

Universidad Autónoma de Baja California

INSTITUTO DE INGENIERÍA

Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería



*“Evaluación de la huella ecológica
del Instituto de Ingeniería de la
UABC”*

TESIS

Que para obtener el grado de:
Maestro en Ingeniería

Presenta
Martha Cecilia López Millán

Director:
Dr. Margarito Quintero Núñez

Mexicali, B. C., Septiembre del 2014

Dedicatoria

A mis amadas hijas Natalia y Daniela, porque me han regalado el tiempo que les pertenecía para realizar esta investigación y la han enriquecido con su natural curiosidad por el mundo en que vivimos, ustedes son la alegría de mi vida.

A Pedro, mi compañero eterno, por su amor incondicional, paciencia y comprensión, por saber apoyarme en cada momento, y estar siempre a mi lado, por ponerme al principio en tus prioridades.

A mis padres por su ejemplo de vida y por todos los sacrificios que han sabido hacer para educarme y procurar para mí lo mejor que estuvo en sus manos, no existen palabras para describir lo que siento por ustedes.

A mis hermanas Lorena y Juliana que son también mis mejores amigas, compañeras de aventuras y quienes siempre me han brindado comprensión y un refugio del mundo.

Agradecimientos

Al Dr. Margarito Quintero Núñez por dirigir la investigación y por sus acertadas sugerencias que la enriquecieron, por su genuino interés en el medio ambiente.

Al Dr. Miguel Angel Martínez y Dr. Osvaldo Leyva Camacho por su ayuda y compromiso en la revisión de mi tesis.

Al Dr. Rafael García Cueto que me alentó con su entusiasmo a seguir adelante con este proyecto, por las críticas constructivas y profesionales hacia mi trabajo que me ayudaron a mejorarlo semestre tras semestre.

Al Dr. Nicolás Velázquez por la pasión con que encara las problemáticas actuales y el deseo limpio de lograr un cambio a través de la educación, por su disposición para aportar a nuestra investigación.

A los alumnos del Doctorado en Energía Iván Rangel Gaxiola y René Rendón por su colaboración en la utilización de los aparatos de medición de energía eléctrica y a los jóvenes estudiantes de licenciatura que colaboraron en la recolección de papel.

Muy especialmente a mi suegra la señora Norma Alicia Rodelo Solís por su apoyo y cariño y a mi compañero Dr. Miguel Ángel Canales Rodríguez.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para la realización de este estudio de Maestría.

A la Universidad Autónoma de Baja California y al Instituto de Ingeniería de la UABC.

Resumen

El propósito de este trabajo es dar a conocer cuánto y de qué manera está contribuyendo el Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California en la contaminación ambiental por medio de su huella ecológica. La huella ecológica se define como el territorio ecológicamente productivo necesario para la asimilación de residuos y la generación de recursos necesarios para que una población definida subsista. La metodología utilizada es la cuantificación de toneladas de CO₂ derivadas de los siguientes factores: consumo de agua, energía y papel, desplazamientos en medios de transporte que utilicen combustible de los miembros de la comunidad del Instituto de Ingeniería, así como las derivadas de la construcción del edificio. Se integra por primera vez en una institución educativa la huella ecológica de la movilidad en avión. Los resultados se expresan en hectáreas de tierra de absorción de CO₂ necesarias para que las emisiones de CO₂ a la atmósfera que son producto de las actividades del Instituto de Ingeniería sean absorbidas. La huella ecológica del Instituto de Ingeniería en el 2013 resultó de la siguiente manera: 97.62 ha equivalente a 1.09 ha per cápita o 4.98 hag per cápita. Estos resultados por el momento son puntuales, sin embargo ayudan a conocer el nivel de sustentabilidad del Instituto de Ingeniería y proporciona datos interesantes de consumos que pueden ser de ayuda a la administración en la toma de decisiones. Con el presente documento se propone aplicar el análisis de la huella ecológica de manera recurrente para entrar en un ciclo de mejora en pro del medio ambiente.

Abstract

The purpose of this work is get to know how much is contributing the Engineering Institute of the Autonomous University of Baja California on environmental pollution through their ecological footprint. The ecological footprint is defined as the land area that would be required to support a defined human population and material. The methodology used is the quantification of tons of CO₂ arising from the following factors: consumption of water, energy and paper, transportation from the Institute of Engineering community members, as well as those arising from the building construction. The ecological footprint of mobility by plane is integrated for the first time in an educational institution. The results are expressed in hectares of land needed to absorb CO₂ emissions that result from the activities of the Engineering Institute. The ecological footprint of the Institute of Engineering in 2013 is 97.62 ha that are equivalent to 1.09 hectares per capita or 4.98 gha per capita. This result so far is a starting point, however helps to determine the level of sustainability of the Institute of Engineering and provides interesting data about consumption that may be helpful to management for decision making. The present work proposes to apply the analysis of the ecological footprint in a yearly basis to ensure the continuous improvement on the environment.

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Lista de Figuras	ix
Lista de Tablas.....	ix
Nomenclatura	x
Capítulo I	2
INTRODUCCIÓN.....	2
1.1.-Antecedentes.....	4
1.2.- Hipótesis	7
1.3.- Objetivos	7
1.3.1 Particulares :	7
Capítulo II.....	8
MARCO TEORICO	8
2.1 Huella ecológica.....	9
2.2.- Factores a evaluar, su justificación.....	9
2.2.1 De la movilidad del personal.....	12
2.2.2 Del Consumo de energía eléctrica	14
2.2.3 Del Consumo de agua.....	15
2.2.4 Del consumo del papel	19
2.2.5 De la construcción del edificio	21
2.3 Huella ecológica en otras universidades.....	22
2.4 Otras aplicaciones de la huella ecológica	24
Capítulo III.....	26
METODOLOGIA APLICADA EN EL INSTITUTO DE INGENIERIA	26
3.1 Movilidad del personal (emisiones de CO2 a la atmósfera derivadas del transporte de personal)	26
3.2.- Consumo de energía eléctrica.....	28

3.3.- Consumo de agua	30
3.4.- Consumo de papel	32
3.5 Construcción Edificio.....	33
3.6 Huella ecológica.....	33
Capítulo IV	35
ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS	35
4.1.- Movilidad	35
4.2.- Consumo de Energía Eléctrica.....	39
4.3.- Consumo de Agua	41
4.4.- Consumo de papel	43
4.5.- Construcción del edificio.....	44
4.6.- Conversión de CO2 a hectáreas y hectáreas globales	46
Capítulo V	47
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	47
5.1 Discusión	48
5.1.1 Huella ecológica derivada de la movilidad de la población del Instituto de Ingeniería.....	48
5.1.2 Huella ecológica derivada del consumo de energía eléctrica	49
5.1.3.-Huella ecológica derivada del consumo de agua	50
5.1.4.-Huella ecológica derivada del consumo de papel	50
5.1.5.-Huella ecológica derivada de la construcción del edificio	51
5.2 Conclusión	51
5.3 Recomendaciones para futuras investigaciones.....	53
5.3.1 Recomendaciones para reducir la huella ecológica derivada de la movilidad de la población del Instituto de Ingeniería.	53
5.3.2.- Recomendaciones para reducir la huella ecológica derivada del consumo de energía eléctrica	54
5.3.3.- Recomendaciones para reducir la huella ecológica derivada del consumo de agua	55
5.3.4.- Recomendaciones para reducir la huella ecológica derivada del consumo de papel	55

5.3.5.- Recomendaciones para reducir la huella ecológica derivada de la construcción del edificio	55
Referencias	57
Anexos	63
Anexo 1 Encuesta	63
Anexo 2 Concentrado de respuestas a encuesta	64
Anexo 3	65
3.1 Mediciones de energía eléctrica temporada de invierno	65
3.2 Mediciones de energía eléctrica temporada de verano	70
Anexo 4	74
Mediciones de consumo de agua en metros cúbicos.....	74
Anexo 5	75
Indicadores de recuperación de papel.....	75

Lista de Figuras

Fig.3.1 Equipo Elite Pro del fabricante Pacific Science and Technology para medición de energía eléctrica,	29
Fig. 3.2 Localización de medidores de agua en el Instituto de Ingeniería,	31
Fig. 4.1 Consumo de agua en litros por medidor,.....	42
Fig. 4.2 Consumo de agua por edificio,	43
Fig 5.1 Ciclo de mejora de la Huella Ecológica,	53

Lista de Tablas

Tabla 1.1 "Gases de efecto Invernadero",	4
Tabla 2.1 Tabla comparativa de Huella Ecológica y factores utilizados en Universidades,	23
Tabla 3.1. CO2 por kilometro en diferentes medios de transporte,	27
Tabla 3.2 Consumo energético por metro cúbico de agua,	31
Tabla 3.3 Factores de equivalencia por tipo de tierra ecológicamente productiva,	34
Tabla 4.1 Concentrado de respuestas de encuesta movilidad,	37
Tabla 4.2. Kilogramos de CO2 anuales derivados de la movilidad,	39
Tabla 4.3. Consumos mensuales de energía eléctrica,	41
Tabla 4.4 Materiales utilizados en el Instituto de Ingeniería y sus emisiones,	45
Tabla 4.5. Huella ecológica por factores del Instituto de Ingeniería,.....	46

Nomenclatura

Símbolo	Descripción
CO ₂	Dióxido de carbono
CO _{2e}	Dióxido de carbono equivalente
Gwh	Gigawatt hora
Ha	Hectáreas
Ha/cap	Hectáreas per cápita
Hag	Hectáreas globales
Hag/cap	Hectáreas globales per cápita
HE	Huella ecológica
Kg	kilogramos
kg CO ₂	kilogramos de dióxido de carbono
Kwh	Kilowatt hora
kwh/m ³	kilowatt hora por metro cúbico
m ³	Metros cúbicos
Mj	Mega Joule
MJ/kg	Mega Joule por kilogramo
Ton	Toneladas

Siglas	Significado
CESPM	Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali
CFE	Comisión Federal de Electricidad
ETSAV	Escuela de Arquitectura del Vallés
GEI	Gases de efecto invernadero
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
LEED	Acrónimo de Leadership in Energy & Environmental Design
MIES	Modelo de investigación de edificación sostenible
USGBC	U.S. Green Building Council
UABC	Universidad Autónoma de Baja California

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

*“Obvious but profound: we
depend on nature”.*

Rees & Wackernagel, 1996

1.1.- Antecedentes

1.2.- Hipótesis

1.3- Objetivos

Objetivos particulares

La contaminación ambiental es un problema a nivel mundial, de tal manera que la percepción del individuo común es que no es posible hacer algo al respecto. En ocasiones se habla del impacto ambiental atribuido a determinadas actuaciones industriales o al tráfico en general y se descuida el entorno más inmediato. El Instituto de Ingeniería se ha mostrado sensible desde hace tiempo por la temática ambiental, y sus integrantes se han dado cuenta de que es necesario minimizar el impacto propio, puesto que resulta imposible su eliminación total. Por lo que se ha propuesto en consecuencia, hacer una estimación aproximada del impacto del Instituto de Ingeniería, para encontrar y añadir los criterios de sostenibilidad más adecuados a la planificación estratégica del Instituto. El trabajo que se desea realizar se suma a otras actuaciones como planes de ahorro de energía eléctrica, ahorro de agua, reciclado de papel, compactación de basura entre otros, impulsadas desde el Plan de Desarrollo Institucional

de la UABC (Cuamea, 2011) e incorpora a diferencia de otros estudios similares, una nueva unidad de valoración que se llama Huella Ecológica, que no es más que una forma de medir el impacto sobre la tierra debido al antropomorfismo.

Se puede decir que la superficie de territorio ecológicamente productiva necesaria para generar los recursos utilizados y asimilar los residuos producidos por una población definida, con un nivel de vida determinado es su huella ecológica (Rees y Wackernagel, 1995).

Entendiendo por nivel de vida, como una población que genera cantidades de residuos y consume cantidades de materia prima de magnitudes similares.

Utilizando esta nueva unidad de valoración, se pretende hacer una investigación que lleve a determinar la huella ecológica del Instituto de Ingeniería, y con éste resultado se dará pie para que se determinen mejores prácticas que ayuden a aminorar la huella ecológica que se está dejando en el planeta.

Al conocer la huella ecológica del Instituto de Ingeniería, se estará en posición de conocer las prácticas y hábitos de quienes logran tener un impacto menos significativo en el medio ambiente y emularlas, difundirlas. También es una forma potencial de medir el impacto ambiental de los diferentes edificios de la UABC y determinar la sostenibilidad del Instituto. Se entiende por sostenible como la característica o estado según el cual pueden satisfacerse las necesidades de la población actual y local sin comprometer la capacidad de generaciones futuras o de poblaciones de otras regiones para satisfacer sus necesidades (Macedo, 2005).

1.1.-Antecedentes

Hoy en día el término “huella de carbono” se usa como una abreviación para la cantidad de dióxido de carbono que es emitido por una actividad o una organización. En otras palabras, cuando se conduce un carro, el motor quema combustible que crea una cierta cantidad de CO₂, dependiendo de su consumo y la distancia de manejo. Cuando se calienta una casa con combustóleo, gas o carbón, también se genera CO₂. Aun si se calienta la casa con electricidad, la generación de la carga eléctrica puede emitir una cierta cantidad de CO₂ en su lugar de generación, sobre todo cuando se usan combustibles fósiles. Cuando se compra alimentos y mercancías, la producción de éstos, también emiten algunas cantidades de CO₂.

La huella de carbono es también un indicador ambiental que da origen a las emisiones netas de gases de efecto invernadero medidos como CO_{2e} (CO₂ equivalente), (Jumilla 2012). Los gases de efecto invernadero GEI son contabilizados en toneladas de CO_{2e}, tomando como referencia su potencial de calentamiento global, para los 6 gases contemplados en el protocolo de Kioto la equivalencia de CO₂ es la siguiente:

Tabla 1.1 "Gases de efecto Invernadero"

1	Dióxido de carbono CO₂
21	Metano (CH₄)
310	Oxido nitroso (N₂O)
12-1300-12000	Hidrofluorocarbonos (HFC)
5700-11900	Perfluorocarbonos (PFC)
22200	Hexafluoruro de azufre (SF₆)

(Toledo et al 2010)

Donde la columna de la izquierda presenta los potenciales de calentamiento de los gases de efecto invernadero y el dióxido de carbono tiene un valor de 1 debido a que es una medida relativa de cuánto calor puede ser atrapado por el dióxido de carbono para un periodo de 100 años. El componente de carbono de la Huella Ecológica toma un enfoque ligeramente diferente, trasladando la cantidad de dióxido de carbono a la cantidad de tierra productiva o área de mar requerida para secuestrar las emisiones de dióxido de carbono. Esto se explica en términos de la demanda en el planeta que resulta de la quema de combustibles fósiles. Midiéndola de esta manera ofrece ventajas importantes.

A nivel práctico, la huella ecológica muestra cómo las emisiones de carbono se comparan e interactúan con otros elementos de demanda humana, tales como la explotación de las fuentes de comida, la cantidad de recursos vivos requeridos para hacer los productos que se consumen y la cantidad de tierra que se dejan fuera de producción cuando se pavimentan avenidas o calles para construir ciudades y caminos. La huella de carbono es el 54% del total de la huella ecológica general de la humanidad y su componente de crecimiento más rápido. Reducir la huella de carbono de la humanidad es el paso más esencial que se puede tomar para terminar los excesos y para vivir con los medios que provee el planeta tierra.

El marco de referencia de la huella ecológica, permite tratar el problema de una manera comprensiva, a tal punto que no pasa la carga de un sistema natural a otro. También muestra el cambio climático en un contexto mayor, uno en el que integra todas las amenazas que se encaran hoy en día.

El cambio climático, la deforestación, sobrepastoreo, colapso de las pescaderías, inseguridad alimenticia y la rápida extinción de las especies todas son parte de un problema único muy grande; la humanidad está demandando simplemente más de lo que la tierra puede proveer. Si se hace un enfoque a este tema únicamente, se pueden tratar todos sus síntomas, en lugar de resolver un problema a costa a de otro.

Si se representan las demandas humanas con la Huella Ecológica, entonces éstas demandas pueden compararse con la capacidad biológica (suministros ecológicos) de una región o del mundo. Cuando las demandas humanas exceden los suministros ecológicos, disminuye el capital natural (del cual dependen las generaciones actuales y futuras). A esta situación se le llama “sobrecarga” o déficit ecológico mundial. Los cálculos actuales evalúan el consumo por nación de 60 categorías de recursos (incluyendo los productos primarios, como leche o madera y los productos manufacturados derivados de estos). Los resultados se obtienen sumando las importaciones y restando las exportaciones a la producción nacional. El uso de recursos y la emisión de desechos se expresan en hectáreas, que se obtienen mediante el cálculo de la cantidad de espacio biológicamente productivo necesario para proporcionar esos servicios utilizando la tecnología actual. Así se tiene que la Huella Ecológica de un ciudadano mundial promedio es de 2.9 hectáreas, la de un alemán promedio de 6.0 hectáreas, y la de un estadounidense promedio de 12.5 hectáreas. En el mundo existen solamente 2.1 hectáreas de espacio biológicamente productivo disponible para cada persona en la Tierra, pero la Huella Ecológica promedio mundial es de 2.9 hectáreas por persona; esto significa que la humanidad está sobrepasando la capacidad ecológica de la biosfera en casi un 35 por ciento. Es decir, se toma más de lo que la naturaleza puede dar. La biosfera necesita aproximadamente 16 meses para renovar lo que la humanidad consume en un año, lo que trae como consecuencia que el capital natural de la Tierra se esté agotando (Redefining progress, 2007)

Como se ha explicado, calcular la huella ecológica es una forma de conocer cuánto se está contribuyendo en la contaminación ambiental, es por tal motivo que se realiza la evaluación de la huella ecológica del Instituto de Ingeniería de la UABC.

