



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Nacional de Estudios Superiores,
Unidad Morelia

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA
EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES,
SOCIALES Y ECONÓMICOS POR LA
IMPLEMENTACIÓN Y EL USO DE
ECOTECNIAS

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

DALIA ESMERALDA CAMACHO JIMÉNEZ

DIRECTOR(A) DE TESIS: (M.C., ALFREDO FERNANDO FUENTES GUTIÉRREZ)

MORELIA, MICHOACÁN

SEPTIEMBRE, 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Nacional de Estudios Superiores,
Unidad Morelia

PROPUESTA METODOLÓGICA
PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS
AMBIENTALES, SOCIALES Y
ECONÓMICOS POR LA
IMPLEMENTACIÓN Y EL USO DE
ECOTECNIAS

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

DALIA ESMERALDA CAMACHO JIMÉNEZ

DIRECTOR(A) DE TESIS: (M.C., ALFREDO FERNANDO FUENTES GUTIÉRREZ)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD MORELIA
 SECRETARÍA GENERAL
 SERVICIOS ESCOLARES

MTRA. IVONNE RAMÍREZ WENCE
 DIRECTORA
 DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
PRESENTE

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la **sesión ordinaria 03** del **Comité Académico** de la Licenciatura en Ciencias Ambientales de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad Morelia celebrada el día **17 de marzo del 2020**, acordó poner a su consideración el siguiente jurado para la presentación del Trabajo Profesional del alumno (a) **Dalla Esmeralda Camacho Jiménez** de la Licenciatura en **Ciencias Ambientales**, con número de cuenta **414000867**, con la tesis titulada: **"Propuesta metodológica para la evaluación de impactos ambientales, sociales y económicos por la implementación y el uso de ecotecnologías"**, bajo la dirección como **tutor** del **M. en C. Alfredo Fernando Fuentes Gutiérrez**.

El jurado queda integrado de la siguiente manera:

Presidente: Dr. Raúl Omar Masera Cerutti
Vocal: Dr. José de Jesús Alfonso Fuentes Junco
Secretario: M. en C. Alfredo Fernando Fuentes Gutiérrez
Suplente: Dra. Mariana Vallejo Ramos
Suplente: Dr. Víctor Manuel Berrueta Soriano

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
 Morelia, Michoacán a 17 de septiembre del 2020.

DRA. YESENIA ARREDONDO LEÓN
 SECRETARIA GENERAL

Agradecimientos Institucionales

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México y a toda la comunidad de la Escuela Nacional de Estudios Superiores, unidad Morelia, así como al Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad por el financiamiento otorgado por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica de la Universidad Nacional Autónoma de México (PAPIIT, proyecto IT100818) para el comienzo de esta investigación. También a mis profesores de la Licenciatura en Ciencias Ambientales por ofrecerme las herramientas intelectuales, conceptuales y tecnológicas para mi desarrollo académico y personal, por retar la forma en que veía las cosas y enseñarme distintas maneras de pensar y ver el mundo, por abrirme los ojos y apoyarme en todos estos años de aprendizaje.

Aún no sé muy bien a qué se dedica un Licenciado en Ciencias Ambientales pero esta licenciatura me ha visto crecer y me dio la oportunidad de conocer a muchas personas increíbles que llevan su pasión no solo a las clases sino a sus vidas. Por esos maestros que me inspiraron y jamás olvidaré. A los maestros que no solo cumplieron con el rol de enseñarnos acerca de sus disciplinas, sino que fueron más allá y se volvieron ejemplos de vida. Aún no sé a qué me voy a dedicar, pero ahí vamos y poco a poco lo seguiré descubriendo.

Al jurado integrado por Alfredo Fuentes, Mariana Vallejo, José de Jesús Fuentes, Omar Masera y Víctor Berrueta por aceptar formar parte de este gran reto, por su tiempo, por sus aportaciones, conocimiento y consejos, que enriquecieron este trabajo.

Agradecimientos Personales

A mi mamá Luisa, sin ella no habría llegado hasta aquí y no sería yo misma. Siempre me ha apoyado y dejado vivir las aventuras de las cuales he aprendido tanto, como la aventura de irme de casa y mudarme del golfo de México al Pacífico para estudiar en Morelia. Es un modelo a seguir y aspiro a tener todas sus cualidades algún día y llegar a ser tan sabia como ella. No importa qué, sé que siempre puedo contar con esa mujer que tengo la gran fortuna de llamar mamá.

