida para este tipo de plagas o lugares donde hay procesos de descomposición, los vectores comunes, son las moscas, ratones, cucarachas, zancudo los cuales son causantes de múltiples enfermedades en los humanos.

9.5.2 Enfermedades transmitidas por consumo de alimentos y agua contaminada.

Este tipo de enfermedades afectan la salud humana causando una variedad de síntomas perjudiciales para la salud, entre los más comunes esta son: diarreas, hepatitis A, gastroenteritis, cólera, amibiasis, fiebre tifoidea, intoxicaciones por estafilococos, el consumo de alimentos y agua contaminada contiene partículas de materia fecal o tóxicos que pueden causar la muerte.

10 MATRICES DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Los resultados del uso de las matrices de Leopold y Vester permiten calificar la severidad de cada uno de los impactos en diferentes aspectos.

En la matriz de Leopold (Ver Anexo 7), se calificaron los impactos según las categorías del sistema y los medios los cuales incurrían, se rango de calificación esta entre 0 -3 siendo 3 el más severo y 0 indiferente.

En esta matriz se evidenció que según la categoría del sistema materiales (implementos de oficina, residuos peligrosos, residuos tecnológicos) en el medio biodiversidad, en el impacto disminución en los recursos naturales, es que obtuvo la mayor calificación así que según esta calificación las estrategias deben basarse en la disminución o mitigación de este impacto, para recuperar el medio de biodiversidad y que garantice que los recursos no se estén afectando de manera definitiva; las estrategias deben basarse en eventos reales y que prevalezcan en el tiempo.

De igual modo, la matriz de Vester permitió calificar la relación que tiene los impactos entre ellos para determinar cuáles son los que están en estado crítico, activo, indiferente y pasivo.

Así, se identificaron los problemas críticos que son aquellos de gran causalidad y que a su vez son causados por la mayoría de los demás, los cuales requieren gran cuidado en su análisis y manejo, ya que de su intervención dependen en gran medida los resultados finales.

En el mismo análisis, los problemas pasivos, se entienden como problemas sin gran influencia causal sobre los demás pero que son causados por la mayoría, se utilizan como indicadores de cambio y de eficiencia de la

intervención de problemas activos.