1.2.- Hipótesis

¿La vida académica del Instituto de Ingeniería acarrea una huella ecológica significativa?

1.3.- Objetivos

Realizar una evaluación de la huella ecológica del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California.

1.3.1 Particulares :

Obtener la huella ecológica en el instituto de Ingeniería de:

- La construcción y uso del edificio.
- La movilidad de las personas que atienden al Instituto de Ingeniería.
- El uso del papel
- El consumo de energía eléctrica
- El consumo de agua

Capítulo II

MARCO TEORICO

*“Dime y lo olvido, enséñame
y lo recuerdo, involúcrame y
lo aprendo”
Benjamín Franklin*

2.1 Huella ecológica

2.2 Factores a evaluar, su justificación

De la movilidad del personal

Del Consumo de energía
eléctrica

Del Consumo de agua

Del consumo del papel

De la construcción del edificio

2.3 Huella ecológica en otras universidades

2.4 Otras aplicaciones de la huella ecológica

2.1 Huella ecológica

La huella ecológica es un indicador ambiental que nos facilita conocer el impacto de una entidad en el medio ambiente. La huella ecológica puede aplicarse para una persona, una institución, una ciudad, un país e incluso el mundo entero. Sus creadores (Rees y Wackernagel, 1996) la definen como “la superficie de territorio ecológicamente productiva necesaria para generar los recursos utilizados y asimilar los residuos producidos por una población definida, con un nivel de vida determinado”.

Los resultados de una huella ecológica se expresan en hectáreas de territorio ecológicamente productivo. Estos territorios se han dividido de acuerdo a la forma en que son utilizados: comida (áreas de siembra o pastoreo), vivienda (espacio utilizado para la construcción) transporte, bienes y servicios.

Aun no se ha estandarizado la metodología para llevar a cabo el estudio de la huella ecológica, mientras que para obtener la huella ecológica per cápita de un país bastaría con revisar algunas estadísticas globales, como población, cantidad de hectáreas de cultivo, consumos de combustible anuales, entre otras. En cambio para obtener la huella ecológica de un individuo en cualquier parte del mundo, sería necesario aplicar una serie de encuestas en cuanto a sus hábitos de consumo, alimentación, transporte, utilización del agua y de la energía, lugar donde vive, residuos que produce, etc.

2.2.- Factores a evaluar, su justificación.

La huella de carbono ha jugado un papel muy importante en el enfoque que se ha dado al presente estudio de huella ecológica. Partiendo de los organismos evaluadores de huella de

carbono y sus metodologías se han determinado los factores a evaluar en el presente documento de huella ecológica.

Para el cálculo de la huella de carbono se utilizan diferentes metodologías: el protocolo de gases de efecto invernadero, (GHG protocol por sus siglas y palabra en inglés), desarrollado por el World Resources Institute y el World Business Council, la norma ISO14064 (ISO, 2006), el método Bilan Carbone, desarrollado por la Agencia Francesa de Medio Ambiente y Control de la Energía (Espíndola, C., & Valderrama, J. O. 2012), así como la Especificación para la evaluación del ciclo de vida de las emisiones de gases de efecto invernadero de bienes y servicios (PAS 2050:2011) establecida por la British Standards Institution.

El punto central de estas metodologías es contabilizar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero para así poder gestionarlas y reducirlas en lo posible. Dentro del protocolo de gases de efecto invernadero se contemplan tres alcances para dividir sus emisiones. El alcance 1 habla de las emisiones directas que provienen de fuentes que posee o controla la organización que genera la actividad, producto o servicio. El alcance 2 son las emisiones indirectas asociadas a la electricidad: donde se incluye las emisiones derivadas de la generación de electricidad comprada. Por último el alcance 3 incluye las emisiones indirectas que no contempla el alcance 2. Las emisiones de alcance 3 son consecuencia de las necesidades que tiene la organización para producir la actividad, producto o servicio, pero provienen de fuentes que no son propiedad o no son controladas por ellos mismos.

Tomando en cuenta estas definiciones se consideró trabajar con los distintos factores que se listan a continuación:

- Consumo de energía eléctrica
- Construcción del edificio
- Movilidad del personal
- Consumo del agua
- Consumo de papel

El Instituto de Ingeniería no es un generador directo de GEI, sin embargo, existen emisiones del tipo alcance 2 por comprar energía eléctrica, de ahí que se consideró el consumo de energía eléctrica como un factor a evaluar.

Dentro de las emisiones de alcance 3, definidas como las necesarias para producir el servicio, que en este caso es enseñanza e investigación, se encuentran el consumo de papel, agua, movilidad de personal y construcción del edificio.

Existen otros factores a evaluar para obtener la huella ecológica, que no son necesariamente emisiones de GEI como es la alimentación, bienes de consumo, (por ejemplo ropa, muebles, artículos de uso personal, etc), servicios (educación, turismo, bancos, seguros, etc.) Estos factores por lo general son utilizados para huellas ecológicas de ciudades, o poblaciones numerosas, donde la información puede ser tomada de organismos como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) o sus homólogos en las distintas partes del mundo. Para poblaciones pequeñas como lo es el Instituto de Ingeniería, obtener esta información es complicado y una vez obtenida, los resultados pueden ser tan variados que resultarían intrascendentes.

Por otra parte los factores que se han seleccionado, arrojan resultados en kg de CO₂ que a su vez son traducidos a un tipo de tierra ecológicamente productiva, bosques. La única excepción es la construcción del edificio que considera también el espacio de tierra utilizada para construcción.

A continuación se desarrollan los factores a evaluar y su trascendencia para el presente estudio.

2.2.1 De la movilidad del personal

En la vida urbana, la movilidad es el derecho al libre desplazamiento en condiciones óptimas de relación entre medio ambiente, espacio público e infraestructura. La movilidad urbana tiene relación directa con la cultura ciudadana. De acuerdo a Ballén (2007), el derecho a la movilidad se define “...por una parte en función de los intereses que gobiernan los diferentes desplazamientos de las personas. Por otra parte, la movilidad está vinculada a derechos colectivos de gran relevancia en la vida contemporánea como son: medio ambiente, espacio público y accesibilidad universal” (Vargas L. et al, 2012)

Para muchos, los embotellamientos y las horas pasadas en el auto o transporte público son fuente de frustraciones. En 2013 el número de vehículos en México ascendía a 35 millones (INEGI, 2014) y cada día hay más. La industria automovilística busca crecer sin reparar en que el espacio donde estos coches transitan es el mismo.

Los gases que emiten a la atmosfera los motores de combustión interna (bióxido de carbono, metano, óxidos de nitrógeno, ozono y hollín) tienen dos efectos fundamentales, contribuyen al calentamiento global y envenenan los pulmones. La contaminación del aire en las ciudades y el

cambio climático están íntimamente relacionados con el consumo de combustibles fósiles en el transporte.

Desde 1971 las emisiones mundiales de dióxido de carbono producidas por los combustibles fósiles han aumentado 150%. Cada litro de diesel consumido genera 2.6 kg de CO₂ y cada litro de gasolina añade 2.5 kg de CO₂ a la atmósfera (Bermúdez, G. y García, M., 2008). Según Bermudez y Garcia, 2008, el sector transporte genera el 70% de las emisiones de sustancias precursoras del ozono y sus emisiones de CO₂ representan el 21.3% de los GEI en México.

Debido a la naturaleza del trabajo que se lleva a cabo en el Instituto de Ingeniería se hace necesario que los investigadores y estudiantes atiendan eventos nacionales e internacionales, congresos, cursos, talleres, etc., por lo que el medio de transporte que utilizan más frecuentemente es el avión.

Las aeronaves emiten gases y partículas directamente en la troposfera superior y en la estratósfera inferior donde tienen un efecto sobre la composición de la atmósfera. Estos gases y partículas alteran la concentración de los gases atmosféricos de efecto invernadero, que incluyen al dióxido de carbono (CO₂), al ozono (O₃) y al metano (CH₄), desencadenan la formación de estelas de condensación y pueden aumentar la cuantía de nubes cirrus, todo lo cual contribuye al cambio climático. Las principales emisiones de las aeronaves incluyen los gases de efecto invernadero, dióxido de carbono y vapor de agua (H₂O). Otras emisiones importantes son el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂) (que de modo colectivo se los denomina NO_x), los óxidos de azufre (SO_x) y el hollín.

Los impactos climáticos de los gases y de las partículas emitidas y creadas debido a la aviación son más difíciles de cuantificar que las emisiones. Debido a que el dióxido de carbono tiene larga duración atmosférica (≈ 100 años) y de ese modo se mezcla bien en toda la atmósfera, los efectos de las emisiones de las aeronaves no se pueden distinguir de la misma cantidad de dióxido de carbono emitida por cualquier otra fuente. Los otros gases (p.ej., NO_x , SO_x , vapor de agua) y partículas tienen una permanencia atmosférica más breve y se mantienen concentrados cerca de las rutas de vuelo (IPCC, 1999).

Por todo ello, el considerar los viajes en avión como parte del impacto del Instituto de Ingeniería es un acierto, ya que al no contabilizar las emisiones derivadas de esta actividad estaríamos dejando de lado una importante fuente de contaminación atmosférica y también nos negaríamos la oportunidad de mejorar este aspecto de la vida del Instituto de Ingeniería.

2.2.2 Del Consumo de energía eléctrica

La energía eléctrica que se consume en el Instituto de Ingeniería es abastecida por la Compañía Comisión Federal de Electricidad (CFE). El sistema eléctrico de Baja California proviene de tres centros principales de producción de electricidad, uno localizado en Rosarito llamado “Termoeléctrica Central Presidente Juárez”, dos más en Mexicali uno de los cuales es la “Geotermoeléctrica de Cerro Prieto” y el tercero que sería la Termoeléctrica de ciclo combinado “la Rosita o Intergeren” que una tercera parte de su producción se la vende a la CFE y el resto la exporta a los EE. UU.

En el Instituto de Ingeniería se hace uso de la electricidad para alimentar los sistemas de aire acondicionado, iluminación, equipos de laboratorio, computadoras y otros accesorios.

En base a sus proyectos de investigación la UABC contribuyó a dar origen al Programa de Ahorro Sistemático Integral (PASI) administrado por la CFE, después de llevar a cabo estudios sobre iluminación, costos de generación de energía eléctrica, estudios de tarifas eléctricas, de climatología en relación al consumo de energía en zonas cálidas como lo es Mexicali. Y asimismo al poner en práctica programas de ahorro de energía en el campus Mexicali, obtuvo varios Premios Nacionales de Ahorro de Energía en la categoría de Instituciones de Educación Superior (Quintero et al, 2013).

Sin embargo, el no contar con medidores de energía para cada facultad, escuela o instituto no les permite hacer un seguimiento a su consumo, al ahorro, y por ende la eficiencia energética que implica el llevar el buen uso y administración de este recurso.

2.2.3 Del Consumo de agua

El agua es un elemento vital en la sociedad tanto como el suelo y el aire. Hoy en día es tan importante como el petróleo a nivel estratégico y seguridad nacional. En la UABC se hace un esfuerzo por usar el agua eficientemente y ser punta de lanza en la sociedad en la utilización de este recurso. Por ello se planteó el objetivo de reducir su consumo de agua a través de dos estrategias: Instalación de una planta tratadora de aguas residuales en cada uno de los campi e instalación de mingitorios secos y llaves de agua de consumo reducido. De esta manera se logró reducir el consumo de agua por alumno a pesar del aumento de la matrícula; también se cuenta con una línea morada de uso incipiente para el riego de los campos deportivos en el campus Benito Juárez de la UABC (Quintero et al, 2013).

No obstante, debido a que la UABC no estaba obligada a pagar el agua que consumía por decreto de creación, las prácticas de políticas más estrictas de ahorro de agua para cada facultad, escuela o instituto, tales como la instalación de medidores de agua en cada institución para llevar un registro del uso eficiente de la misma no se seguían. A excepción del Instituto de Ingeniería, que cuenta con sus propios medidores de agua, los demás edificios que componen el campus Benito Juárez están interconectados a un solo medidor general de agua.

En el 2000 se inició el programa Agua Para Toda la Vida. A partir de varias reuniones de consulta ciudadana en cada municipio del estado, donde se convocó a integrantes de todos los sectores de la economía y asistieron los miembros del Consejo Consultivo integrado por empresarios y personas distinguidas de la región, se decidió estructurar el proyecto en tres etapas: difusión y planteamiento, compromiso con el sistema educativo estatal y aplicación del programa. Este programa consistió en capacitar a estudiantes de la UABC para que estos a su vez transmitieran los conocimientos sobre el origen, el uso y el manejo del agua que disponemos en Baja California a los maestros y alumnos de educación básica de un total de 21 escuelas piloto. Después se evaluó el del recibo de agua del último mes, a fin de realizar un análisis comparativo de consumo de agua antes y después del programa, lo que en términos prácticos permitió la evaluación del impacto del programa en cada comunidad escolar. Los resultados obtenidos rebasaron las expectativas que se tenían al inicio del proyecto. Sin embargo, una de las conclusiones a las que se llegaron dicta que mientras la población desconozca la verdadera situación de la disponibilidad, uso y manejo del agua en el estado, y no se establezcan las reglas de operación, uso y aprovechamiento, no se apliquen reglamentos para el uso racional, y no sean modificados los hábitos de consumo de todos los usuarios del

agua, ningún presupuesto ni ninguna acción correctiva serán suficientes para resolver la grave y creciente problemática del agua, actual y futura, a la que nos enfrentamos en Baja California (Román, 2011). Desafortunadamente no ha habido una continuidad del programa a la fecha.

Consciente la UABC de su compromiso con el medio ambiente, el 18 de Octubre del 2004 se realizó un convenio de colaboración con la Comisión de Servicios Públicos de Mexicali (CESPM) en donde se acordó que se suministraría a la UABC 35 litros de agua al día por cada empleado, maestro o alumno debidamente inscrito, y donde la UABC se comprometía a pagar el excedente en caso de que se tuviera. Más adelante el 9 de Julio del 2010 se llegó a un nuevo acuerdo para promover la colaboración entre las partes: Poder Ejecutivo del Gobierno del Estado, CESPM y sus análogas en los diferentes municipios de Baja California, Comisión Estatal del Agua y la UABC, con el objetivo de lograr el eficiente y adecuado aprovechamiento del servicio de agua potable y alcantarillado de aguas negras que prestan las comisiones y la UABC en los diferentes municipios del estado, fomentando el ahorro y la cultura del agua como medio indispensable para la vida y desarrollo de la comunidad y establecer las bases de coordinación a efecto de que la UABC cuente con un programa de plantas de tratamiento de aguas residuales en cada uno de los campus universitarios, que promueva activamente el reuso de aguas tratadas en la irrigación de las áreas verdes de la UABC como una estrategia seria y viable encaminada a optimizar el consumo de agua potable.

Y más recientemente, el 24 de Junio del 2013 se firma un nuevo convenio de colaboración entre la UABC y la CESPM, en donde entre otras clausulas, se define la forma de pago de las diferencias entre el consumo de agua de la UABC y el suministro libre de gravamen al que se ha comprometido la CESPM. Aquí la UABC se compromete a solventar dicha diferencia mediante

la impartición de Conferencias, Talleres, Cursos, Seminarios, Maestrías y Doctorados, admitiendo la inscripción de personal o empleados de la CESPM, hasta solventarla por completo. (Convenio de Colaboración UABC-CESPM, 2013)

Para calcular la huella del agua se contabiliza únicamente la energía necesaria para tratar, conducir, suministrar y donde sea aplicable calentar el agua. Una compañía de servicios públicos del Reino Unido compartió (Chambers et al, 2000) la siguiente información: por cada millón de litros de agua entregada se emiten alrededor de 370 kg de CO₂. La huella ecológica de un millón de litros se obtiene multiplicando los kilogramos de CO₂ por la superficie necesaria para absorber un kilogramo de CO₂ por el factor de equivalencia de una superficie de bosque.

En este caso:

Huella ecológica del agua = $370 * 0.00019 * 1.17 = 0.08$ ha anuales

Donde:

370= kg de CO₂ emitidos por la actividad referente al agua

0.00019 = área necesaria para secuestrar un kg de CO₂

1.17 = es el factor de equivalencia de tierra forestal

Este método podría llevar a contar dos veces la energía, puesto que otro indicador común es el consumo de energía. Sin embargo, para calcular la huella ecológica de una región, organización o empresa sigue siendo recomendable.

2.2.4 Del consumo del papel

Hace algunas décadas, cuando aparecieron en el mercado las primeras computadoras personales y las nuevas ventajas de la informática, muchos analistas predijeron una oficina “sin papeles”. La comunicación, transferencia de archivos y almacenamiento de información en formatos electrónicos deberían, a la fuerza, contribuir a disminuir el consumo de papel. Pero la proliferación de computadoras ha venido acompañada por impresoras, faxes y fotocopiadoras de alta velocidad que han producido el efecto contrario; el aumento del consumo de papel de impresión y escritura.

Para regocijo de la industria papelera, el papel de oficina es el uso que crece más. Lejos de las expectativas creadas, hoy las computadoras personales consumen 115,000 millones de hojas de papel al año en los cinco continentes (Greenpeace, 2004).