En los últimos años he vivido tantas cosas de las cuales he aprendido mucho. Estoy orgullosa de todas esas experiencias y agradecida con todos los amigos que me han acompañado en el camino, desde los que me han acompañado desde la infancia hasta con los que he conectado en los últimos años. Gracias a todos esos amigos que me han apoyado, escuchado, inspirado, con los cuales he compartido tantos momentos hermosos que jamás olvidaré.

También quiero agradecer a mi hermana, mejor amiga y a veces polo opuesto, a pesar de ser mi cuata a veces no podría ser más distinta y esa forma tan diferente de ser, pero similar a la vez me obliga a ver el mundo de otra forma y seguro me equilibra. Separarme de ti fue una de las cosas más difíciles que he hecho en la vida, pero sabes que sin importar qué tan lejos estemos, siempre estarás en mi corazón.

Por último, quiero agradecer a mi familia hermosa que me ha dado mucho amor, a mi Abuelita Lourdes que en paz descanse, y que fue una mujer increíble y me dio a mi mamá. A abuelita Fabi, y a Paty por siempre recibirme con amor en su casa, a la familia de los tíos Quetos y a todos los demás que tanto quiero.

La LCA ha sido mucho más que una licenciatura, ha sido una experiencia de vida, inigualable. Para mi la tesis no ha sido una tarea que haya cambiado mi vida, pero si lo fue la licenciatura y todo el camino que recorrí de su mano. Estudiar Ciencias Ambientales no es cosa fácil, pero no por que las materias sean difíciles sino por que te expone a verdades que la mayoría prefiere ignorar y te abre los ojos a una realidad que todos necesitamos conocer.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfica de la evolución del Índice Gini del 2000 al 2015	20
Figura 2. Riesgos climáticos, eventos extremos e impactos relacionados. (2018).	30
Figura 3. Ejes de necesidades, tareas y ecotecnias.....	34
Figura 4 . Pasos en la implementación de una ecotecnia.	38
Figura 5 Diagrama general del proceso creativo de la metodología.....	54
Figura 6. Compilación de varios baños secos de caja.	57
Figura 7. Ejemplos de baño seco con cámara de recolección.	58
Figura 8. Porcentaje del consumo energético por uso final en las viviendas mexicanas en 2014	68
Figura 9. Ejemplo de Matriz reducida de un proyecto minero de fosfato.....	78
Figura 10. Ejemplo de una lista de revisión.	79
Figura 11. Adaptación de Rebitzer et al. (2000). “Representación esquemática del ciclo de vida genérico de un producto”.	84
Figura 12. Fases y aplicaciones de un ACV (ISO 14040, 1997)	85
Figura 13. Ruta de impacto simplificado del calentamiento global y la conexión de los flujos elementales con las áreas de protección.	88
Figura 14. Ejemplificación de distintas categorías de impacto en relación con las áreas de protección o las categorías de impacto a mayor escala (“endpoint”)......	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Posibles clasificaciones de Impactos de acuerdo a Conesa Fernández-Vitora et al. (2011) para la EIA.....	43
Tabla 2. Asignación de valores por magnitud o importancia para la Matriz de Leopold	77
Tabla 3. Categorías de impacto ambiental y sus unidades de referencia respectivas	92
Tabla 4. Propuesta inicial de posibles impactos a medir para distintas ecotecnias.....	94
Tabla 5. Principales determinantes para caracterizar a los agroecosistemas (sistemas de manejo)	98
Tabla 6. Adaptación de “Indicadores sociales genéricos”	105
Tabla 7. Cuadro comparativo de los aspectos compatibles con mi propuesta de evaluación de impacto por el uso de ecotecnias y sus limitaciones.	113
Tabla 8. Información de las organizaciones entrevistadas.	115
Tabla 9. Compilación de las respuestas de las organizaciones encuestadas por correo.....	122
Tabla 10. Posibles Impactos por el uso de ecotecnias en grupos	124
Tabla 11. Posibles Impactos de los sanitarios ecológicos secos.	133
Tabla 12. Posibles Impactos de los calentadores solares.	136
Tabla 13. Posibles Impactos de los sistemas de captación de agua de lluvia	138
Tabla 14. Posibles Impactos de las estufas ahorradoras.	141
Tabla 15 Posibles Impactos de los huertos.	142
Tabla 16. Categorización de los impactos con sub categorías	146
Tabla 17 Cuestionario de impactos por el uso de baños secos.	149
Tabla 18 Cuestionario de impactos por el uso de Calentadores solares.....	152
Tabla 19 Cuestionario de impactos por el uso de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.	155
Tabla 20 Cuestionario de impactos por el uso de Huertos.....	158
Tabla 21 Cuestionario de impactos por el uso de Calentadores solares.....	160