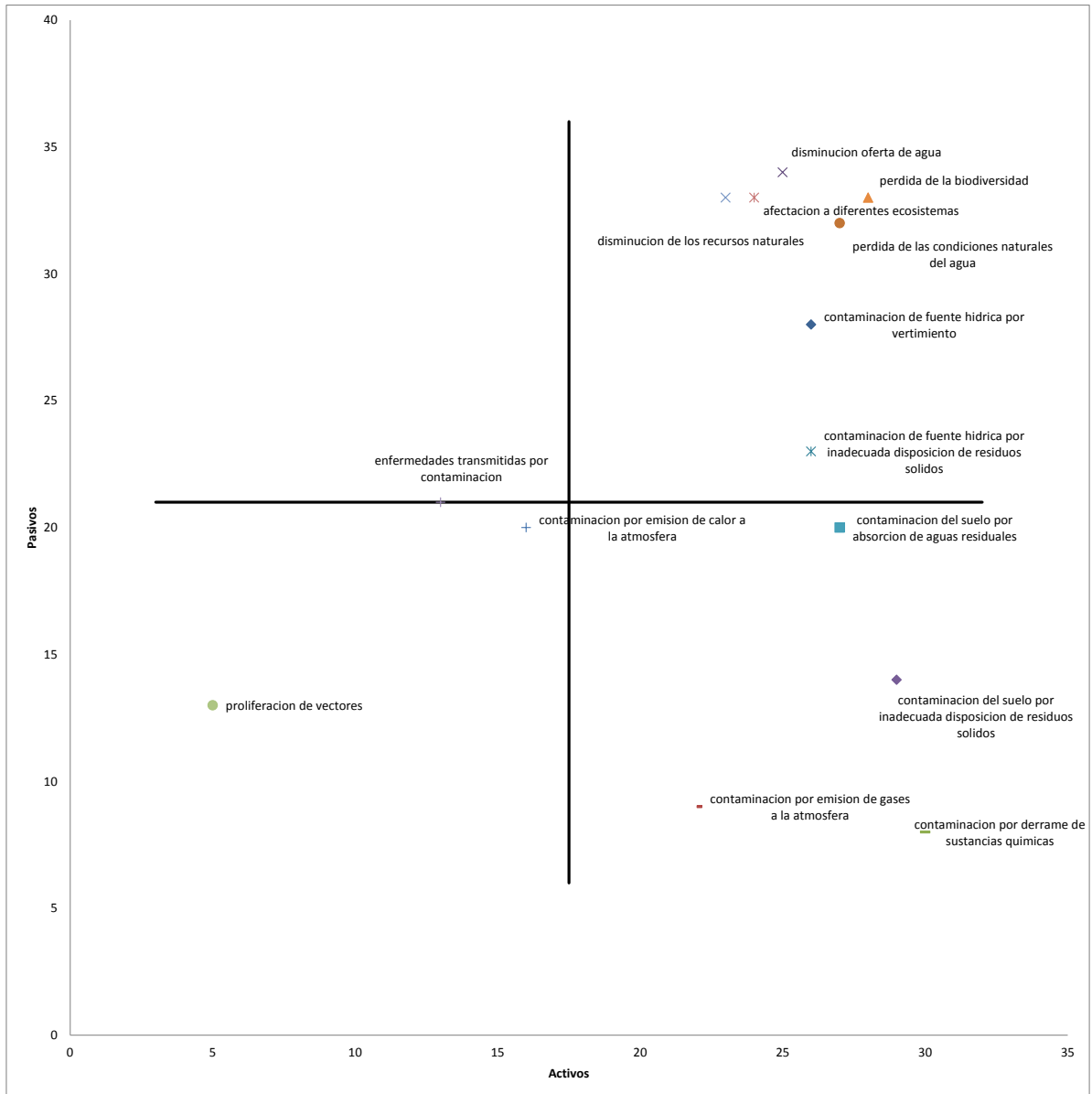
Indiferente son problemas de baja influencia causal además que no son causados por la mayoría de los demás, son problemas de baja prioridad dentro del sistema analizado.

Los problemas activos Son problemas de alta influencia sobre la mayoría de los restantes pero que no son causados por otros, son problemas claves ya que son causa primaria del problema central y por ende requieren atención y manejo crucial.

El grado de calificación va de 0-3 siendo 3 el más severo y 0 indiferente se califican los impactos según la influencia que tiene sobre los mismo en el medio.

A partir del gráfico de clasificación de los problemas de acuerdo a las características de causa efecto de cada uno de ellos y su ubicación en un eje de coordenadas se encontró los problemas que deben ser priorizados (Ver matriz en Anexo 8).

Figura 21. Resultado de la matriz de Vester



Fuente: Elaboración propia

Los impactos a tratar son los que se encuentran en cuadrante crítico y a los cuales van enfocadas las estrategias son:

1. Contaminación hídrica por vertimientos
2. Disminución en la oferta de agua
3. Contaminación de fuentes hídricas por inadecuada disposición de