Es obvio que el papel sigue y seguirá siendo el vehículo principal y esencial de las comunicaciones modernas. Pero la realidad dice que una reducción, incluso drástica, es posible. Algunas empresas están ya funcionando con menos papel. También es importante la reducción del peso y grosor de documentos, revistas, periódicos, impresos; la edición y archivo de documentos en formato electrónico, gestiones “on line” de transferencias, pagos, órdenes de compras, declaraciones de la renta, etc. (Greenpeace, 2004).

Aunque en la UABC se han llevado a cabo varios proyectos sobre reciclado de residuos sólidos muy exitosos, más allá de la publicación en forma de artículos científicos o cumplimiento de las metas con CONACYT, la UABC no ha abrazado de manera institucional en este tipo de ejercicio mas allá de hacerlo de manera incipiente en las Facultades de Ingeniería Mexicali y Ensenada e

Instituto de Ingeniería aplicado al reciclado de papel, fundamentalmente por estudiantes y personal administrativo y académico.

De acuerdo a un estudio realizado en la UABC (Armijo et al, 2007) de los residuos generados en los edificios administrativos y académicos, la proporción más importante está representada por el papel, con un 43.5%, siendo el 33% de éste el que presenta un potencial de reciclaje. Este porcentaje podría ser mayor si desde su generación el papel no se hubiera mezclado con otros residuos como restos de comida, los cuales contaminan al papel impidiendo su venta a los recicladores. Es importante hacer notar que además del potencial de reciclaje, residuos tales como el papel, cuentan con un potencial elevado de reducción. Por ejemplo, el papel blanco encontrado en los residuos de la UABC en la mayoría de los casos había sido usado solamente por uno de los lados de la hoja, lo que muestra que la práctica de reutilización de papel no es práctica común en la UABC.

Cuando se buscan alternativas de manejo de residuos, antes de considerarse al reciclaje como una opción, deben ponerse en marcha opciones de reducción de residuos. La reutilización es una de esas estrategias y, en el caso de la UABC, si el papel blanco de un solo lado fuera reusado, en el mejor de los casos la generación de residuos de papel podría reducirse a la mitad. Aunado a lo anterior, si se fomentaran otras formas de comunicación tales como el uso del formato electrónico, la generación de papel residual se podría reducir aún más. En algunas universidades de los Estados Unidos de América, para reducir el papel residual, existen campañas para incentivar la reutilización de los sobres amarillos, para reutilizar el papel por el lado limpio para elaborar borradores o memorandos y reportes, para usar el correo electrónico

como canal principal de distribución de la información, así como para emplear impresoras que imprimen por los dos lados (Armijo et al, 2007).

2.2.5 De la construcción del edificio

La necesidad de un edificio dónde recibir educación, es una facilidad que se ha solventado desde épocas remotas, en el México prehispánico, en la cultura azteca se impartía la educación en edificios, para los nobles era el Calmecac, que se encontraba al lado del templo mayor, y el Tepuchcalli para los plebeyos, que eran casas dentro de las comunidades (Larroyo F., 1976) También en la antigua Grecia, la socialización, deporte y cultura se llevaban a cabo en la Palestra, un edificio de planta rectangular, construido alrededor de un patio portificado con habitaciones adyacentes. En un principio fue la escuela de lucha pero posteriormente también albergó conferencias y discusiones filosóficas e intelectuales, y este papel educativo asumió gradualmente el control de la función del edificio.

En la actualidad la educación también se recibe dentro de edificios, construidos de acuerdo a las necesidades y presupuestos de las poblaciones. Debido a que las actividades del Instituto de Ingeniería son en parte educación y enseñanza, es necesario para que se den, utilizar un edificio, por ello se tomó en cuenta como una necesidad para la actividad el contar con un edificio, y para el estudio, se consideró dentro de las emisiones de alcance 3, definidas como las necesarias para producir el servicio.

Para analizar el impacto ambiental de la construcción de un edificio en general existen varias técnicas entre las que destacan los análisis de ciclo de vida de los materiales, certificaciones LEED, entre otras.

La presente investigación apeló a la metodología desarrollada y utilizada en 1998 por la Escuela de Arquitectura del Vallés llamado Modelo de Investigación de Edificación Sostenible (MIES) con el que se evaluó el impacto ambiental de la Escuela de Arquitectura del Vallés (ETSAV), Barcelona, España. En dicha investigación se utilizó como unidad de medida el consumo de energía necesaria para construir el material utilizado en la edificación.

2.3 Huella ecológica en otras universidades

Diferentes universidades alrededor del mundo han realizado un estudio de su huella ecológica. Sin embargo la metodología utilizada por cada una de ellas ha sido diferente. Los factores que se toman en cuenta para obtener la huella ecológica son de suma importancia, puesto que la ausencia o incorporación de factores hace que su huella ecológica sea muy diferente.

En la siguiente tabla se muestra una comparación de algunas universidades que han realizado estudio de huella ecológica, así como los factores que tomaron en cuenta para su estudio. En la última columna se muestra la relación hectáreas globales per capita (Gha/cap) que indica la cantidad de hectáreas globales de tierra ecológicamente productiva que requiere cada habitante de la población total de cada universidad para realizar sus actividades. Esta unidad es la unidad en que se expresan los resultados de estudios de huella ecológica.

Tabla 2.1 Tabla comparativa de Huella Ecológica y factores utilizados en Universidades

Universidad	Localización	Año	Factores	Huella Ecológica (hag/cap)
University of Toronto Mississauga	Ontario (Canadá)	2005	Alimentación, Energía, Transporte, Residuos, Agua, Construcción	1.04
University of Newcastle	Newcastle (Australia)	1999	Alimentación, Energía, Transporte, Construcción	0.19
University of Holme, Lacy College	Herefordshire (Inglaterra)	2001	Alimentación, Energía, Transporte, Residuos, Agua	0.56
Colorado College	Colorado (Estados Unidos)	2001	Alimentación, Energía, Transporte, Residuos, Agua, Construcción	2.24
University of Redlands	California (Estados Unidos)	1998	Energía, Transporte, Residuos, Agua	0.85
Universidad de Santiago	Santiago de Compostela (España)	2008	Energía, Transporte, Papel, Agua, Construcción	579.5 ha/año
Universidad de León, Campus de Vegazana	León (España)	2006	Energía, Transporte, Papel, Agua, Construcción	0.45

Fuente: Arroyo et al, 2006

En ella podemos ver que los factores utilizados no son los mismos, y la diferencia en las huella ecológicas en unidades hag/cap son muy grandes, por ejemplo, el Colorado College tiene una huella ecológica 11 veces más grande que la University of Newscatle.

Otro factor es la metodología utilizada, ya que aun las universidades que toman en cuenta las mismas categorías de recursos, si no utilizan una metodología estandarizada pueden llegar a resultados muy diferentes.

A pesar de estas limitaciones, en cada caso la utilidad de la huella ecológica es significativa, puesto que una vez que es medible el impacto en el ambiente, también se puede controlar. Por lo que en universidades como la University of Redlands, el análisis de la huella ecológica se ha llevado por varios años y cada vez se integran medidas para reducir la misma, por lo que se consideran cada vez “mas verdes” (Venetoullis, 2010).

2.4 Otras aplicaciones de la huella ecológica

La cualidad del estudio de huella ecológica como un indicador de sustentabilidad le permite ser utilizada para distintos fines, por ejemplo, en la Región de Murcia en el Sureste de la Península Ibérica, se ha estudiado el proceso de desertificación, el clima semiárido junto con la deficiente gestión de sus suelos, son responsables de la degradación de los recursos naturales de esta región. El estudio de huella ecológica se comparó con los síntomas de la desertificación para encontrar un paralelismo claro. Por lo que el estudio de Bermúdez y Lagunas, 2004, apunta que la huella ecológica puede ser utilizada como un indicador de desertificación.

También podemos citar el estudio de De Oliveira et al, 2005, que por medio de un estudio de huella ecológica comparó los beneficios y los impactos al medio ambiente del uso de etanol como combustible en Brazil y en los Estados Unidos. Dicho estudio concluye que después de medir la huella ecológica de Brazil y Estados Unidos bajo diferentes escenarios de uso del etanol como combustible, se deja ver que aunque es una opción que no debe ser totalmente descartada, tampoco es una solución sustentable para el problema de la contaminación ambiental.

En 2013 Aurrekoetxea O., finalizó el estudio que llevó a cabo en el Río Manzanares a su paso por Madrid, donde utilizó la huella ecológica y la huella de carbono para calificar los servicios de mantenimiento y conservación que se llevan a cabo en esa zona y de acuerdo a los valores obtenidos de huella ecológica y huella de carbono, se observó un aumento en los mismos debido al aumento del consumo de materiales de alta intensidad energética.

Como podemos observar existen numerosos ejemplos donde la huella ecológica es utilizada como una herramienta importante en la toma de decisiones.

Capítulo III

METODOLOGIA APLICADA EN EL INSTITUTO DE INGENIERIA

“Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo”
Albert Einstein.

3.1 Movilidad del personal

3.2.- Consumo de energía eléctrica

3.3.- Consumo de agua

3.4.- Consumo de papel

3.5 Construcción Edificio

3.6 Huella ecológica

Para obtener la huella ecológica del Instituto de Ingeniera se tomaron en cuenta 5 factores: consumo de energía eléctrica, consumo de agua, consumo de papel, construcción y uso del edificio y movilidad o desplazamientos de las personas que atienden al Instituto de Ingeniería. La suma de las huellas ecológicas de estos factores será la huella ecológica general del Instituto de Ingeniería.

3.1 Movilidad del personal (emisiones de CO2 a la atmósfera derivadas del transporte de personal)

El Instituto de Ingeniería se puede considerar un centro de trabajo, las personas que allí laboran o estudian deben transportarse desde sus hogares diariamente, y en algunos casos incluso dos

veces al día. De allí que la distancia entre los hogares y el Instituto de Ingeniería juega un papel muy importante en la cantidad de emisiones de CO₂ que se generan en el trayecto.

Para obtener la cantidad de CO₂ generada por la movilidad del personal y estudiantes del Instituto de Ingeniería se utilizó la encuesta como herramienta de obtención de información (Anexo 1). De la encuesta obtuvimos los datos necesarios para conocer la distancia del domicilio al Instituto de Ingeniería. La distancia se estimó con el software *google earth*. *Este software tiene la capacidad de regresar hasta tres posibles caminos entre dos puntos y su respectiva distancia en km. Se promediaron estos resultados para llegar al dato de distancia que se utilizó finalmente.* Para obtener la cantidad de CO₂ emitida al ambiente se utilizaron los siguientes factores a partir de la distancia recorrida y el medio de transporte utilizado

Tabla 3.1. CO₂ por kilómetro en diferentes medios de transporte

CO ₂ por kilómetro de los distintos medios de transporte		
Tipo de Transporte	CO ₂ / Km (en gramos)	Cantidad de km que se pueden recorrer emitiendo 1 kg de CO ₂
Bicicleta	0	-
A Pie	0	-
Tren (p)	25	40
Barco (p)	30	33
Autobús (p)	62	17
Coche (v)	180	5.6
Avión (p)	450	2.2

Fuente :Mitchell, 2008

Para calcular la cantidad de kilogramos de CO₂ emitidos a la atmósfera por movilidad del personal

$$\text{Kg de CO}_2 = \text{distancia recorrida (km)} * \text{kg de CO}_2 / \text{Km} \quad [1]$$

De esta manera, al conocer las distancias recorridas y el medio de transporte, se procedió a introducir estos datos en la fórmula 1 y se obtuvieron los kilogramos de CO₂ emitidos a la atmósfera.

Es importante hacer notar que la huella ecológica del Instituto de Ingeniería a diferencia de otras, ha tomado en cuenta dentro del factor movilidad a los desplazamientos de los académicos en avión, haciendo de esta manera más evidente la gran cantidad de emisiones a la atmósfera derivada de dicha actividad, y por ende agregando un área de oportunidad de mejora al momento de reducir la huella ecológica.

Al igual que en los desplazamientos en la ciudad, dentro de la encuesta se indagó la cantidad de km anuales que se recorren en avión debido a actividades del Instituto de Ingeniería, dejando de lado los viajes por motivos como recreación, familiares, etc. Si se desconocía la cantidad de km viajados, se les pedía que anotaran los destinos, incluidas las escalas, realizadas en sus viajes de estudio. Para obtener el kilometraje final, se utilizó la página web <http://es.distance.to/> que al ingresar las ciudades, regresa la cantidad de km recorridos vía aérea.

3.2.- Consumo de energía eléctrica

Para obtener la huella ecológica derivada del consumo de energía eléctrica se utilizó el equipo Elite Pro del fabricante Pacific Science and Technology. Con este equipo se tomaron mediciones del consumo de energía eléctrica del Instituto de Ingeniería. Se consideraron los KW hora registrados en la semana del 18 al 22 de Febrero del 2013. Debido a que la energía que se registró es también utilizada para el laboratorio de topografía, se realizó una medición

posterior a dicho laboratorio y se restó del total de KW hora que se había medido una semana antes. De esta manera se obtuvo el consumo de energía eléctrica de una semana. Se promediaron las mediciones para obtener un estimado diario y se proyectó a los días representativos de la temporada de invierno. Durante la temporada de verano se llevaron a cabo dos mediciones simultaneas para el laboratorio de topografía y el Instituto de Ingeniería, por lo que en una semana se midió el promedio de consumo de ambos edificios, y mediante la diferencia se calculó el consumo de energía eléctrica del Instituto en verano.

El motivo por el que se cambió la dinámica de las mediciones a una semana es por la disposición de tiempo de las personas que nos ayudaron a instalar los equipos.

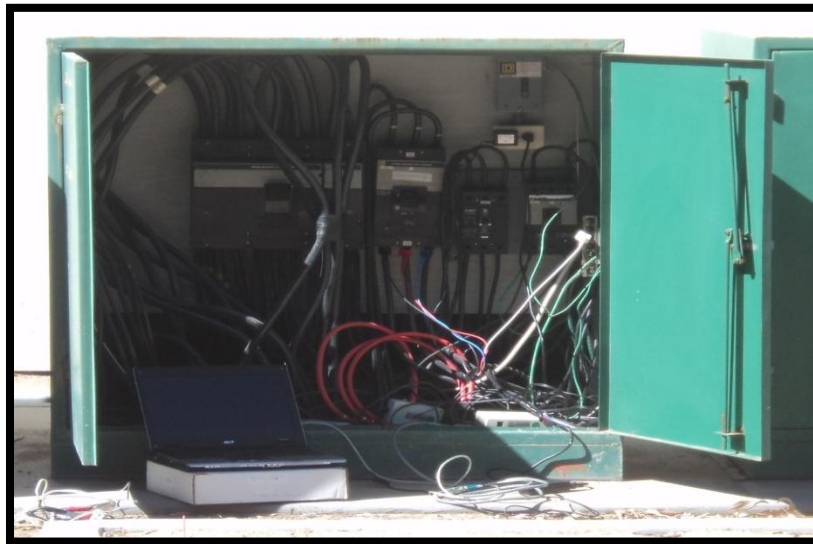


Fig.3.1 Equipo Elite Pro del fabricante Pacific Science and Technology para medición de energía eléctrica

De acuerdo a información publicada en el portal de la CFE por cada Gwh producido en México, se emiten 440 toneladas de CO₂ a la atmósfera. Este dato se utiliza para convertir la totalidad de kwh consumidos en el Instituto de Ingeniería durante el año 2013 en kg de CO₂.

3.3.- Consumo de agua

La UABC trata el agua residual del campus Benito Juárez y una cierta cantidad del agua residual de la comunidad vecina para completar la demanda de diseño de la planta. Parte de esta agua tratada se usa como agua morada o agua de riego dentro de los campos deportivos de la UABC (Quintero et al, 2013)

No tienen un medidor de agua para cada facultad, Instituto o Escuela en el campus Benito Juárez, solo existe un medidor para el consumo general. De ahí que no se puede hacer un seguimiento por separado para llevar un registro de la eficiencia del uso de este recurso en los distintos edificios o facultades que integran el campus Benito Juárez. El único edificio al cual se le instalaron medidores de agua es el Instituto de Ingeniería del cual se llevó un registro por un año. El Instituto de Ingeniería cuenta con 4 medidores de consumo de agua. El medidor No. 1 se encuentra ubicado al sur del edificio al lado de la entrada principal. El medidor no. 2 se encuentra en un costado hacia el este. Del lado oeste se encuentran los medidores 3 y 4 (ver figura 3.2). Aunque el Instituto de Ingeniería se ve beneficiado por áreas verdes circundantes, el agua que se utiliza para su riego no se contabilizó, debido a que procede de tomas de agua común para el campus y no se cuenta con un medidor para tomar su lectura. Se procedió a tomar lectura diaria del consumo de agua en cada medidor, siempre que fue posible en el mismo horario, 9:00 am. Con esta información se realizó un concentrado de consumos mensual, para finalmente conocer el consumo anual en el 2013.