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE CONTENIDOS	8
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
PRÓLOGO	15
CAPÍTULO I - Introducción	16
Capitalismo, Revolución Industrial y Ambiente	16
Contaminación, Desigualdad y la Crisis Ambiental	17
Cambio de paradigma, nuestro posible futuro	25
Ecotecnología y ecotecnias	31
Impactos	40
Pregunta de investigación	45
Pregunta general:	45
Preguntas específicas:	45
Objetivos	46
Objetivo general:	46
Objetivos Específicos:	46
¿Por qué una propuesta metodológica?	47
CAPÍTULO II - Metodología	50
Ecotecnologías seleccionadas	55
Baños Secos	55
Sistemas de Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia (SCALL)	58
Estufas ahorradoras	60

	9
Huertos	63
Calentadores Solares de Agua	66
CAPÍTULO III - Resultados	72
Herramientas existentes y su sistematización	72
Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	72
Pasos a seguir	74
¿Qué se puede obtener de la EIA para esta propuesta?	75
Análisis de Ciclo de Vida (ACV)	79
Pasos del ACV	80
Análisis de impacto en el ACV	85
Categorías de impacto: ¿Qué miden y cómo lo miden?	87
¿Qué se puede obtener del ACV para esta propuesta?	92
MESMIS	95
Pasos a seguir	96
¿Que se puede obtener del MESMIS para esta propuesta?	108
Comparativa de las tres metodologías revisadas	110
Encuestas vía email a organizaciones que trabajan ecotecnias	114
Impactos por uso de ecotecnias y su medición	122
Propuesta metodológica: Pasos para evaluar los impactos por el uso de ecotecnias	127
1) Definición de objetivos y alcances	127
2) Conocer la Ecotecnia	127
3) Identificación de impactos	127
4) Descripción del contexto	127
5) Medición, clasificación y evaluación de impactos	128
6) Conclusiones y recomendaciones	129
Las ecotecnias y sus impactos	130
Sanitarios Ecológicos Secos	130

	10
Calentadores solares	135
Sistemas de captación de agua de lluvia	136
Estufas ahorradoras	139
Huertos	141
Encuestas a usuarios activos de ecotecnias	144
Preguntas para Baño Seco	146
Preguntas para Calentador solar	150
Preguntas para SCALL	152
Preguntas para Huerto	156
Preguntas para Calentador Solar	158
CAPÍTULO IV - Conclusiones	161
Discusión	165
Sugerencias para investigaciones futuras relacionadas	176
Anexos	178
Respuestas de entrevistas	178
Sitio 1	178
Primera Entrevista - Baño seco.	182
Segunda Entrevista - Calentador Solar	185
Tercera entrevista - Estufa	187
Cuarta entrevista - Baño Seco de la familia Guzmán.	190
Sitio 2	192
1) Estufa ahorradora	193
2) Estufa de Tierra	197
3.1) Sistema de captación de agua de lluvia	200
3.2) Calentador solar	205
3.3) La Estufa de doña Ale	208
Glosario de Términos	212

	11
Reflexiones personales	212
Diseño y descripción del proceso de investigación	214
Referencias	219

RESUMEN

Esta tesis busca facilitar la evaluación de los impactos asociados al uso de distintas ecotecnologías, principalmente, a nivel doméstico. Mi trabajo se centró en la creación de una metodología en la que propongo una serie de pasos a seguir para la evaluación de impactos por uso de ecotecnias. Como esta es una propuesta inicial el enfoque principal es proponer la estructura de la metodología y conocer cuáles son los impactos y cómo se podrían clasificar. Para ir identificando los impactos se tomaron como base 5 ecotecnias representativas de cada uno de los ejes de la ecotecnología: vivienda, energía, agua, alimentación y manejo de residuos. Las ecotecnias de enfoque son: Baños secos, sistemas de captación de agua de lluvia, estufas ahorradoras, huertos y calentadores solares.