residuos solidos

10. Pérdida de biodiversidad.

11. Disminución de los recursos naturales.

12. Afectación a los diferentes ecosistemas.

10.1 ESTRATEGIAS PROPUESTAS PARA SER CONSIDERADAS EN LA POLÍTICA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD

| Impacto | Estrategia corto plazo | Estrategia mediano plazo | Estrategia largo plazo |
|--|---|--|---|
| Contaminación hídrica por vertimientos | Realizar adecuaciones y reparaciones a la planta de tratamiento institucional para un uso eficiente | Fomentar el uso de pozos sépticos en diferentes facultades y/o cafeterías para mitigar la contaminación hídrica generada por la institución | Ampliar la planta de tratamiento de aguas residuales mejorando los procesos de tratamiento |
| Disminución en la oferta de agua | Realizar campañas de concientización en el uso eficiente del agua en toda la institución | Instalar medidores y ahorradores en los todos los edificios y baños, eficientes que garanticen una medida exacta de la cantidad de en uso del recurso y un ahorro significativo | Crear dependencias encargadas de disminuir los consumos y en realizar estudios periódicos , para posicionar un estatus institucional a nivel nacional en el uso eficiente del recurso |
| Contaminación de fuentes hídricas por inadecuada disposición de residuos solidos | Fortalecer programas UTP recicla, para Garantizar una obtención eficaz de los residuos reciclables. | Crear programas institucionales en los cuales se pueda Utilizar o ver beneficiados por el reciclaje, siendo en manera de materiales o en apoyos económicos. Garantizando una educación ambiental de residuos en la universidad | Adecuar las instalaciones con contenedores de Basura en toda la institución. Adecuar instalaciones que garanticen un buen funcionamiento en el tratamiento de residuos peligroso Formular programas de limpieza de las fuentes hídricas cercanas a la institución |

| | | | |
|---|--|--|--|
| Pérdida de Biodiversidad. | Implementar programas de reforestación con especies nativas en las zonas verdes, como el Jardín Botánico con el fin de preservar la mayor cantidad existente. | Realizar y mantener actualizados los inventarios de Flora y Fauna a través de monitoreo, con el objetivo de conocer y conservar las especies biológicas presentes en la Universidad Tecnológica. | En la institución Debe ser obligatorio para todos los estudiantes conocer la política ambiental. Instituir materias enfocadas a la sostenibilidad para todas las facultades, requisito de aprobación para obtener grado profesional. |
| Disminución de los recursos naturales. | Planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, mediante la constante investigación, garantizando el cumplimiento de los Respectivos requisitos legales. | Fomentar las compras verdes, con materiales que sean amigables con el ambiente y con muy bajos componentes tóxicos. | Para el año 2017 se aplique al 100% la política de cero papel en la Institución. Fortaleciendo la sistematización de datos |
| Afectación a los diferentes ecosistemas | Identificar los diferentes ecosistemas dentro y por fuera del campus universitario , promoviendo la conservación y el mantenimiento adecuado de estas áreas | Decretar zonas protegidas dentro y fuera de la institución para Garantizar el mantenimiento de los ecosistemas y penalizar la violación a este decreto. | Crear políticas internas en las cuales sea obligatorio el Cuidado y preservación de toda especie. Fortalecer programas de sustentabilidad para aplicar estrategias dentro del campus |

Fuente: Elaboración propia.

11 CONCLUSIONES

El análisis llevado a cabo en la Universidad Tecnológica de Pereira permitió encontrar las diferentes interacciones entre los elementos del sistema institucional estudiados, con relación a su entorno natural y determinando las posibles interacciones e impactos ambientales provocados en el medio.

La conceptualización y los cálculos realizados en los diferentes flujos de agua, materiales y energía, permitieron estimar los consumos por parte de la población institucional y la magnitud de estos, comparando los datos con instituciones a nivel local y mundial, y teniendo referentes como son el ranking UI GreenMetric World University, el cual posiciona a la institución como la cuarta universidad verde a nivel nacional, para el año 2015, tomando en cuenta varios factores ambientales en todas las universidades de Colombia.

Los consumos registrados por parte de la comunidad institucional determinan varios factores importantes como son; la institución no es autosuficiente en materiales y energía, como tampoco en reabsorción de desechos, lo cual establece que el metabolismo funciona de manera lineal, para esto se puede tomar como ejemplo universidades que están en proceso de abastecimiento propio de energía, como lo es la Universidad Politécnica Valencia, la cual cuenta con plantas de energía limpias y programas eficientes de recirculación de desechos, por lo cual es importante que se desarrollen programas que gestionen, procesen y recirculen desechos dentro del campus universitario.

En cuanto al consumo y aprovechamiento del agua, se deben fomentar el aprovechamiento de aguas lluvias, ampliar la planta de tratamiento institucional o implementar pozos sépticos para las diferentes facultades que no cuenta con ningún tratamiento de aguas residuales.