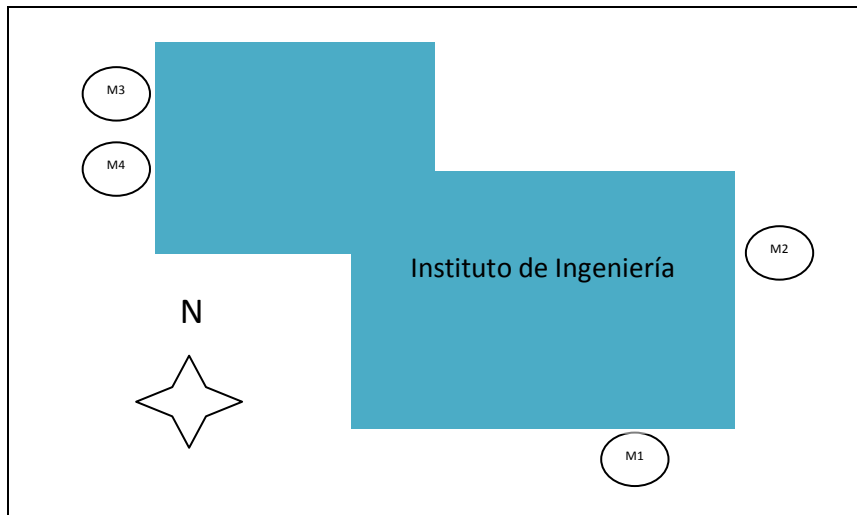


Fig. 3.2 Localización de medidores de agua en el Instituto de Ingeniería

En entrevista directa con el Ing. Jorge L. Domínguez, jefe del departamento de Mantenimiento de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali (CESPM) se obtuvo la información referente a la cantidad de energía necesaria para potabilizar y tratar el agua residual en la ciudad de Mexicali. A continuación se presentan los datos recolectados:

Tabla 3.2 Consumo energético por metro cúbico de agua

Consumo energético por metro cubico		
Agua Potable	Tratamiento y bombeo a los usuarios	0.183 kwh/m ³
Agua Residual	Captación, bombeo y tratamiento	0.266 kwh/m ³
Servicio completo		0.449 kwh/m ³

Con esta información se tendrá un registro de los metros cúbicos consumidos en el Instituto de Ingeniería y el uso de kilovatios-hora para su distribución en la ciudad y así llegar a su destino final.

3.4.- Consumo de papel

En la UABC ha habido campañas de reciclado de papel en el pasado de manera exitosa por periodos cortos, como parte de proyectos de investigación. A la fecha este proceso no se ha institucionalizado de parte de la administración universitaria.

En la actualidad la Fundación Hélice A. C. ha sido de gran ayuda para iniciar con los programas de reciclado en la UABC, tanto en el Instituto de Ingeniería como en la Facultad de Ingeniería. Ellos proporcionan depósitos para el material a reciclar así como la recolección del material, dejando a la UABC la única responsabilidad de recolectar el material a reciclar.

En el Instituto de Ingeniería se procedió de la siguiente manera: se repartieron cajas de cartón reciclado con el logo de Hélice por un costado y por el otro costado con una lista del material permitido a almacenar en dicha caja (papel, post it, revistas, etc) en cada área y cubículo, asignando al profesor- investigador como responsable de la misma. Se proporcionó una explicación breve del funcionamiento del programa de reciclado de papel al momento de entregar la caja.

En un principio el personal de limpieza fue el encargado de llevar el contenido de las cajas a un macro-contenedor ubicado a un costado del Instituto de Ingeniería, sin embargo, a principios del semestre 2013-1 empezaron a proceder con esta labor prestadores de servicio social de la Facultad de Ingeniería obteniéndose así mejores resultados. En el Instituto de Ingeniería se lleva un registro del número de resmas que se compran por año para satisfacer la demanda de personal administrativo y docente. Dicho número de resmas se convirtió a unidades de peso (el empaque del papel muestra el peso por hoja y el número de hojas en cada resma).

Al peso total de consumo se le restó el peso del papel reciclado durante el 2013.

3.5 Construcción Edificio

Para la construcción del edificio se recurrió al método utilizado en el informe MIES antes mencionado, el cual cuantifica la cantidad de energía utilizado en el material de construcción y lo transforma a kg de CO₂. Como el estudio MIES se llevó a cabo en España, las conversiones de kw/h a Kg de CO₂ las realizaron con información de ese país. En el presente estudio, se utilizaron los datos de densidad de los materiales que ellos obtuvieron y la cantidad de energía necesaria para producirlos, pero al trasladarlos a kg de CO₂ se utilizó la información proporcionada por la CFE. Esto con el objetivo de obtener datos reales para nuestro país.

Los datos de los materiales utilizados se obtuvieron de la carpeta del presupuesto del proyecto del Edificio nuevo del Instituto de Ingeniería que cual facilitó la oficina del Departamento de Planeación y Desarrollo Organizacional del Campus Mexicali de la UABC. El dato final son kg de CO₂ por m² de construcción. Este factor se utilizará para el edificio antiguo debido a que la información de los materiales de construcción del mismo, es decir la bitácora de materiales o el presupuesto con conceptos, ya no se encuentra disponible.

3.6 Huella ecológica

Una vez obtenida la cantidad de CO₂ emitida a la atmósfera por cada uno de los factores, se procede a transportarla a hectáreas de tierra ecológicamente productiva.

En este estudio se calcula el área de bosque requerido para absorber el CO₂ producido por el consumo de recursos y la producción de residuos mencionados anteriormente. A partir de la cantidad de CO₂ emitida a la atmósfera, dividido por la capacidad de fijación de la masa

forestal, se obtiene la superficie de bosque requerida, únicamente se considera la capacidad de fijación de masa forestal porque Mexicali no es una zona costera. A esta cantidad de bosque se le sumará directamente el espacio ocupado por el edificio (López et al, 2008)

Se utilizará la tasa de fijación 6.27 ton CO₂/ha/año que se utilizó para la universidad de Santiago de Compostela (López et al, 2008).

Por lo que la huella ecológica se calculará con la siguiente fórmula:

$$\text{Huella} = (\text{Emisiones de CO}_2 + \text{superficie del Instituto de Ingeniería}) / \text{Capacidad de fijación} \quad [2]$$

De acuerdo a López et al 2008, para poder comparar la huella ecológica del Instituto de Ingeniería con la de otras instituciones, es necesario utilizar las hectáreas globales por sus siglas hag que se define como una hectárea con la capacidad mundial promedio de producir recursos y absorber residuos. Los factores de equivalencia traducen un tipo específico de terreno (bosques, mares...) en la unidad universal para el área productiva hag.

Tabla 3.3 Factores de equivalencia por tipo de tierra ecológicamente productiva

Tipo de Área	Factor de equivalencia (hag/ha)
Agricultura (tierras principales)	2.21
Agricultura (tierras marginales)	1.79
Bosques	1.34
Ganadería	0.49
Pesca (aguas marinas)	0.36
Pesca (aguas continentales)	0.36
Artificializado	2.21

Network, G. F. (2006).

Para este estudio se utilizó el factor de bosques 1.34 para llevar las ha a hag, debido a que las emisiones de CO₂ son asimiladas por este tipo de superficie.

Capítulo IV

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

*“La sabiduría es hija de la
experiencia”
Leonardo Da Vinci*

4.1.- Movilidad

4.2.- Consumo de Energía Eléctrica

4.3.- Consumo de Agua

4.3.- Consumo de papel

4.4.- Construcción del edificio

4.5.- Conversión de CO2 a hectáreas y hectáreas globales

La huella ecológica del Instituto de Ingeniería para el año 2013 es la suma de la huella ecológica de cada uno de los factores que se tomaron en cuenta para dicho estudio. De tal manera que el análisis de los resultados se hace para cada factor con el fin de entender a fondo cada uno de ellos. A continuación se enumeran los factores con su correspondiente análisis.

4.1.- Movilidad

El transporte de todos los individuos del Instituto de Ingeniería desde su hogar al edificio se ha estudiado mediante encuestas. Se ha realizado un muestreo estratificado entre los distintos componentes, considerando como variables la ocupación de cada persona encuestada

(estudiante, personal docente investigador, personal de servicios y otros, como los pertenecientes a los servicios de limpieza). La encuesta ofrece información sobre diversas variables o factores que influirán en el cálculo de la huella ecológica (Anexo 1)

Con los datos recolectados se llegó a los siguientes valores:

Tabla 4.1 Concentrado de respuestas de encuesta movilidad

Pregunta	Estratato	INVESTIGADOR	ESTUDIANTE	ADMINISTRATIVO	OTRO	TOTAL
		36	101	10	3	150
Medio de transporte						
A PIE		3	3	0	0	6
BICICLETA		0	2	0	0	2
AUTOBUS		1	7	0	0	8
MOTO		0	1	0	0	1
AUTOMOVIL		30	88	10	3	131
Velocidad prom. a la que manejas						
60 km/hr o menos		23	52	8	2	85
ás de 60 km/hr		7	36	2	1	46
# DE CILINDROS						
4 cil		16	64	7	1	88
5 cil		0	2	0	0	2
6 cil		9	18	2	2	31
8 cil		5	4	1	0	10
10 cil		0	0	0	0	0
MODELO						
2006 a 2012		17	17	3	0	37
1999 a 2005		9	49	5	3	66
1998 y anteriores		4	22	2	0	28
GASOLINA (diesel)		1				1
MAGNA		14	58	7	3	82
PREMIUM		15	30	3	0	48
Tiempo para llegar al IDI (minutos)		434.5	1869	129.5	52	2485
# De veces que se realiza el recorrido		302	645.5	107	15	1069.5
Distancia recorrida en avion prom. (km)		254871.04	424162.8	15000	0	694033.84
Kg de CO ₂ al año por viaje en avion		114692.9	187712.7	6750	0	309155.6
km de distancia		152.76	949.815	56.25	24.11	1182.93
Kg de CO ₂ al año por transporte al II		12526.84	41226.5	5739.4	1136.2	60628.94
Kg de CO ₂ al año totales por persona		127219.74	228939.2	12489.4	1136.2	369784.54
km de distancia recorridos en una semana		1429.15	4673.765	623.9	69	6795.81

Los datos más significativos son los siguientes:

- ❖ El medio de transporte más utilizado es el automóvil con un 89%. Las personas que se desplazan a pie, tanto estudiantes como investigadores resultaron vivir a menos de 2km de distancia del edificio del Instituto de Ingeniería. Caso diferente de los estudiantes que utilizan la bicicleta, ellos recorren distancias de 1 y 5.8 km.
- ❖ Mas del 67 % de la población que utiliza automóvil, tiene un automóvil de 4 cilindros
- ❖ De la población que utiliza un automóvil para su transporte, el 64% se desplaza a 60km/hr o menos, algunos de ellos comentaron que las velocidades tan bajas se debían al tráfico y la cantidad de semáforos que deben atravesar en su recorrido al Instituto.
- ❖ Cerca del 21% de los automóviles que se utilizan son modelo 1998 o anteriores, lo que implica un desgaste en el vehículo y gastos de mantenimiento elevados.
- ❖ Solo una persona utiliza vehículo con motor de diesel

La información recabada nos ayuda a entender la tendencia en el transporte utilizado. El número de cilindros de un automóvil evidencia la potencia del mismo, a su vez, la cantidad de gasolina necesaria para avanzar determinados kilómetros, es decir su rendimiento.

Con la distancia recorrida y el medio de transporte se obtuvieron las emisiones a la atmósfera que se presentan a continuación:

Tabla 4.2. Kilogramos de CO₂ anuales derivados de la movilidad

Kg de CO ₂ anuales						
Estrato	Cantidad	Transporte en la ciudad	Viajes en avión	Σ transporte en la ciudad + viajes en avión	Transporte en la ciudad per cápita	Viajes en avión per cápita
ESTUDIANTE	102	41226.5	187712.7	228939.2	404.18	1840.32
INVESTIGADOR	34	12526.84	114692.9	127219.74	368.44	3373.32
ADMINISTRATIVO	10	5739.4	6750	12489.4	573.94	675
OTRO	3	1136.2	0	1136.2	378.73	0
	149	60628.94	309155.6	369784.54		

De donde se observa que el grupo administrativo es quien más emisiones a la atmósfera genera por transporte en la ciudad con 573.94 kg de CO₂/persona. Lo cual de acuerdo a las encuestas se debe a la cantidad de veces al día que realizan el recorrido casa-Instituto de Ingeniería.

En el rubro transporte en avión, el grupo de investigadores son quienes más emisiones aportan con 3373.32 kg de CO₂ anuales por persona en promedio.

Finalmente el dato más importante es la cantidad de CO₂ en kg anuales que se atribuye al Instituto de Ingeniería el cual resultó de 369,784.54 Kg CO₂ o 2,481.77 CO₂/per cápita.

4.2.- Consumo de Energía Eléctrica

Se hicieron dos jornadas de mediciones durante el 2013 para obtener los promedios diarios de consumo en verano e invierno. Para la temporada de invierno (Anexo 3.1), se realizó la medición del consumo de energía eléctrica durante las dos últimas semanas del mes de febrero. Debido a que el transformador del Instituto de Ingeniería también entrega corriente al edificio del laboratorio de topografía, adicionalmente se tomaron mediciones del consumo de ese edificio para encontrar el consumo del Instituto a partir de la diferencia de

estas mediciones. Posteriormente se promedió el consumo de esa semana para sacar el consumo diario:

Consumo promedio diario en temporada de invierno 888.51 Kwh

Durante la temporada de verano se llevaron a cabo dos mediciones simultáneas para el laboratorio de topografía y el Instituto de Ingeniería (Anexo 3.2), por lo que en una semana se midió el promedio de consumo de ambos edificios, y mediante la diferencia se calculó el consumo de energía eléctrica del Instituto en verano, dando como resultado el siguiente consumo diario:

Consumo promedio diario en temporada de verano 3345.57 Kwh

Tomando en cuenta que la gran diferencia en el consumo promedio diario entre temporadas se debe principalmente a la energía consumida por los equipos de aire acondicionado, para estimar el consumo promedio anual se tomaron en cuenta los meses en que permanecen funcionando dichos equipos, a saber: abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre; como temporada de verano y los meses restantes (octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo) como temporada de invierno.

Tabla 4.3. Consumos mensuales de energía eléctrica

Temporada	Mes	Días lectivos	Promedio diario (en kwh)	Total
Verano	Abril	22	3345.57	73602.54
	Mayo	21	3345.57	70256.97
	Junio	20	3345.57	66911.4
	Julio	23	3345.57	76948.11
	Agosto	22	3345.57	73602.54
	Septiembre	23	3345.57	76948.11
Invierno	Enero	23	888.51	20435.73
	Febrero	20	888.51	17770.2
	Marzo	21	888.51	18658.71
	Octubre	23	888.51	20435.73
	Noviembre	21	888.51	18658.71
	Diciembre	15	888.51	13327.65
			Consumo anual	547,556.4 Kwh

De acuerdo a información de la CFE 2012, por cada Gwh producido en México, se emiten 440 toneladas de CO₂ a la atmósfera. Entonces se emitieron a la atmósfera 240,924.82 kg de CO₂ debido al consumo eléctrico durante el año 2013 en el Instituto de Ingeniería o 1616.94 Kg de CO₂ /per cápita

4.3.- Consumo de Agua

El consumo de agua se ha tomado a partir de lecturas diarias de los 4 medidores del Instituto de Ingeniería (anexo 4). Se han consumido 2280 m³ del 1ro de Enero hasta el 31 de Diciembre del 2013

Utilizando la formula:

$$\text{Ton CO}_2 = (\text{m}^3 \text{ de agua} * 0.449\text{Kwh/m}^3) / 1000000 * 440\text{kwh/ton CO}_2 \quad [3]$$

Donde:

m³ de agua = consumo anual de agua en m³

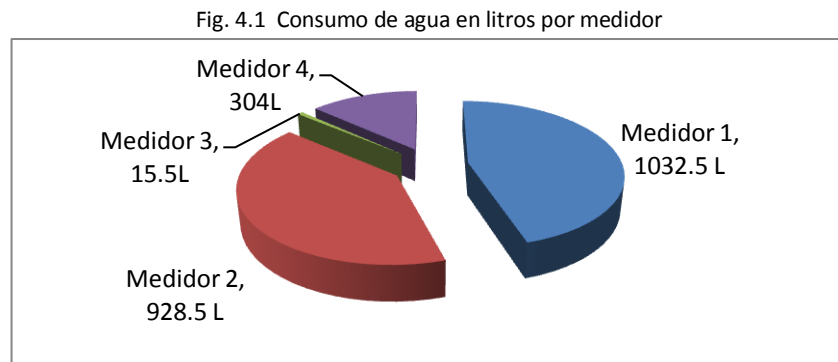
0.449 Kwh/m³ = energía requerida para potabilizar y tratar el agua residual en Mexicali.

440 Kw/ton CO₂ = toneladas de CO₂ generadas a partir de un Gwh de energía.

1000000 = factor para convertir de Gwh a kwh

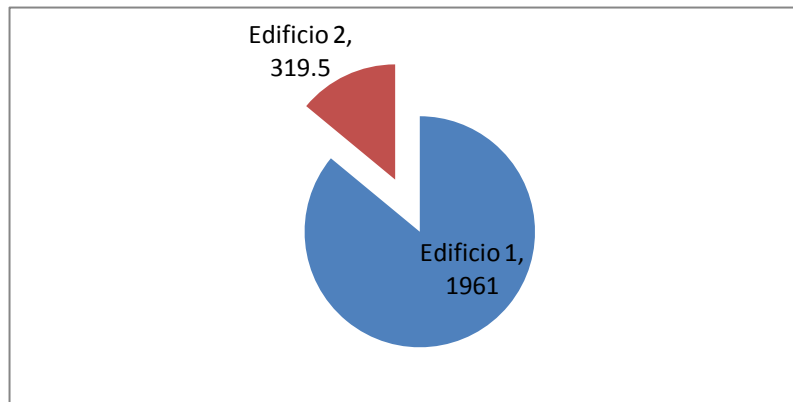
Se obtuvieron las toneladas de CO₂ emitidas debido al consumo de agua en el Instituto que resultaron en 0.4504368 o 450.437 kg de CO₂ o 3.02 kg de CO₂ per cápita. Con los registros diarios y promedios mensuales se puede observar que el consumo es más o menos estable durante todo el año, solo se disminuye en temporadas de vacaciones.

En figura 4.1 se observa que el medidor 3 ubicado al suroeste del edificio 2 (tres pisos) del Instituto de Ingeniería registra un consumo mínimo, mientras que el medidor 1 y 2 ubicados en el edificio 1(dos pisos), consumen más del 80% del total de agua.



La distribución de baños es un factor importante en el consumo de agua por edificio, lo que se convierte en información importante al momento de tratar de controlar el consumo, aquí se observa claramente que aunque el personal y estudiantes se encuentran distribuidos en los edificios del Instituto, no sucede lo mismo con el consumo de agua, por lo que en teoría se podría decir que las personas que se encuentran ubicadas en el edificio 2(tres pisos) utilizan menos agua que las del edificio 1(dos pisos)

Fig. 4.2 Consumo de agua por edificio



4.4.- Consumo de papel

El Instituto de Ingeniería se consume un promedio de 560 kg de papel anual, como resultado de las diferentes operaciones administrativas y docentes propias de la institución. En el 2013 se compraron 562.42 kg de papel. Se ha estado haciendo un seguimiento a la cantidad de papel que se recicla en el Instituto de Ingeniería por medio de un programa de recuperación de papel. En 2013 se han colectado 348 kg de papel (Anexo 5). De acuerdo a Arroyo *et al* 2006, el factor de emisión para papel virgen es de 1.8 ton CO₂/ton papel y para papel reciclable es de 0.61 ton CO₂ / ton papel.

De ahí que se puede decir que se han emitido a la atmósfera 1.051 ton equivalentes de CO₂ debido al papel virgen comprado, y que de los 348 kg de papel recuperado se dejaron de emitir 0.21228 toneladas, es decir 212.28kg de CO₂, para resultar un total de 839.44 kg de CO₂ por este concepto o 5.63 kg de CO₂ per cápita.

4.5.- Construcción del edificio

Para conocer las emisiones derivadas de la construcción del edificio se contabilizó el peso de los materiales utilizados en el edificio nuevo del Instituto de Ingeniería, después se utilizaron los datos del proyecto MIES para obtener la proporción MJ/kg para obtener la energía que se requirió en la elaboración de cada material. Finalmente se utilizó el dato de la CFE en cuanto a la proporción de emisiones a la atmósfera derivadas del uso de energía para determinar las emisiones de CO₂. Esto con el fin de que los resultados de CO₂ se trasladaran a la realidad mexicana, ya que el mismo proyecto MIES contaba con un factor similar, pero para el conjunto de fuentes de energía eléctrica de España.

A continuación se presenta la tabla de materiales y sus emisiones a la atmósfera.

Tabla 4.4 Materiales utilizados en el Instituto de Ingeniería y sus emisiones

Material	Peso (Kg)	factor MJ/kg	Energía (Mj)	Energía (Kwh)	Emisiones (kg CO ₂)
Yeso	22054.60	7	154382.20	42883.94	18868.93
Cemento y cemenquín	13045.17	7	91316.19	25365.61	11160.86
Madera	3423.34	3	10270.024	2852.78445	1255.22516
Vidrio	1602.63	19	30450.12	8458.37	3721.68
Acero	161370.05	43	6938912.15	1927475.60	848089.26
Aluminio	10393.54	210	2182645.31	606290.36	266767.76
Bloque hormigón	230165.25	1.03	237070.21	65852.84	28975.24
Cobre	121.57	90	10941.84	3039.40	1337.33
Hormigón armado	1775898.48	1.7	3019027.42	838618.73	368992.24
Mortero M40	105218.40	1	105218.40	29227.33	12860.02
Pintura sintética	939.86	100	93986.99	26107.49	11487.29
Poliestireno expandido	6724.78	120	806973.84	224159.39	98630.13
Plástico	925.49	70	64784.31	17995.64	7918.08
Totales	2331883.20		13443363.8	3734267.72	1643077.8

El total de emisiones a la atmosfera se divide entre los 30 años de vida útil promedio de un edificio que resulta en 54769.26 kg de CO₂ que correspondería a las emisiones en el 2013, año en que se está evaluando la huella ecológica. Esta cantidad solo representa al edificio 2 (3 pisos) del Instituto de Ingeniería por lo que se buscó el dato de superficie del edificio para conocer las emisiones a la atmosfera por metro cuadrado de construcción.

Emisiones por construcción del edificio 2/superficie del edificio = emisiones por metro cuadrado

El resultado de la operación resultó ser 42.05 kg CO₂ por m²; después se investigó la superficie total del Instituto de Ingeniería (Edificio 1 y 2), es decir se sumó a la superficie del edificio anexo

la superficie del edificio original dando como resultado en 3099.11m² y se multiplicó esta cantidad por las emisiones por m² lo cual dio como resultado 130330.53 kg de CO₂

4.6.- Conversión de CO2 a hectáreas y hectáreas globales

De acuerdo a Rees y Wackernagel (1996) es necesario una hectárea de bosque para absorber 1.8 toneladas de C. En estudios de huella ecológica hechos en la Universidad de Santiago de Compostela en España, consideran este dato y lo equivalen a 6.27 ton de CO2 anuales.

Tomando como capacidad de fijación 6.27 y como factor de conversión a hectáreas globales 1.26* se tiene que:

Tabla 4.5. Huella ecológica por factores del Instituto de Ingeniería

Factor	Kg CO2	Ha	Ha globales
Movilidad	369 784.54	58.98	74.31
Energía Eléctrica	240 924.82	38.43	48.42
Agua	450.4368	0.07	0.09
Papel	839.44353	0.13	0.16
Construcción	130 330.52	20.91	26.35
Total	742329.763	118.52	149.33

Si se toma en cuenta la población del Instituto de Ingeniería de 149 (102 estudiantes, 34 investigadores, 10 administrativos y 3 personal de servicios de limpieza) entonces la huella ecológica es de **0.79 ha/cap y 1.00 hag/cap**

Capítulo V

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

*“Los hombres geniales
empiezan grandes obras, los
hombres trabajadores las
terminan”
Leonardo Da Vinci*

5.1 Discusión

5.1.1 Huella ecológica derivada de la movilidad de la población del Instituto de Ingeniería

5.1.2 Huella ecológica derivada del consumo de energía eléctrica

5.1.3.-Huella ecológica derivada del consumo de agua

5.1.4.-Huella ecológica derivada del consumo de papel

5.1.5.-Huella ecológica derivada de la construcción del edificio

5.2 Conclusión

5.3 Recomendaciones para futuras investigaciones

5.2.1 Recomendaciones para reducir la huella ecológica derivada de la movilidad de la población del Instituto de Ingeniería.

5.2.2.- Recomendaciones para reducir la huella ecológica derivada del consumo de energía eléctrica

5.2.3.- Recomendaciones para reducir la huella ecológica derivada del consumo de agua

5.2.4.- Recomendaciones para reducir la huella ecológica derivada del consumo de papel

5.2.5.- Recomendaciones para reducir la huella ecológica derivada de la construcción del edificio

5.1 Discusión

Una vez que se conocen los resultados de los diferentes factores que integran la huella ecológica, es posible analizar el aporte que estos conocimientos proporcionan.

Los resultados de la HE en hectáreas o metros cuadrados, ayuda mucho en la percepción de un individuo común, puesto que todos estamos familiarizados con las medidas de superficie y es sencillo relacionarlas con espacios bien conocidos, por ejemplo en el caso de la huella ecológica del Instituto de Ingeniería, igual a 149 hag, que equivale a 7 veces la superficie del campus UABC Benito Juárez (Secretaria General UABC, 2014). A continuación se discutirá por separado cada uno de los factores y sus resultados en el presente estudio.

5.1.1 Huella ecológica derivada de la movilidad de la población del Instituto de Ingeniería

El resultado de la huella ecológica derivada de la movilidad de la población del Instituto de Ingeniería representa casi el 50% de la huella ecológica total, este casi 50% representa 74.31 hag. En definitiva esta cifra se incrementó con la medición de emisiones a la atmosfera derivadas del transporte en avión. Si no se hubiese tomado en cuenta la movilidad en avión, la huella por movilidad seria de 12.95 hag es decir una quinta parte. Estas cifras tan diferentes obligan a evaluar la inclusión o no de las emisiones derivadas del transporte en avión. A nuestro parecer, el ejercicio de diagnóstico, nos permite conocer el estado actual del impacto ambiental, y entre más completo sea el panorama a evaluar, contaremos con información más precisa para la toma de decisiones. Por lo que se considera acertada la inclusión de este medio de transporte en la investigación.

Otro aspecto importante a discutir en la huella de la movilidad, es el medio de transporte utilizado en la ciudad. Casi el 90% de la población utiliza automóvil propio para llegar al Instituto de Ingeniería. Este hecho responde a diferentes factores, como la falta de transporte público eficaz, el clima extremoso de la ciudad, la distancia entre el hogar y el Instituto de Ingeniería, etc. Cualquiera que sea la razón por la que el automóvil es el medio de transporte más utilizado, el presente estudio nos ayuda a comprender que es un punto que puede atacarse con la finalidad de reducir emisiones a la atmósfera.

Además de lo antes citado, también se tiene la información de la cantidad de veces a la semana que el personal del Instituto de Ingeniería realiza el recorrido casa-instituto de Ingeniería-casa, y se observa que el hábito de regresar a casa a comer incrementa las emisiones por lo que es otro asunto que se puede trabajar para mejorar. Para darnos una idea de los kilómetros recorridos por la población del Instituto de Ingeniería durante un año tan solo en la ciudad, es decir sin considerar los viajes en avión, podríamos darle 8.8 vueltas a la tierra.

5.1.2 Huella ecológica derivada del consumo de energía eléctrica

La huella ecológica derivada del consumo de energía eléctrica se lleva el 32% de la huella total de Instituto de Ingeniería. El consumo promedio diario en verano es tres veces mayor que el de invierno, lo que indica que es un hecho que el uso de la energía eléctrica se dispara en los meses de verano que es cuando se encienden los aparatos de aire acondicionado. Con esto, el presente estudio proporciona un precedente de la energía requerida para hacer funcionar al Instituto de Ingeniería, y dicha información se puede utilizar para trabajar en optimizar los recursos y en mejorar los hábitos de consumo de la comunidad del Instituto de Ingeniería.

5.1.3.-Huella ecológica derivada del consumo de agua

Menos del uno por ciento de la huella total del Instituto de Ingeniería representa la huella ecológica derivada del consumo de agua. Sin embargo por el valor agregado del agua y su calidad de producto natural no renovable, es necesario que se evalúe y controle su consumo. Se puede concluir por lo mostrado en los metros cuadrados consumidos por medidor (ver sección 4.3 consumo de agua) que la cantidad de agua utilizada en el edificio 1 (dos pisos) es mayor que la utilizada en el edificio 2 (tres pisos), por lo que sería interesante en futuras investigaciones indagar a qué se debe esta diferencia de consumo, (por ejemplo, número de inquilinos por edificio, distribución de la red hidráulica, hábitos de consumo, etc.) y si es posible reducir la cantidad de agua utilizada en el edificio 1.

El Instituto de Ingeniería cuenta con un área de jardines, que la separa de los diferentes edificios del campus. El agua que se utiliza para regar y mantener los jardines no se consideró dentro del estudio de huella ecológica debido a que las tomas de agua para regar jardines no cuentan con medidor y no fue posible conocer la cantidad de agua que se utiliza para mantenerlos verdes. En el 2014 se inició un proyecto de utilización de agua morada para riego de jardines en el campus Benito Juárez, por lo que el Instituto de Ingeniería, al igual que todo el campus se verá beneficiado en este sentido, una vez que pase el periodo de prueba.

5.1.4.-Huella ecológica derivada del consumo de papel

El consumo de papel tampoco fue protagonista en la huella ecológica total del Instituto de Ingeniería, no obstante es un indicador básico en el ámbito académico. Una parte muy importante de la observación del consumo de este elemento, fue el seguimiento al programa de recuperación de papel. Este programa en particular, inició en el segundo semestre del

2012, y ha destacado la participación en forma ascendente, por parte de la población del Instituto de Ingeniería. Al principio la participación fue pobre y en algunos casos los estudiantes ponían basura común en los depósitos destinados al papel, con el tiempo fueron tomando conciencia hasta que la actitud cambió y se notó en la cantidad de papel que se recupera, que es cada vez mayor.

5.1.5.-Huella ecológica derivada de la construcción del edificio

La construcción del edificio originó una huella ecológica de 26.34 hag, que representa casi el 20% de la huella total del Instituto de Ingeniería. En este rubro se presentaron algunos factores que obstaculizaron la investigación tales como la falta de información en cuanto a los materiales utilizados en la construcción del edificio 1 (dos pisos), los términos de construcción utilizados en el informe MIES, que se encontraba en Catalán, y que difieren de los que conocemos en México o la divergencia en los procesos de construcción de materiales españoles y mexicanos que se dejaron de lado. Dichos factores hacen ruido y forman un punto débil de la investigación. Sin embargo, los datos obtenidos son un buen inicio para evaluar la construcción actual y futuras remodelaciones, por ejemplo la utilización de determinados materiales como el aluminio y el acero incrementan en gran medida la huella ecológica, por lo que sería interesante revisar o conocer propuestas que utilicen materiales alternos para la construcción en Mexicali.

5.2 Conclusión

El estudio de huella ecológica del Instituto de Ingeniería permite tener una visión más objetiva del impacto que produce en el medio ambiente. Las 149.33 hectáreas globales que se

requieren para que el Instituto de Ingeniería funcione por un año, nos resuelve la interrogante que se propuso como hipótesis: ¿La vida académica del Instituto de Ingeniería acarrea una huella ecológica significativa? Por lo que se concluye que la vida académica del Instituto de Ingeniería si acarrea una huella ecológica significativa, como resultado de su evaluación en el presente estudio.

Además el resultado del estudio de huella ecológica revela las hectáreas globales necesarias para satisfacer los requerimientos y absorber los residuos de la población del Instituto de Ingeniería para el año 2013, lo que los convierte en valores puntuales en relación al tiempo. Si bien es posible comparar hectáreas globales alrededor del mundo, también es cierto que difícilmente se encontrará una institución con las mismas características de población, dimensiones y estructura que la sometida bajo estudio, por lo que las comparaciones aunque útiles para señalar debilidades y fortalezas, son ineficientes para la toma de decisiones. De tal manera que el presente documento recomienda la utilización de la huella ecológica como una herramienta de medición de sustentabilidad, un programa permanente dentro de la Institución, que sirva para tener argumentos para la toma de decisiones para la reducción del consumo de energía, agua, papel, y las emisiones a la atmosfera en general.

La inclusión del estudio de la huella ecológica en las instituciones que persiguen la sustentabilidad es una actividad que les ayudará a acercarse cada vez más al equilibrio social-económico-ambiental. Debe considerarse que el análisis de la huella ecológica deberá ser recurrente para entrar en un ciclo de mejora como se ilustra a continuación:

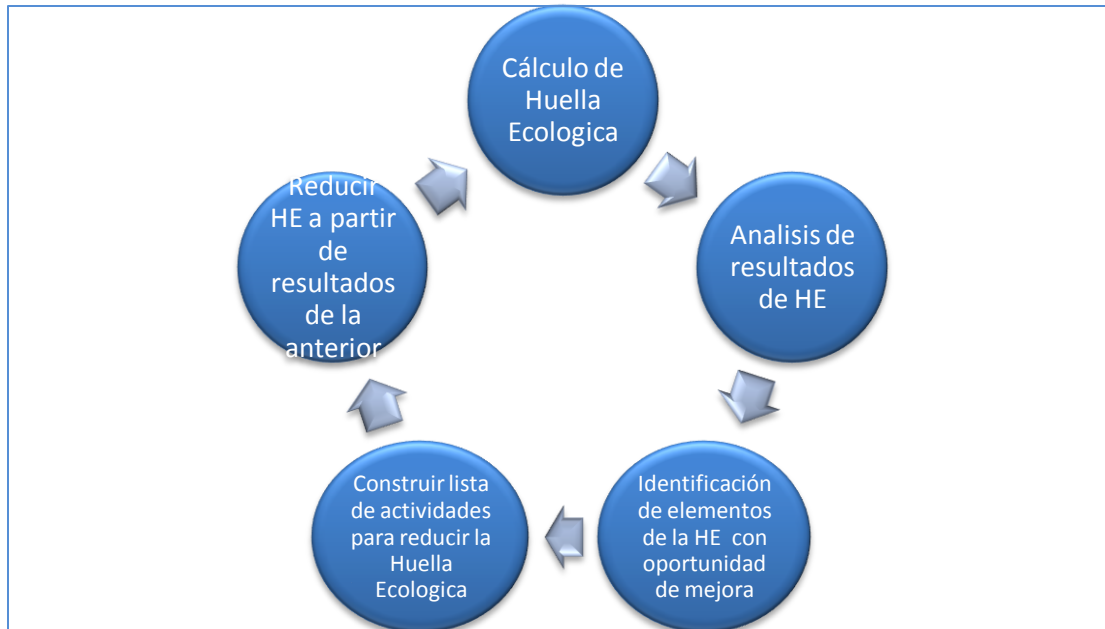


Fig 5.1 Ciclo de mejora de la Huella Ecológica

Por otra parte al abrazar políticas en pro del medio ambiente y que buscan la sustentabilidad además de los beneficios que se obtienen per se, también se logra una imagen más positiva ante una sociedad que cada vez observa más y se muestra más interesada en el medio ambiente que le rodea.