El conocimiento de la comunidad institucional acerca de los problemas o falencias que presenta la universidad deben ser fortalecido por medio de la política ambiental institucional, ya que fomentar este conocimiento facilitará la implementación de programas ambientales que fortalezcan el estado ambiental para crecer de forma prolongada y llegar a ser una de las instituciones más sustentables del país.

El estudio del metabolismo institucional es una herramienta que permite cuantificar las demandas sobre los recursos naturales que requiere una institución para su crecimiento, también se puede conocer que tan autosuficiente es el sistema y las diferentes relaciones tanto externas como internas, los análisis de flujos da un seguimiento al origen y destino de los componentes que lo conforman.

12 RECOMENDACIONES

Es necesario que la Universidad Tecnológica de Pereira cuente con un sistema de información continuo acerca del estado ambiental en el cual se encuentra, descrito desde las entradas al sistema hasta su salida, todo de forma detallada, que esté al alcance de toda la comunidad universitaria con el objetivo de mejorar la eficiencia del sistema y prevenir los impactos ambientales más significativos.

Además que dicho sistema involucre de manera directa la política ambiental institucional la cual debe ser modificada de acuerdo a los avances y cambios que sufra universidad.

La Universidad Tecnológica de Pereira posee un potencial ambiental muy el alto, el cual debe ser aprovechado, realizando las mejoras mencionadas en este documento para prevenir futuros impactos.

13 BIBLIOGRAFÍA

10ª Audiencia pública de rendición de cuentas a la ciudadanía (2014), Universidad Tecnológica de Pereira, población institucional, programas académicos, recursos físicos. 14 ciudades de Colombia, boletín n°6, medio ambiente, 2011 -2013.

Aparicio, L. Et al. (2014). Combined MFA and LCA approach to evaluate the metabolism of service polygons: A case study on a university campus. Pag 1-13.

CENTRO DE GESTION AMBIENTAL, (2015), Datos históricos, consumo de agua, consumo de energía, UTP recicla, residuos peligrosos, Universidad Tecnológica de Pereira cerrados, capítulo 4 , pag 165.

DÍAZ, A, (2011). Metabolismo de la ciudad de Bogotá D.C. una herramienta para el análisis de la sostenibilidad ambiental urbana, Bases conceptuales: metabolismo materia y energía, pag 13 – 22.

GARCIA, HUMBERTO, (2015), Estudio de la Eficiencia Energética y de Agua de los edificios de Mecánica y de Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira

GARCÍA, M, (2013). Metabolismo urbano en el AMCO, consideraciones teóricas, origen y evolución de concepto de metabolismo urbano.

GOOGLE EARTH, campus Universidad Tecnológica de Pereira, 2015.

HABERL, H., Erb, K.-H., & Krausmann, F. (2001). How to calculate and interpret ecological footprints for long periods of time: the case of Austria (1926-1995). *Ecological Economics*, 38(1), 25-45. Citado Holmes, Pincetl. 2012.

HOLMES, Pincetl. (2012). Center for Sustainable Urban Systems UCLA institute of the environment urban metabolism literature review.

IDEAM, (2010, 2011) participación ciudadana, hidrología, oferta y demanda de agua.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES, et al, (2009) Plan de Manejo Ambiental, Universidad Tecnológica de Pereira.

LEY 1672 2013, "por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y se dictan otras disposiciones", capítulos 2, 3.

LOPEZ, Nathalia, programa de uso racional y eficiente del agua en la Universidad del Valle- Meléndez, 2014.

LOS RESIDUOS ELECTRONICOS, un desafío para la sociedad del conocimiento en América Latina y el Caribe, UNESCO 2010, pag 110 – 113. Disponible en <http://www.unesco.org.uy/ci/fileadmin/comunicacion-informacion/LibroE-Basura-web.pdf>.

MARTÍNEZ, p. (2010) propuesta metodológica para la evaluación de impacto en Colombia, matrices de evaluación de impacto.

Odum, H. T. (1998). EMERGY evaluation. Paper presented at the International Workshop on Advances in Energy Studies: Energy flows in ecology and economy. Citado Holmes, Pincetl. 2012.

Quintero, Tabares. (2015). metabolismo urbano en el flujo de materiales de construcción de vivienda de la ciudad de Pereira,

RED DE CIUDADES COMO VAMOS, (2015) informe de calidad de vida comparado en

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS – 2000, sección II, Título D, sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales.

TERMODINAMICA CENGEL,(2008) sexta edición, Análisis de Energía de Sistemas

TRUJILLO, SARMIENTO, (2012) estrategias de uso eficiente y ahorro de agua en centros educativos, caso de estudio, edificio facultad de ciencias ambientales – Universidad Tecnológica de Pereira.

UI GREENMETRIC WORLD UNIVERSITY, ranking, Universidad Teconologica de Pereira, 2015.

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA, (2015) estadísticas e indicadores estratégicos, población estudiantil, administrativos, profesores, 2010 - 2.

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA, declaración ambiental, sistema de gestión ambiental, consumo de residuos peligrosos, consumo de aparatos eléctricos y electrónicos, 2014.

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA, (2015) Almacén, información, implementos de oficina, 2010- 2014.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, (2015) División de Sistemas, información residuos tecnológicos y programas de disposición final, 2010-2014.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, mapa de sitio, ubicación, disponible en <http://www.utp.edu.co/principal/mapa.php> 2015.

Wolman, A. (1965). Scientific American, citado por García, M, (2013). Metabolismo urbano en el AMCO

14 ANEXOS

14.1 Anexo 1. Consumo de agua m³/ año

| Año | m ³ / año | población estudiantil matriculados (pregrado y posgrado) | población administrativos (administrador de nómina, transitorio y de planta) | población docentes (transitorios, catedráticos y de planta) | total población UTP | consumo de agua L/ usuario día | total m ³ / persona año |
|-------|----------------------|---|--|---|---------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| 2010 | 39455 | 15746 | 463 | 2912 | 19121 | 5,65 | 2,06 |
| 2011 | 36713 | 16241 | 446 | 2759 | 19446 | 5,17 | 1,89 |
| 2012 | 37623 | 16132 | 438 | 2876 | 19446 | 5,30 | 1,93 |
| 2013 | 37010 | 17418 | 406 | 2854 | 20678 | 4,90 | 1,79 |
| 2014 | 40703 | 17991 | 393 | 2495 | 20879 | 5,34 | 1,95 |
| total | 191504 | 83528 | 2146 | 13896 | 99570 | 26,37 | 9,63 |

14.2 Anexo 2. Consumo de energía kWh/ año

| Año | consumo general | población estudiantil matriculados (pregrado y posgrado) | población administrativos (administrador de nómina, transitorio y de planta) | población docentes (transitorios, catedráticos y de planta) | total población UTP | kWh/ persona año |
|-------|-----------------|---|--|---|---------------------|------------------|
| 2011 | 2193849 | 16241 | 446 | 2759 | 19446 | 112,817 |
| 2012 | 2400178 | 16132 | 438 | 2876 | 19446 | 123,428 |
| 2013 | 1929043 | 17418 | 406 | 2854 | 20678 | 93,290 |
| 2014 | 2473789 | 17991 | 393 | 2495 | 20879 | 118,482 |
| total | 8996859 | 67782 | 1683 | 10984 | 80449 | 112,004 |

14.3 Anexo 3. Reciclaje Kg/ año

| año | periódico | archivo | cartón | Plega | embalaje | total | población estudiantil matriculados (pregrado y posgrado) | población administrativos (administrador de nómina, transitorio y de planta) | población docentes (transitorios, catedráticos y de planta) | total población UTP | total reciclaje persona año |
|-------|-----------|---------|--------|-------|----------|-------|---|--|---|---------------------|-----------------------------|
| 2010 | 656 | 4073 | 317 | 81 | | 5127 | 15746 | 463 | 2912 | 19121 | 0,268 |
| 2011 | 1902 | 5650 | 669 | 176 | 136 | 8533 | 16241 | 446 | 2759 | 19446 | 0,439 |
| 2012 | 1058 | 7406 | 1418 | 629 | 96 | 10607 | 16132 | 438 | 2876 | 19446 | 0,545 |
| 2013 | 1036 | 7331 | 1827 | 230 | 170 | 10594 | 17418 | 406 | 2854 | 20678 | 0,512 |
| 2014 | | | | | | 12218 | 17991 | 393 | 2495 | 20879 | 0,585 |
| total | 4652 | 24460 | 4231 | 1116 | 402 | 47079 | 83528 | 2146 | 13896 | 99570 | 2,350 |