A continuación se presentan recomendaciones para cada uno de los factores de la huella ecológica del Instituto de Ingeniería, como parte del círculo de mejora antes mostrado.

5.3 Recomendaciones para futuras investigaciones

5.3.1 Recomendaciones para reducir la huella ecológica derivada de la movilidad de la población del Instituto de Ingeniería.

- Para reducir la cantidad de personas que utilizan el automóvil para desplazarse al Instituto de Ingeniería, se propone un programa similar al de la Universidad Santiago de

Compostela en España, donde se ponen bicicletas a disposición de la comunidad universitaria en calidad de préstamo gratuito, en esta Universidad con este método lograron reducir los usuarios de coche de un 16% a un 8% (Merino, 2013).

- Promoción del uso del automóvil compartido
- A manera de proyectos de investigación, se podría investigar la tecnología del automóvil eléctrico y de esta manera contribuir a la disminución de emisiones a la atmósfera.

Establecer un curso de conducción eficiente para combatir emisiones por el uso del automóvil, tal y como lo hace la Universidad española Miguel Hernández que organiza un curso de conducción eficiente que tiene como objetivo aprender un estilo de conducción que reduce el consumo de combustible (Merino, 2013).

- Finalmente se propone alentar la utilización de conferencias, cursos, debates virtuales, con el fin de reducir los viajes en avión, pero sin dejar de lado la comunicación con investigadores de diferentes países y con la construcción del conocimiento.

5.3.2.- Recomendaciones para reducir la huella ecológica derivada del consumo de energía eléctrica

- Incorporación de medios pasivos para el ahorro de energía.
- Buscar utilizar la tecnología actual para la optimización del uso de energía eléctrica tales como: instalación de relojes programables para el encendido y apagado de las luces, sensores de movimiento para encendido de luces en los pasillos, utilización de sistemas de aire acondicionado de nueva generación y mayor eficiencia.
- Incorporación de tecnologías de energías renovables en los edificios para generación de energía eléctrica y consumo.

- Se propone alentar programas de consumo eficiente de electricidad haciendo partícipe a la comunidad del Instituto de Ingeniería.

5.3.3.- Recomendaciones para reducir la huella ecológica derivada del consumo de agua

- Revisar periódicamente las instalaciones hidráulicas
- Llevar un monitoreo de los consumos para detectar fugas
- Alentar programas de consumo eficiente de agua entre la población del Instituto de Ingeniería

5.3.4.- Recomendaciones para reducir la huella ecológica derivada del consumo de papel

- Dar continuidad al programa de recuperación de papel
- Fomentar la utilización de medios electrónicos para transferencia de información, como tareas, reportes, etc., con el fin de no utilizar papel.
- Comprar papel reciclado para el uso del Instituto siempre que sea posible.
- Fomentar la utilización de las hojas de papel por ambos lados y su posterior disposición a los depósitos de reciclado.

5.3.5.- Recomendaciones para reducir la huella ecológica derivada de la construcción del edificio

En este factor, no es posible cambiar las emisiones de un edificio ya construido, sin embargo se propone considerar para futuras remodelaciones o nuevas construcciones el tipo de materiales a utilizar, y verificar el impacto ambiental de los mismos,

otorgándose en los concursos de construcción, un valor al impacto ambiental de la construcción. Para ello se cuenta con certificaciones ambientales de construcción que podrían dar la pauta a seguir para lograr una construcción sustentable, tal es el caso de la certificación LEED, por sus siglas en Ingles: Leadership in Energy & Environmental Design, la cual es un programa de certificación independiente y es el punto de referencia a nivel nacional en Estados Unidos aceptado para el diseño, la construcción y la operación de construcciones y edificios sustentables de alto rendimiento. Fue desarrollado en el año 2000 por el U.S. Green Building Council (USGBC), el consejo de construcción sustentable al nivel nacional para los Estados Unidos y cada vez tiene más aceptación en todo el mundo.

Referencias

1. Armijo, C., Ojeda, S., Ramírez E., 2007, 1er Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos: Caracterización de residuos sólidos el potencial de reciclaje para Una Institución de Educación Superior, año 1ro, 2007, UABC Mexicali, BC. pp. 66-78, ISBN 970-735-075.
2. Arroyo, P., Álvarez J.M., Falagán, J., Martínez, C., Ansola, G., de Luis E., 2006. Huella ecológica del campus de Vegazana, Instituto de Medio Ambiente. Universidad de León. Área de Ecología. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Campus de Vegazana, España.
3. Aurrekoetxea A. O. (2013). Evolución de la Huella de Carbono y de la Huella Ecológica en la obra de conservación y mantenimiento del río Manzanares a su paso por el TM de Madrid.
4. Ballén F (20 07) Derecho a lamovilidad. La experiencia de Bogotá D. C. Prolegómenos 10: 169-181.
5. Bermúdez, F. L., & Laguna, E. H. (2004). Cambio temporal en la huella ecológica de la región de Murcia y su uso como indicador de desertificación. Papeles de geografía, (40), 95-110.
6. Bermúdez, G. y García, M., 2008. Hacia un transporte limpio y eficaz. Revista ¿Cómo ves?, Año 10, No. 110, p. 22. Mexico, D.F.

7. Busquets, P, Sanchez, J. 2000. La Huella ecológica de la EUPM, recuperado el 13 de Agosto del 2012 de www.upc.es/mediambient
8. Cárdenas C., Peinado A, Mora A., Moreno, L., 2010, Huella ecológica de la UGR, Universidad de Granada, Vicerrectorado de Calidad Ambiental, Bienestar y Deporte.
9. CFE, Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2012-2026, Subdirección de programación, coordinación de planificación, Mexico.
10. Chambers, N., Simmons,C., Wackernagel, M., 2000, Sharing nature's interest, ecological footprints as an indicator of sustainability, [Compartiendo intereses de la naturaleza, huella ecológica como un indicador de sostenibilidad], Editorial Earthscan Publications.
11. Convenio de Colaboración UABC-CESPM, 2013 recuperado el 28 de Agosto del 2014 en http://sriagral.uabc.mx/transparencia/Convenios/2013/24_06.pdf
12. Cuamea, V.F. 2011, Plan de Desarrollo Institucional de la UABC 2011-2014
13. De Oliveira, M. E. D., Vaughan, B. E., & Rykiel, E. J. (2005). Ethanol as fuel: energy, carbon dioxide balances, and ecological footprint. *BioScience*, 55(7), 593-602.
14. Entrevista directa con el Ing. Jorge L. Domínguez, jefe del departamento de Mantenimiento de la CESPM, 25 Abril 2013.
15. Espíndola, C., & Valderrama, J. O. (2012). Huella del carbono. Parte 1: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. *Información tecnológica*, 23(1), 163-176.

16. Greenpeace, 2004, Guías para un consumo responsable de productos forestales, el papel. Recuperado el 4 de Diciembre del 2012 en <http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/el-papel.pdf>
17. <http://es.distance.to/> (última consulta: 1-09-14) Instrumento utilizado para conocer distancias entre ciudades vía aérea.
18. i Burgos, A. C., & López, I. (2005). Informe MIES: una aproximació a l'impacte ambiental de l'Escola d'Arquitectura del Vallès: bases per a una política ambiental a l'ETSAV, 1999= Informe MIES: una aproximación al impacto ambiental de la Escuela de Arquitectura del Vallès: bases para una política. Universitat Politècnica de Catalunya.
19. INEGI 2014, Registros administrativos, vehiculos de motor registrados en circulación, recuperado de http://www.inegi.org.mx/lib/olap/consulta/general_ver4/MDXQueryDatos.asp?proy=v mrc_vehiculos, consulta 1-09-14
20. IPCC, 1999. Informe especial de los Grupos de trabajo I y III del IPCC en colaboración con el Grupo de evaluación científica del Protocolo de Montreal sobre las sustancias que agotan la capa de ozono. (1999) La aviación y la atmósfera global. Recuperado el 11 de Noviembre del 2012 en <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/av-sp.pdf>
21. ISO (2006). ISO 14064-1:2006 Greenhouse gases -- Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals. International Organization for Standardization. Ginebra

22. Jumilla V. F., 2012, Retos Medioambientales de la industria alimentaria, Cátedra Instituto Tomás Pascual – Universidad de Burgos, Cap. La Huella de Carbono, pp. 27, 30, 33.
23. Laguna, E. H., y Bermúdez, F. L. (2004). Cambio temporal en la huella ecológica de la región de Murcia y su uso como indicador de desertificación. Papeles de geografía, 40, 95-110.
24. Larroyo F., Historia comparada de la educación en México, editorial porrúa, México, 1976, páginas: 29, 30, 31, 32 y 33.
25. López R, Taboada JL, López N., 2008, Impacto ambiental en centros da USC. Vicerrectoría de Calidade e Planificación, Universidad de Santiago de Compostela. Dirección Xeneral de Desenvolvemento Sostible. Xunta de Galicia.
26. Macedo, B. 2005. El concepto de sostenibilidad, Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe UNESCO Santiago. Recuperado el 12 de Noviembre del 2012 en <http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001621/162177S.pdf>
27. Merino, L., (2013). La Universidad consume cada vez menos energía por alumno, Revista Energías Renovables, No. 121, pp 40-44
28. Mitchell, M, 2008 Edicion actualizada y ampliada de The Guide to Low Carbon Lifestyles, Rat's Castle, Clovelly, Bideford, Devon EX39 5TF, Reino Unido de la Gran Bretaña
29. Network, G. F. (2006). Informe Planeta Vivo 2006.

30. Quintero, M., Romero, S., Ojeda, S. y Flores, R., 2013, El Programa Ambiental Universitario (PAU) de la UABC, en el libro Programas ambientales universitarios de las instituciones que forman parte de COMPLEXUS en proceso de edición.
31. Redefining progress, 2007, La huella ecológica: sustentabilidad del concepto a hechos concretos, Recuperado el 5 de Noviembre del 2012 de www.redefiningprogress.org
32. Román, J., 2011. Programa institucional universitario: agua para toda la vida, en el libro Programa Ambiental Universitario de la UABC, editado por la UABC, Coordinador Margarito Quintero N. (171)
33. Secretaria General UABC, 2014 recuperado de http://sriagral.uabc.mx/Sistema/BienesPatrimoniales/Terrenos%20y%20Predios/ShowTerrenos_Y_PrediosTable.aspx? Consulta: 1-09-14
34. Toledo, R. A. H., Cisneros, F. G. V. S., Álvarez, L. A. C., López, A. L., & Gómez, V. H. E. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010 Informe final.
35. Tomaselli, M., 2004, Investigación de la huella ecológica en la Universidad San Francisco.
36. University of Redlands, University of Redlands, Environmental Studies Department, Redlands, California, USA
37. Vargas, L. A., Adame M. S., Jiménez J., J. 2012. Movilidad, sustentabilidad y combustibles de los sistemas de transporte rápido de autobús articulado en México. Interciencia, volumen37, num 2. Febrero, pp. 154-160. Caracas, Venezuela.

38. Venetoulis, 2010, Assessing the ecological impact of a university The ecological footprint
for the

39. Wackernagel, M., Rees, W., 2001, Nuestra Huella Ecológica: Reduciendo el impacto
humano sobre la Tierra, IEP/Lom Ediciones, Santiago 2001

Anexos

Anexo 1 Encuesta

Nombre:

Ocupación: *Investigador* *Estudiante* *Administrativo* *Otro*

1. ¿Cuál es tu dirección?
2. ¿Cuál medio de transporte utilizas para llegar al Instituto de Ingeniería?
A pie
Bicicleta
Autobús
Moto
Automóvil

Si la respuesta fue diferente de automóvil, favor de pasar a la pregunta no 7

3. ¿Cuál es la velocidad promedio a la que manejas?
4. ¿Cuántos cilindros tiene el motor de tu automóvil?
5. ¿En qué año se fabricó tu automóvil (modelo)?
6. ¿Qué tipo de gasolina usa tu automóvil? (especificar si se compra en Estados Unidos o México)
7. ¿Cuánto tiempo requieres para llegar al Instituto de Ingeniería?
8. ¿Cuántas veces a la semana realizas el recorrido de tu casa hacia el instituto de Ingeniería y viceversa?
9. ¿Cuál es la distancia en km que recorres al año en avión por motivos académicos?

Si no conoces la respuesta, favor de llenar la siguiente tabla:

Salida	Escala 1	Escala 2	Escala 3	Escala 4	Destino
Ejemplo: Mexicali	Cd de México DF				Nueva York, Estados Unidos

Anexo 2 Concentrado de respuestas a encuesta

Pregunta	Estratato	INVESTIGADOR	ESTUDIANTE	ADMINISTRATIVO	OTRO	TOTAL
		36	101	10	3	150
Medio de transporte						
A PIE		3	3	0	0	6
BICICLETA		0	2	0	0	2
AUTOBUS		1	7	0	0	8
MOTO		0	1	0	0	1
AUTOMOVIL		30	88	10	3	131
Velocidad prom. a la que manejas						
60 km/hr o menos		23	52	8	2	85
áas de 60 km/hr		7	36	2	1	46
# DE CILINDROS						
4 cil		16	64	7	1	88
5 cil		0	2	0	0	2
6 cil		9	18	2	2	31
8 cil		5	4	1	0	10
10 cil		0	0	0	0	0
MODELO						
2006 a 2012		17	17	3	0	37
1999 a 2005		9	49	5	3	66
1998 y anteriores		4	22	2	0	28
GASOLINA (diesel)		1				1
MAGNA		14	58	7	3	82
PREMIUM		15	30	3	0	48
Tiempo para llegar al IDI (minutos)		434.5	1869	129.5	52	2485
# De veces que se realiza el recorrido		302	645.5	107	15	1069.5
Distancia recorrida en avion prom. (km)		254871.04	424162.8	15000	0	694033.8
Kg de CO ₂ al año por viaje en avion		114692.9	187712.7	6750	0	309155.6
km de distancia		152.76	949.815	56.25	24.11	1182.93
Kg de CO ₂ al año por transporte al II		12526.84	41226.5	5739.4	1136.	60628.94
Kg de CO ₂ al año totales por persona		127219.74	228939.2	12489.4	1136.	369784.5
km de distancia recorridos en una semana		1429.15	4673.765	623.9	69	6795.81

Anexo 3

3.1 Mediciones de energía eléctrica temporada de invierno

Instituto de Ingeniería 26/02/2013							
End Time	KW Hours	End Time	KW Hours	End Time	KW Hours	End Time	KW Hours
00:00:00	4.922	06:00:00	5.383	12:00:00	16.373	18:00:00	17.159
00:15:00	4.848	06:15:00	5.779	12:15:00	16.428	18:15:00	16.921
00:30:00	5.054	06:30:00	4.794	12:30:00	16.707	18:30:00	16.671
00:45:00	5.184	06:45:00	4.694	12:45:00	16.797	18:45:00	16.11
01:00:00	4.944	07:00:00	5.003	13:00:00	16.516	19:00:00	15.343
01:15:00	4.732	07:15:00	5.362	13:15:00	15.76	19:15:00	14.992
01:30:00	5.09	07:30:00	5.393	13:30:00	15.617	19:30:00	13.941
01:45:00	5.295	07:45:00	5.647	13:45:00	15.051	19:45:00	13.432
02:00:00	4.919	08:00:00	6.834	14:00:00	14.981	20:00:00	13.295
02:15:00	4.728	08:15:00	8.632	14:15:00	13.963	20:15:00	12.478
02:30:00	5.073	08:30:00	9.706	14:30:00	13.573	20:30:00	11.766
02:45:00	5.015	08:45:00	10.004	14:45:00	13.096	20:45:00	11.189
03:00:00	4.924	09:00:00	11.357	15:00:00	12.302	21:00:00	10.59
03:15:00	4.954	09:15:00	12.847	15:15:00	13.246	21:15:00	9.736
03:30:00	5.152	09:30:00	13.68	15:30:00	13.932	21:30:00	9.13
03:45:00	5.146	09:45:00	14.127	15:45:00	14.136	21:45:00	8.602
04:00:00	4.748	10:00:00	14.532	16:00:00	13.528	22:00:00	7.65
04:15:00	5.177	10:15:00	14.853	16:15:00	13.913	22:15:00	7.843
04:30:00	5.302	10:30:00	15.36	16:30:00	15.535	22:30:00	7.47
04:45:00	4.957	10:45:00	15.816	16:45:00	16.014	22:45:00	6.782
05:00:00	4.775	11:00:00	15.861	17:00:00	16.167	23:00:00	5.974
05:15:00	4.92	11:15:00	16.232	17:15:00	16.831	23:15:00	5.946
05:30:00	5.187	11:30:00	15.865	17:30:00	16.544	23:30:00	5.7
05:45:00	5.371	11:45:00	16.3	17:45:00	16.827	23:45:00	5.742
Instituto de Ingeniería 27/02/2013							
End Time	KW Hours	End Time	KW Hours	End Time	KW Hours	End Time	KW Hours
00:00:00	5.637	06:00:00	5.681	12:00:00	17.262	18:00:00	16.134
00:15:00	5.747	06:15:00	5.715	12:15:00	16.98	18:15:00	16.705
00:30:00	5.597	06:30:00	5.046	12:30:00	16.604	18:30:00	16.444
00:45:00	5.696	06:45:00	5.256	12:45:00	16.632	18:45:00	16.202
01:00:00	5.764	07:00:00	5.434	13:00:00	16.106	19:00:00	16.069
01:15:00	5.687	07:15:00	5.93	13:15:00	15.709	19:15:00	15.837
01:30:00	5.312	07:30:00	6.654	13:30:00	15.656	19:30:00	14.905
01:45:00	5.874	07:45:00	7.165	13:45:00	15.467	19:45:00	13.098
02:00:00	5.958	08:00:00	8.15	14:00:00	15.038	20:00:00	11.787