| año | periódico | archivo | cartón | Plega | embalaje | total | población estudiantil matriculados (pregrado y posgrado) | población administrativos (administrador de nómina, transitorio y de planta) | población docentes (transitorios, catedráticos y de planta) | total población UTP | total reciclaje persona año |
|-------|-----------|---------|--------|-------|----------|-------|---|--|---|---------------------|-----------------------------|
| 2010 | 656 | 4073 | 317 | 81 | | 5127 | 15746 | 463 | 2912 | 19121 | 0,268 |
| 2011 | 1902 | 5650 | 669 | 176 | 136 | 8533 | 16241 | 446 | 2759 | 19446 | 0,439 |
| 2012 | 1058 | 7406 | 1418 | 629 | 96 | 10607 | 16132 | 438 | 2876 | 19446 | 0,545 |
| 2013 | 1036 | 7331 | 1827 | 230 | 170 | 10594 | 17418 | 406 | 2854 | 20678 | 0,512 |
| 2014 | | | | | | 12218 | 17991 | 393 | 2495 | 20879 | 0,585 |
| total | 4652 | 24460 | 4231 | 1116 | 402 | 47079 | 83528 | 2146 | 13896 | 99570 | 2,350 |

14.4 Anexo 4 residuos peligrosos

| año | Cortopunzantes | Biosanitarios | Anatomopatologicos | reactivos | total |
|-------|----------------|---------------|--------------------|-----------|--------|
| 2011 | | | | | |
| 2012 | | | | | |
| 2013 | | 13,6 | 1075,8 | 105,8 | 1195,2 |
| 2014 | | 23,5 | 1507,7 | 65,4 | 1596,6 |
| total | | 37,1 | 2583,5 | 171,2 | 2791,8 |

14.5 Anexo 5 residuos tecnológicos

| año | CPU | Impresoras | Portátil | Scanner | Plotter | Disco Duro | Teclados | Mouse | Board | Total |
|-------|-----|------------|----------|---------|---------|------------|----------|-------|-------|-------|
| 2010 | 11 | 11 | 5 | 1 | | | | | | 28 |
| 2011 | 36 | 40 | 2 | 1 | 1 | | | | | 80 |
| 2012 | 32 | 18 | | 3 | | | | | | 53 |
| 2013 | 3 | 7 | 3 | 4 | | 10 | 18 | 4 | | 49 |
| 2014 | 42 | 38 | 3 | 6 | | 12 | 42 | 16 | 6 | 165 |
| total | 124 | 114 | 6 | 15 | 1 | 22 | 60 | 20 | 6 | 375 |

14.6 Anexo 6 implementos de oficina

| año | Papel bond carta (resmas) | Papel bond oficio (resmas) | Papel periódico 70 x 100 | Toner y tintas (unidades) | Marcadores para acetato (unidades) | Marcadores secos (unidades) | Marcadores desechables (unidades) | Marcador resaltador (unidades) | Total (unidades) |
|-------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------------|
| 2010 | 5056 | 1012 | 120 | 772 | 511 | 16466 | 1818 | 1278 | 27033 |
| 2011 | 5167 | 372 | 39 | 611 | 510 | 17301 | 2203 | 1157 | 27360 |
| 2012 | 3346 | 426 | 31 | 440 | 883 | 16340 | 1837 | 1139 | 24442 |
| 2013 | 2993 | 327 | 80 | 400 | 772 | 14528 | 1125 | 1204 | 21429 |
| 2014 | 2699 | 343 | 115 | 301 | 995 | 15826 | 1701 | 1414 | 23394 |
| total | 19261 | 2480 | 385 | 2524 | 3671 | 80461 | 8684 | 6192 | 123658 |