02:15:00	5.499	08:15:00	9.343	14:15:00	14.07	20:15:00	11.694
02:30:00	5.741	08:30:00	10.391	14:30:00	13.234	20:30:00	11.322
02:45:00	5.704	08:45:00	10.603	14:45:00	13.274	20:45:00	10.578
03:00:00	5.678	09:00:00	11.924	15:00:00	13.557	21:00:00	9.826
03:15:00	5.564	09:15:00	14.107	15:15:00	12.293	21:15:00	10.015
03:30:00	5.686	09:30:00	15.133	15:30:00	13.037	21:30:00	9.133
03:45:00	5.888	09:45:00	14.895	15:45:00	13.785	21:45:00	8.57
04:00:00	5.804	10:00:00	15.247	16:00:00	14.046	22:00:00	7.685
04:15:00	5.564	10:15:00	15.204	16:15:00	14.007	22:15:00	7.189
04:30:00	6.036	10:30:00	15.09	16:30:00	14.679	22:30:00	6.978
04:45:00	5.818	10:45:00	15.567	16:45:00	15.535	22:45:00	6.265
05:00:00	5.402	11:00:00	15.996	17:00:00	15.153	23:00:00	5.866
05:15:00	5.377	11:15:00	17.263	17:15:00	15.201	23:15:00	5.242
05:30:00	5.835	11:30:00	17.216	17:30:00	15.847	23:30:00	5.519
05:45:00	5.965	11:45:00	17.069	17:45:00	15.992	23:45:00	4.965
Instituto de Ingeniería 28/02/2013							
End Time	KW Hours	End Time	KW Hours	End Time	KW Hours	End Time	KW Hours
00:00:00	5.168	06:00:00	5.484	12:00:00	16.11	18:00:00	15.969
00:15:00	5.282	06:15:00	5.339	12:15:00	15.753	18:15:00	16.029
00:30:00	4.705	06:30:00	4.749	12:30:00	15.179	18:30:00	15.4
00:45:00	4.226	06:45:00	5.039	12:45:00	15.639	18:45:00	15.029
01:00:00	4.248	07:00:00	5.784	13:00:00	15.733	19:00:00	14.842
01:15:00	4.215	07:15:00	5.51	13:15:00	15.727	19:15:00	13.729
01:30:00	4.265	07:30:00	5.886	13:30:00	15.639	19:30:00	13.004
01:45:00	4.184	07:45:00	6.36	13:45:00	15.668	19:45:00	12.967
02:00:00	4.358	08:00:00	6.57	14:00:00	15.41	20:00:00	12.172
02:15:00	4.321	08:15:00	7.727	14:15:00	13.953	20:15:00	11.47
02:30:00	4.076	08:30:00	9.339	14:30:00	13.04	20:30:00	10.85
02:45:00	4.278	08:45:00	11.176	14:45:00	12.263	20:45:00	10.232
03:00:00	4.504	09:00:00	11.341	15:00:00	12.052	21:00:00	9.184
03:15:00	4.288	09:15:00	12.411	15:15:00	12.203	21:15:00	7.845
03:30:00	4.067	09:30:00	13.572	15:30:00	12.21	21:30:00	6.497
03:45:00	4.526	09:45:00	13.994	15:45:00	12.648	21:45:00	6.661
04:00:00	4.439	10:00:00	13.357	16:00:00	13.339	22:00:00	6.083
04:15:00	4.442	10:15:00	14.085	16:15:00	13.766	22:15:00	5.678
04:30:00	4.271	10:30:00	15.104	16:30:00	14.069	22:30:00	5.792
04:45:00	4.362	10:45:00	15.477	16:45:00	14.876	22:45:00	5.747
05:00:00	4.345	11:00:00	14.946	17:00:00	14.572	23:00:00	5.22
05:15:00	4.103	11:15:00	15.712	17:15:00	14.83	23:15:00	5.307
05:30:00	4.338	11:30:00	16.092	17:30:00	15.048	23:30:00	5.514
05:45:00	4.869	11:45:00	15.9	17:45:00	15.359	23:45:00	5.342

Instituto de Ingeniería 1/03/2013							
End Time	KW Hours	End Time	KW Hours	End Time	KW Hours	End Time	KW Hours
00:00:00	5.198	06:00:00	2.757	12:00:00	16.349	18:00:00	13.236
00:15:00	5.323	06:15:00	4.902	12:15:00	15.919	18:15:00	12.851
00:30:00	5.498	06:30:00	4.15	12:30:00	15.698	18:30:00	11.867
00:45:00	5.334	06:45:00	3.003	12:45:00	15.566	18:45:00	11.061
01:00:00	5.013	07:00:00	3.855	13:00:00	15.536	19:00:00	9.547
01:15:00	5.282	07:15:00	5.206	13:15:00	15.476	19:15:00	11.086
01:30:00	5.403	07:30:00	3.071	13:30:00	14.82	19:30:00	9.095
01:45:00	5.482	07:45:00	2.639	13:45:00	13.781	19:45:00	8.487
02:00:00	4.875	08:00:00	5.317	14:00:00	12.96	20:00:00	8.305
02:15:00	5.372	08:15:00	6.806	14:15:00	13.165	20:15:00	8.086
02:30:00	5.554	08:30:00	6.47	14:30:00	12.679	20:30:00	7.952
02:45:00	5.322	08:45:00	7.32	14:45:00	12.65	20:45:00	6.387
03:00:00	5.009	09:00:00	8.136	15:00:00	11.53	21:00:00	5.034
03:15:00	5.282	09:15:00	8.934	15:15:00	11.976	21:15:00	3.659
03:30:00	5.5	09:30:00	9.925	15:30:00	11.864	21:30:00	1.838
03:45:00	5.377	09:45:00	10.112	15:45:00	11.245	21:45:00	4.096
04:00:00	5.334	10:00:00	9.299	16:00:00	11.333	22:00:00	2.983
04:15:00	5.575	10:15:00	11.199	16:15:00	12.142	22:15:00	2.534
04:30:00	5.431	10:30:00	10.817	16:30:00	13.009	22:30:00	5.686
04:45:00	5.31	10:45:00	13.13	16:45:00	12.228	22:45:00	1.777
05:00:00	5.306	11:00:00	13.558	17:00:00	12.25	23:00:00	0.772
05:15:00	4.149	11:15:00	13.677	17:15:00	12.653	23:15:00	2.253
05:30:00	3.662	11:30:00	13.764	17:30:00	12.42	23:30:00	1.999
05:45:00	2.581	11:45:00	15.964	17:45:00	12.756	23:45:00	2.138

Laboratorio de Topografía 05/03/2013							
End Time	KW Hours	End Time	KW Hours	End Time	KW Hours	End Time	KW Hours
00:00:00	0.041	06:00:00	0.037	12:00:00	1.091	18:00:00	1.46
00:15:00	0.039	06:15:00	0.036	12:15:00	0.343	18:15:00	1.471
00:30:00	0.039	06:30:00	0.036	12:30:00	0.003	18:30:00	1.345
00:45:00	0.038	06:45:00	0.036	12:45:00	0.003	18:45:00	1.395
01:00:00	0.039	07:00:00	0.036	13:00:00	0.074	19:00:00	1.241
01:15:00	0.038	07:15:00	0.038	13:15:00	0.121	19:15:00	1.442
01:30:00	0.037	07:30:00	0.037	13:30:00	0.121	19:30:00	1.305
01:45:00	0.038	07:45:00	0.035	13:45:00	0.121	19:45:00	1.291
02:00:00	0.037	08:00:00	0.105	14:00:00	0.034	20:00:00	1.196
02:15:00	0.036	08:15:00	0.866	14:15:00	0.005	20:15:00	1.162
02:30:00	0.037	08:30:00	0.941	14:30:00	0.005	20:30:00	1.149

02:45:00	0.037	08:45:00	1.058	14:45:00	0.004	20:45:00	0.948
03:00:00	0.037	09:00:00	1.138	15:00:00	0.004	21:00:00	1.021
03:15:00	0.037	09:15:00	0.875	15:15:00	0.755	21:15:00	1.041
03:30:00	0.037	09:30:00	0.791	15:30:00	0.842	21:30:00	0.751
03:45:00	0.037	09:45:00	0.783	15:45:00	0.906	21:45:00	0.824
04:00:00	0.037	10:00:00	0.783	16:00:00	0.996	22:00:00	0.436
04:15:00	0.037	10:15:00	0.797	16:15:00	1.096	22:15:00	0.022
04:30:00	0.036	10:30:00	0.774	16:30:00	1.097	22:30:00	0.02
04:45:00	0.037	10:45:00	0.765	16:45:00	1.166	22:45:00	0.023
05:00:00	0.037	11:00:00	0.869	17:00:00	1.293	23:00:00	0.022
05:15:00	0.037	11:15:00	1.019	17:15:00	1.41	23:15:00	0.022
05:30:00	0.037	11:30:00	1.09	17:30:00	1.395	23:30:00	0.022
05:45:00	0.038	11:45:00	1.086	17:45:00	1.436	23:45:00	0.023

Laboratorio de Topografía 06/03/2013

End Time	KW Hours	End Time	KW Hours	End Time	KW Hours	End Time	KW Hours
00:00:00	0.021	06:00:00	0.022	12:00:00	1.062	18:00:00	1.251
00:15:00	0.022	06:15:00	0.022	12:15:00	0.491	18:15:00	1.077
00:30:00	0.023	06:30:00	0.022	12:30:00	0.024	18:30:00	1.203
00:45:00	0.022	06:45:00	0.022	12:45:00	0.02	18:45:00	1.218
01:00:00	0.022	07:00:00	0.022	13:00:00	0.013	19:00:00	1.227
01:15:00	0.022	07:15:00	0.023	13:15:00	0.003	19:15:00	1.09
01:30:00	0.02	07:30:00	0.023	13:30:00	0.003	19:30:00	1.095
01:45:00	0.022	07:45:00	0.022	13:45:00	0.004	19:45:00	1.092
02:00:00	0.023	08:00:00	0.025	14:00:00	0.005	20:00:00	1.149
02:15:00	0.023	08:15:00	0.758	14:15:00	0.004	20:15:00	1.371
02:30:00	0.023	08:30:00	0.78	14:30:00	0.005	20:30:00	1.296
02:45:00	0.023	08:45:00	0.768	14:45:00	0.004	20:45:00	1.331
03:00:00	0.02	09:00:00	0.764	15:00:00	0.004	21:00:00	1.095
03:15:00	0.022	09:15:00	0.761	15:15:00	0.909	21:15:00	0.884
03:30:00	0.023	09:30:00	0.754	15:30:00	1.116	21:30:00	0.892
03:45:00	0.022	09:45:00	0.751	15:45:00	1.169	21:45:00	1.115
04:00:00	0.023	10:00:00	0.744	16:00:00	1.196	22:00:00	0.798
04:15:00	0.023	10:15:00	0.732	16:15:00	1.205	22:15:00	0.009
04:30:00	0.02	10:30:00	0.828	16:30:00	1.167	22:30:00	0.009
04:45:00	0.024	10:45:00	0.847	16:45:00	1.021	22:45:00	0.009
05:00:00	0.024	11:00:00	0.851	17:00:00	1.24	23:00:00	0.009
05:15:00	0.023	11:15:00	0.861	17:15:00	1.41	23:15:00	0.009
05:30:00	0.023	11:30:00	1.046	17:30:00	1.35	23:30:00	0.008
05:45:00	0.022	11:45:00	1.065	17:45:00	1.255	23:45:00	0.009

Laboratorio de Topografía 07/03/2013

End Time	KW Hours	End Time	KW Hours	End Time	KW Hours	End Time	KW Hours
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

00:00:00	0.009	06:00:00	0.009	12:00:00	1.05	18:00:00	1.572
00:15:00	0.01	06:15:00	0.009	12:15:00	0.103	18:15:00	1.484
00:30:00	0.009	06:30:00	0.008	12:30:00	0.03	18:30:00	1.391
00:45:00	0.01	06:45:00	0.009	12:45:00	0.03	18:45:00	1.268
01:00:00	0.009	07:00:00	0.01	13:00:00	0.029	19:00:00	1.18
01:15:00	0.009	07:15:00	0.009	13:15:00	0.038	19:15:00	1.06
01:30:00	0.01	07:30:00	0.007	13:30:00	0.043	19:30:00	1.046
01:45:00	0.009	07:45:00	0.008	13:45:00	0.089	19:45:00	1.047
02:00:00	0.01	08:00:00	0.007	14:00:00	0.031	20:00:00	1.06
02:15:00	0.009	08:15:00	0.644	14:15:00	0.031	20:15:00	1.001
02:30:00	0.009	08:30:00	0.799	14:30:00	0.03	20:30:00	1.16
02:45:00	0.009	08:45:00	0.792	14:45:00	0.03	20:45:00	1.107
03:00:00	0.009	09:00:00	0.783	15:00:00	0.03	21:00:00	0.94
03:15:00	0.009	09:15:00	0.777	15:15:00	0.622	21:15:00	0.36
03:30:00	0.01	09:30:00	0.771	15:30:00	1.313	21:30:00	0.008
03:45:00	0.01	09:45:00	0.781	15:45:00	1.292	21:45:00	0.008
04:00:00	0.009	10:00:00	0.776	16:00:00	1.304	22:00:00	0.008
04:15:00	0.009	10:15:00	0.759	16:15:00	1.311	22:15:00	0.008
04:30:00	0.01	10:30:00	0.774	16:30:00	1.448	22:30:00	0.009
04:45:00	0.009	10:45:00	1.09	16:45:00	1.524	22:45:00	0.008
05:00:00	0.01	11:00:00	1.08	17:00:00	1.523	23:00:00	0.008
05:15:00	0.01	11:15:00	1.069	17:15:00	1.614	23:15:00	0.009
05:30:00	0.009	11:30:00	1.059	17:30:00	1.564	23:30:00	0.009
05:45:00	0.009	11:45:00	1.055	17:45:00	1.573	23:45:00	0.009

Laboratorio de Topografía 08/03/2013

End Time	KW Hours	End Time	KW Hours	End Time	KW Hours	End Time	KW Hours
00:00:00	0.009	06:00:00	0.009	12:00:00	1.065	18:00:00	1.466
00:15:00	0.009	06:15:00	0.009	12:15:00	1.037	18:15:00	1.457
00:30:00	0.01	06:30:00	0.007	12:30:00	1.036	18:30:00	1.431
00:45:00	0.01	06:45:00	0.008	12:45:00	0.134	18:45:00	1.594
01:00:00	0.01	07:00:00	0.008	13:00:00	0.002	19:00:00	1.605
01:15:00	0.008	07:15:00	0.008	13:15:00	0.002	19:15:00	1.582
01:30:00	0.009	07:30:00	0.007	13:30:00	0.001	19:30:00	1.59
01:45:00	0.009	07:45:00	0.042	13:45:00	0.002	19:45:00	1.485
02:00:00	0.01	08:00:00	0.006	14:00:00	0.006	20:00:00	1.426
02:15:00	0.009	08:15:00	0.586	14:15:00	0.002	20:15:00	1.359
02:30:00	0.009	08:30:00	1.213	14:30:00	0.003	20:30:00	1.338
02:45:00	0.009	08:45:00	1.195	14:45:00	0.002	20:45:00	1.342
03:00:00	0.009	09:00:00	1.266	15:00:00	0.325	21:00:00	1.337
03:15:00	0.01	09:15:00	1.422	15:15:00	0.962	21:15:00	0.732

03:30:00	0.007	09:30:00	1.486	15:30:00	1.413	21:30:00	0.026
03:45:00	0.009	09:45:00	1.603	15:45:00	1.411	21:45:00	0.028
04:00:00	0.01	10:00:00	1.414	16:00:00	1.385	22:00:00	0.028
04:15:00	0.008	10:15:00	1.41	16:15:00	1.379	22:15:00	0.026
04:30:00	0.009	10:30:00	1.405	16:30:00	1.378	22:30:00	0.027
04:45:00	0.009	10:45:00	1.4	16:45:00	1.364	22:45:00	0.027
05:00:00	0.01	11:00:00	1.385	17:00:00	1.433	23:00:00	0.027
05:15:00	0.009	11:15:00	1.405	17:15:00	1.439	23:15:00	0.027
05:30:00	0.01	11:30:00	1.263	17:30:00	1.497	23:30:00	0.027
05:45:00	0.01	11:45:00	1.074	17:45:00	1.501	23:45:00	0.027