| población estudiantil matriculados (pregrado y posgrado) | población administrativos (administrador de nómina, transitorio y de planta) | población docentes (transitorios, catedráticos y de planta) | total población administrativos y docentes | total persona |
|--|--|---|--|---------------|
| 15746 | 463 | 2912 | 3375 | 8,01 |
| 16241 | 446 | 2759 | 3205 | 8,54 |
| 16132 | 438 | 2876 | 3314 | 7,38 |
| 17418 | 406 | 2854 | 3260 | 6,57 |
| 17991 | 393 | 2495 | 2888 | 8,10 |
| 83528 | 2146 | 13896 | 16042 | 38,60 |

14.7 Anexo 7. Matriz de evaluación de impacto

| matriz evaluación de impactos | agua | | | | aire | | suelo | | |
|--|---|--|--|---|--|---|---|--|---|
| | contaminación de fuentes hídricas por vertimientos | disminución de la oferta de agua | contaminación de fuentes hídricas por inadecuada disposición de residuos solidos | perdida de las condiciones naturales del agua | contaminación por emisiones de calor a la atmosfera | contaminación por emisiones de gases contaminantes a la atmosfera | contaminación por derrame de sustancias químicas | contaminación del suelo por inadecuada disposición de residuos solidos | contaminación del suelo por absorción de agua residuales |
| agua | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| energía | 0 | 2 | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| materiales | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| alimentos | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| total | 7 | 10 | 8 | 9 | 4 | 4 | 3 | 5 | 3 |

| biodiversidad | | | salud | | total |
|--------------------------------|---|---|------------------------------|--|-------|
| perdida de la biodiversidad | disminución de los recursos naturales | afectación a diferentes ecosistemas | proliferación de vectores | enfermedades transmitidas por alimentos o agua contaminada | |
| 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 29 |
| 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 17 |
| 3 | 3 | 3 | 2 | 0 | 33 |
| 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 21 |
| 11 | 12 | 11 | 7 | 6 | 100 |

14.8 Anexo 8 matriz de priorización de impactos

| IM | IM 1 contaminación de fuentes hídricas por vertimientos | IM 2 disminución de la oferta de agua | IM 3 contaminación de fuentes hídricas por inadecuada disposición de residuos solidos | IM 4 perdida de las condiciones naturales del agua | IM 5 contaminación por emisiones de calor a la atmosfera | IM 6 contaminación por emisiones de gases contaminantes a la atmosfera | IM 7 contaminación por derrame de sustancias químicas | IM 8 contaminación del suelo por inadecuada disposición de residuos solidos | IM 9 contaminación del suelo por absorción de agua residuales |
|---------|---|--|---|--|--|---|---|---|--|
| 1 | | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 2 | 3 | | 3 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 3 | 3 | 3 | | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 4 | 3 | 3 | 3 | | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 5 | 0 | 2 | 0 | 2 | | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 3 | 0 | 2 | 3 | | 3 | 2 | 0 |
| 7 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | | 2 | 2 |
| 8 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | | 1 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 2 | |
| 10 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 11 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 |
| 12 | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 13 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| pasivos | 28 | 34 | 23 | 32 | 20 | 9 | 8 | 14 | 20 |

| IM 10 perdida de la biodiversidad | IM 11 disminución de los recursos naturales | IM 12 afectación a diferentes ecosistemas | IM 13 proliferación de vectores | IM 14 enfermedades transmitidas por alimentos o agua contaminada | activos |
|---|--|--|---------------------------------------|--|---------|
| 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 26 |
| 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 25 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 26 |
| 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 27 |
| 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 16 |
| 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 22 |
| 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 30 |
| 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 29 |
| 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 27 |
| | 3 | 3 | 0 | 3 | 28 |
| 3 | | 3 | 0 | 0 | 23 |
| 3 | 3 | | 0 | 0 | 24 |
| 0 | 0 | 0 | | 3 | 5 |
| 0 | 0 | 0 | 3 | | 13 |
| 33 | 33 | 33 | 13 | 21 | |