3.2 Mediciones de energía eléctrica temporada de verano

Instituto de Ingeniería 07/08/2013							
End Time	Kwh	End Time	Kwh	End Time	Kwh	End Time	Kwh
00:00:00	17.2095	06:00:00	14.8875	12:00:00	37.14	18:00:00	38.388
00:15:00	18.744	06:15:00	14.7435	12:15:00	41.79	18:15:00	38.6415
00:30:00	16.164	06:30:00	15.0825	12:30:00	43.6575	18:30:00	37.476
00:45:00	16.296	06:45:00	16.416	12:45:00	44.0085	18:45:00	37.5975
01:00:00	17.508	07:00:00	16.5015	13:00:00	44.829	19:00:00	36.165
01:15:00	19.029	07:15:00	18.174	13:15:00	42.972	19:15:00	37.758
01:30:00	15.531	07:30:00	17.7195	13:30:00	43.299	19:30:00	34.731
01:45:00	19.617	07:45:00	17.9295	13:45:00	42.264	19:45:00	30.444
02:00:00	18.117	08:00:00	18.708	14:00:00	41.9505	20:00:00	32.289
02:15:00	18.519	08:15:00	21.0225	14:15:00	40.626	20:15:00	26.8335
02:30:00	16.257	08:30:00	24.4665	14:30:00	43.704	20:30:00	25.7235
02:45:00	17.547	08:45:00	26.043	14:45:00	43.4325	20:45:00	27.822
03:00:00	16.5435	09:00:00	26.0625	15:00:00	39.858	21:00:00	24.1425
03:15:00	14.346	09:15:00	25.9155	15:15:00	42.1485	21:15:00	22.1985
03:30:00	16.071	09:30:00	31.794	15:30:00	39.786	21:30:00	20.547
03:45:00	17.373	09:45:00	31.728	15:45:00	43.0305	21:45:00	25.0785
04:00:00	15.954	10:00:00	32.757	16:00:00	43.4025	22:00:00	25.224
04:15:00	16.272	10:15:00	35.736	16:15:00	43.989	22:15:00	23.958
04:30:00	17.0445	10:30:00	35.466	16:30:00	41.262	22:30:00	22.089
04:45:00	15.891	10:45:00	37.5405	16:45:00	44.6085	22:45:00	19.557
05:00:00	16.7805	11:00:00	37.2165	17:00:00	41.955	23:00:00	21.4335
05:15:00	17.1225	11:15:00	35.6415	17:15:00	41.877	23:15:00	22.2615
05:30:00	15.7215	11:30:00	39.879	17:30:00	38.34	23:30:00	22.5435
05:45:00	16.545	11:45:00	43.326	17:45:00	39.774	23:45:00	20.919
Instituto de Ingeniería 08/08/2013							
End Time	Kwh	End Time	Kwh	End Time	Kwh	End Time	Kwh
00:00:00	16.845	06:00:00	18.057	12:00:00	37.863	18:00:00	41.556

00:15:00	18.816	06:15:00	15.9675	12:15:00	38.565	18:15:00	41.9445
00:30:00	21.186	06:30:00	17.502	12:30:00	37.8765	18:30:00	40.431
00:45:00	21.258	06:45:00	18.249	12:45:00	41.685	18:45:00	41.1945
01:00:00	19.8465	07:00:00	15.036	13:00:00	38.457	19:00:00	39.1665
01:15:00	17.718	07:15:00	17.412	13:15:00	40.8075	19:15:00	37.1955
01:30:00	20.2215	07:30:00	17.901	13:30:00	38.16	19:30:00	35.7915
01:45:00	18.7995	07:45:00	21.675	13:45:00	37.5675	19:45:00	32.304
02:00:00	17.8545	08:00:00	21.7695	14:00:00	35.9805	20:00:00	29.703
02:15:00	19.4235	08:15:00	21.2295	14:15:00	37.317	20:15:00	30.822
02:30:00	18.1725	08:30:00	22.5075	14:30:00	36.1155	20:30:00	29.994
02:45:00	19.3695	08:45:00	27.1635	14:45:00	38.544	20:45:00	25.68
03:00:00	17.8065	09:00:00	30.9405	15:00:00	37.3275	21:00:00	23.955
03:15:00	17.619	09:15:00	28.023	15:15:00	37.7415	21:15:00	22.2135
03:30:00	19.3365	09:30:00	26.772	15:30:00	39.4035	21:30:00	25.824
03:45:00	18.402	09:45:00	32.5185	15:45:00	39.3105	21:45:00	25.2735
04:00:00	16.2765	10:00:00	34.206	16:00:00	39.4065	22:00:00	20.925
04:15:00	16.425	10:15:00	35.5785	16:15:00	41.994	22:15:00	20.5665
04:30:00	17.115	10:30:00	34.8	16:30:00	37.4175	22:30:00	22.647
04:45:00	18.8835	10:45:00	37.0845	16:45:00	40.8855	22:45:00	21.309
05:00:00	17.5785	11:00:00	36.8235	17:00:00	41.547	23:00:00	20.427
05:15:00	18.3855	11:15:00	37.641	17:15:00	41.6025	23:15:00	18.972
05:30:00	18.981	11:30:00	41.577	17:30:00	42.186	23:30:00	19.1955
05:45:00	14.616	11:45:00	44.6475	17:45:00	44.013	23:45:00	22.0575

Instituto de Ingeniería 09/08/2013

End Time	Kwh	End Time	Kwh	End Time	Kwh	End Time	Kwh
00:00:00	16.5315	06:00:00	14.8425	12:00:00	43.335	18:00:00	36.33
00:15:00	18.7845	06:15:00	16.245	12:15:00	41.3985	18:15:00	36.5505
00:30:00	21.114	06:30:00	15.171	12:30:00	41.1075	18:30:00	35.253
00:45:00	15.6705	06:45:00	15.6165	12:45:00	41.5665	18:45:00	35.439
01:00:00	18.957	07:00:00	16.44	13:00:00	37.7775	19:00:00	33.4005
01:15:00	17.6565	07:15:00	17.5125	13:15:00	42.8475	19:15:00	28.7265
01:30:00	18.765	07:30:00	18.555	13:30:00	39.8805	19:30:00	27.9015
01:45:00	18.0345	07:45:00	19.824	13:45:00	40.3185	19:45:00	25.542
02:00:00	16.5045	08:00:00	20.673	14:00:00	37.365	20:00:00	24.717
02:15:00	16.884	08:15:00	21.135	14:15:00	38.6085	20:15:00	22.962
02:30:00	16.203	08:30:00	25.209	14:30:00	37.587	20:30:00	22.4175
02:45:00	18.567	08:45:00	30.3135	14:45:00	36.24	20:45:00	23.2515
03:00:00	18.447	09:00:00	31.5915	15:00:00	36.1905	21:00:00	21.039
03:15:00	14.868	09:15:00	30.8955	15:15:00	38.064	21:15:00	20.9535
03:30:00	15.627	09:30:00	31.455	15:30:00	34.1445	21:30:00	21.5505
03:45:00	18.7545	09:45:00	29.5635	15:45:00	36.3075	21:45:00	19.836

04:00:00	17.4645	10:00:00	35.451	16:00:00	37.0905	22:00:00	18.0135
04:15:00	16.131	10:15:00	32.2005	16:15:00	35.6895	22:15:00	16.3485
04:30:00	15.5055	10:30:00	33.5835	16:30:00	40.1865	22:30:00	17.781
04:45:00	16.9875	10:45:00	36.246	16:45:00	39.0225	22:45:00	14.772
05:00:00	19.0245	11:00:00	34.6845	17:00:00	34.671	23:00:00	18.1545
05:15:00	17.6205	11:15:00	40.2135	17:15:00	40.494	23:15:00	14.259
05:30:00	15.1485	11:30:00	39.612	17:30:00	38.4645	23:30:00	15.2625
05:45:00	15.696	11:45:00	39.327	17:45:00	36.582	23:45:00	16.5795
Instituto de Ingeniería 12/08/2013							
End Time	Kwh	End Time	Kwh	End Time	Kwh	End Time	Kwh
00:00:00	14.775	06:00:00	12.0675	12:00:00	42.747	18:00:00	40.7415
00:15:00	14.109	06:15:00	11.958	12:15:00	44.325	18:15:00	41.1915
00:30:00	12.948	06:30:00	13.3965	12:30:00	41.9115	18:30:00	41.0265
00:45:00	16.8345	06:45:00	13.437	12:45:00	34.7655	18:45:00	39.531
01:00:00	14.895	07:00:00	11.241	13:00:00	43.218	19:00:00	38.9565
01:15:00	14.4165	07:15:00	12.3	13:15:00	40.6335	19:15:00	32.529
01:30:00	13.1415	07:30:00	14.037	13:30:00	41.1915	19:30:00	30.2775
01:45:00	13.2675	07:45:00	14.7465	13:45:00	41.937	19:45:00	33.7455
02:00:00	16.0755	08:00:00	15.816	14:00:00	38.6955	20:00:00	31.539
02:15:00	13.65	08:15:00	17.3295	14:15:00	36.8475	20:15:00	29.556
02:30:00	13.3245	08:30:00	18.6045	14:30:00	44.8665	20:30:00	28.0155
02:45:00	14.6025	08:45:00	23.565	14:45:00	40.803	20:45:00	22.935
03:00:00	14.766	09:00:00	26.1225	15:00:00	41.724	21:00:00	22.4415
03:15:00	15.2745	09:15:00	25.8105	15:15:00	37.4385	21:15:00	24.48
03:30:00	12.837	09:30:00	26.172	15:30:00	35.7135	21:30:00	24.0075
03:45:00	12.4635	09:45:00	29.7615	15:45:00	33.927	21:45:00	25.8615
04:00:00	12.846	10:00:00	31.9845	16:00:00	38.8095	22:00:00	21.357
04:15:00	12.981	10:15:00	33.336	16:15:00	40.2705	22:15:00	19.9845
04:30:00	13.7895	10:30:00	33.1635	16:30:00	39.5805	22:30:00	22.7235
04:45:00	11.568	10:45:00	34.0365	16:45:00	41.55	22:45:00	20.7375
05:00:00	11.931	11:00:00	38.3745	17:00:00	41.5125	23:00:00	17.7585
05:15:00	14.295	11:15:00	36.519	17:15:00	41.1195	23:15:00	15.78
05:30:00	14.103	11:30:00	42.939	17:30:00	40.7415	23:30:00	19.4985
05:45:00	12.6345	11:45:00	41.3145	17:45:00	40.9965	23:45:00	22.3185
Instituto de Ingeniería 13/08/2013							
End Time	Kwh	End Time	Kwh	End Time	Kwh	End Time	Kwh
00:00:00	20.382	06:00:00	13.884	12:00:00	40.2765	18:00:00	33.1365
00:15:00	16.38	06:15:00	13.884	12:15:00	41.427	18:15:00	30.8175
00:30:00	15.5235	06:30:00	14.1855	12:30:00	42.5685	18:30:00	33.537
00:45:00	18.0975	06:45:00	11.8665	12:45:00	36.693	18:45:00	32.7525
01:00:00	18.5055	07:00:00	14.2755	13:00:00	37.047	19:00:00	31.605

01:15:00	13.959	07:15:00	17.934	13:15:00	40.554	19:15:00	31.116
01:30:00	16.869	07:30:00	15.8145	13:30:00	36.6945	19:30:00	33.6015
01:45:00	16.4535	07:45:00	15.93	13:45:00	37.7715	19:45:00	18.732
02:00:00	15.2625	08:00:00	18.381	14:00:00	36.7935		
02:15:00	15.828	08:15:00	21.4215	14:15:00	36.4515		
02:30:00	15.3795	08:30:00	25.9935	14:30:00	39.033		
02:45:00	17.4315	08:45:00	28.872	14:45:00	36.555		
03:00:00	14.7015	09:00:00	23.9955	15:00:00	37.263		
03:15:00	16.584	09:15:00	25.305	15:15:00	36.924		
03:30:00	15.0255	09:30:00	28.224	15:30:00	38.5095		
03:45:00	14.6805	09:45:00	32.3625	15:45:00	38.112		
04:00:00	15.7185	10:00:00	33.732	16:00:00	38.88		
04:15:00	19.0845	10:15:00	34.605	16:15:00	40.407		
04:30:00	14.28	10:30:00	33.4455	16:30:00	38.073		
04:45:00	13.191	10:45:00	35.1195	16:45:00	43.698		
05:00:00	14.259	11:00:00	33.699	17:00:00	41.1345		
05:15:00	14.58	11:15:00	30.1365	17:15:00	39.828		
05:30:00	16.206	11:30:00	38.802	17:30:00	38.3145		
05:45:00	17.2275	11:45:00	41.9535	17:45:00	35.0775		

Anexo 4

Mediciones de consumo de agua en metros cúbicos

Enero		Febrero		Marzo		Abril	
Lectura	Consumo	Lectura	Consumo	Lectura	Consumo	Lectura	Consumo
918	84	1050	132	1110	60	1194	84
420	65	489	69	534.5	45.5	608.5	74
40	1	42	2	42.5	0.5	44	1.5
120	12	140	20	152	12	182.5	30.5
Suma	162	Suma	223	Suma	118	Suma	190
Mayo		Junio		Julio		Agosto	
Lectura	Consumo	Lectura	Consumo	Lectura	Consumo	Lectura	Consumo
1254	60	1302.5	48.5	1350.5	48	1426	75.5
669	60.5	716.5	47.5	747.5	31	808	60.5
45.5	1.5	46.5	1	47	0.5	48	1
206	23.5	227	21	245	18	269.5	24.5
Suma	145.5	Suma	118	Suma	97.5	Suma	161.5
Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
Lectura	Consumo	Lectura	Consumo	Lectura	Consumo	Lectura	Consumo
1523	172.5	1603	177	1648	45	1694	46
897	149.5	993.5	185.5	1077	83.5	1134	57
49	2	50.5	2.5	52	1.5	52.5	0.5
289	44	326	56.5	326	0	368	42
Suma	368	Suma	421.5	Suma	130	Suma	145.5

Consumo Total	2280.5 m ³
Medidor 1	1032.5 m ³
Medidor 2	928.5 m ³
Medidor 3	15.5 m ³
Medidor 4	304 m ³

Anexo 5

Indicadores de recuperación de papel



Mexicali B.C. Octubre 2013.

Estimado Colaborador: INSTITUTO DE INGENIERÍA, UABC.

Por medio de la presente, reciba un cordial saludo de parte de cada uno de los miembros que integran Fundación Hélice A.C.

En conjunto con la afinidad hacia la conservación del medio ambiente, gracias a sus acciones de cambio y de beneficio ambiental, también se ha contribuido a la implementación de campañas de reciclaje y talleres de educación ambiental.

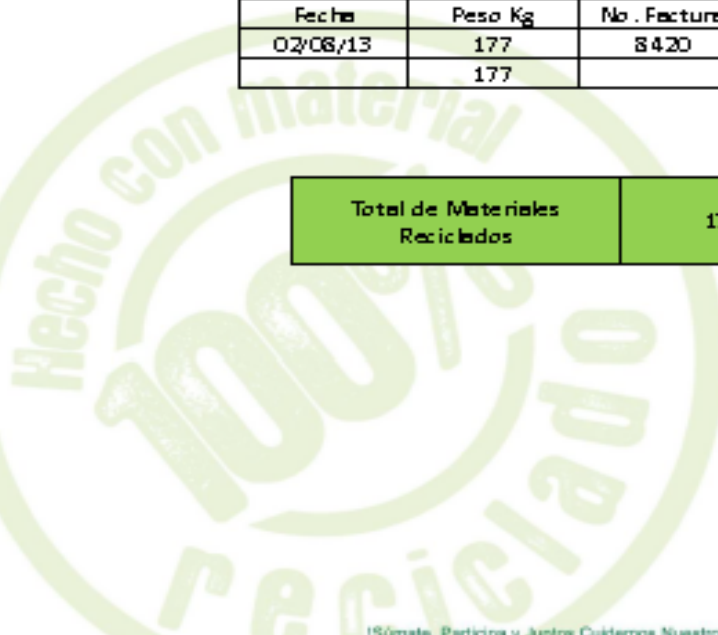
Correspondiendo a esta importante iniciativa que INSTITUTO DE INGENIERÍA, UABC ha realizado y a su compromiso social por la conservación del medio ambiente, le hacemos llegar la información relacionada al material de reciclo que han aportado en el mes de Agosto.

PAPEL

Fecha	Peso Kg	No. Factura	Transporte
02/08/13	177	8420	Recolección
	177		

Total de Materiales
Reciclados

177 KG



Estos resultados en beneficios ambientales obtienen:

Conservación de 3 árboles

Ahorro de 5,310 Lts. de agua

Reducción de material en relleno sanitario 177 Kg.

1 de Octubre, Día del Mar y la Riqueza
Pesquera.

5 de Octubre, Día Mundial del Hábitat.

6 de Octubre, Día Interamericano del Agua.

24 de Octubre, Día Internacional de la Acción
Climática.

24 de Octubre, Día de las Naciones Unidas.

27 de Octubre, Día Marítimo Mundial.



¡Sumate, Participa y Juntos Cuidemos Nuestro Mundo!
Blvd. Benito Juárez No. 4599 esquina con Cabédo, Col. Maestros Federales, Mexcalá B. C., C.P. 21370
www.fundacionheliceac.com / Tel. 686 210 11 20 / Cel. 686 24 29 100

Mexicali B.C. Enero 2014.

Estimado Colaborador: INSTITUTO DE INGENIERÍA, UABC.

Por medio de la presente, reciba un cordial saludo de parte de cada uno de los miembros que integran Fundación Hélice A.C.

En conjunto con la afinidad hacia la conservación del medio ambiente, gracias a sus acciones de cambio y de beneficio ambiental, también se ha contribuido a la implementación de campañas de reciclaje y talleres de educación ambiental.

Correspondiendo a esta importante iniciativa que INSTITUTO DE INGENIERÍA, UABC ha realizado y a su compromiso social por la conservación del medio ambiente, le hacemos llegar la información relacionada al material de reciclaje que ha aportado en el mes de Diciembre 2013.

PAPEL

Fecha	Peso Kg	No. Factura	Transporte
16/12/13	171	9284	Recolección
	171		

Total de Materiales Reciclados	171 KG
---------------------------------------	---------------

Estos resultados en beneficios ambientales obtienen:

Conservación de 3 árboles

Ahorro de 5,130 Lts. de agua

Reducción de material en relleno sanitario 171 Kg.

26 de Enero, Día Internacional de la Educación Ambiental