Para desarrollar dicha propuesta metodológica realicé una revisión bibliográfica de tres metodologías ya existentes: el ACV, MESMIS y la Evaluación de Impacto Ambiental.

Para nutrir la nueva metodología se propusieron una serie de impactos, su posible clasificación y las preguntas necesarias para obtener información relevante para conocer dichos impactos.

Se elaboraron entrevistas piloto para conocer los impactos por el uso de cada una de las ecotecnias y se pusieron a prueba en campo para valorar algunos de los impactos propuestos, su relevancia y clasificación.

En este caso los impactos tienden a ser en mayor medida de carácter social ya que el enfoque son los usuarios. Tanto los impactos económicos de ahorro como los de concientización, salud e incluso bienestar ambiental repercuten en nuestra vida.

En concreto la propuesta metodológica que elaboré consta de 6 fases fundamentales que se encuentran en los resultados.

Aunque en este trabajo se proponen y clasifican impactos, el cómo medirlos y cuantificarlos a profundidad, no se alcanzó a cubrir debido a lo extenso y extenuante del tema por lo que aún

hay mucho por hacer para tener una Metodología para la Evaluación de Impactos por el Uso de Ecotecnias completamente funcional.

ABSTRACT

This thesis goal is to facilitate the evaluation of impacts associated with the use of various appropriate technologies, also known as ecotecnias in Spanish, mainly at a domestic level. My work focuses on creating a methodology in which I suggest a series of steps to follow in order to evaluate impacts that relate to the use of these technologies. A methodology is something big and complex, in order to fully develop one there is the need for extensive work. Since this is just the start of a much more complex thing I mainly focused on developing the structure of this methodology and on identifying and defining which impacts are related to the use of “ecotechnologies” and how they could be classified. In order to identify them, 5 technologies were selected, each representing each of the groups in which we can categorize them: housing, energy, water, food and waste management. Here we contemplate: dry composting toilets, rainwater harvesting systems, fuel efficient stoves, home gardens and solar water heaters.

In order to start developing a methodology which will help into evaluating the impacts that these ecotechnologies can enhance I first did a literature review and analyzed three existing methodologies: Life Cycle Assessment, Framework for the Evaluation of Natural Resources Management Systems Incorporating Sustainability Indicators (MESMIS) and Environmental Impact Assessment. To nurture this new proposal a series of different impacts, their classification and the questions needed to obtain key information related to those impacts is presented.

Model interviews were designed to inquire about impacts resulting from the use of ecotechnologies. A brief testing was also conducted to see if the impacts proposed and their classification were appropriate.

In this study most of the impacts have a social nature since the economics, awareness, environmental and health related impacts affect our lives. But maybe that's because of the focus on the users that's emphasized here.

The main result of this work is a methodological proposal that consists of 6 steps, the impacts and its classification. How to measure, evaluate and compare each is something this study couldn't include due to time and resource limitations which means that there's still a lot to be done to get a complete and fully functional Ecotechnology Use related Impact Assessment Methodology.

PRÓLOGO

Como parte de mi formación académica, aprendí que al hablar de lo ambiental estamos hablando prácticamente de todo, del contexto en el que existimos. Engloba aspectos económicos, ecológicos, geográficos, sociales y muchos más por lo que para mi es esencialmente un término multidisciplinario.

Aunque el título de mi tesis distingue entre Impactos Ambientales, Sociales y Económicos, no hace falta separarlos, sólo para fines de análisis se mantendrán como categorías separadas pero me parece importante resaltar que aunque por ambiental se suele pensar en ecológico, en realidad no son lo mismo. El ambiente es un ente complejo que abarca todo lo que nos rodea: ecosistemas, el contexto social y por ende también económico, etc. Además, los componentes ambientales se encuentran vinculados e interactúan constantemente. Nuestras sociedades participan modificando los ecosistemas en los que nos desarrollamos e históricamente éstos han determinado hasta cierto grado varios aspectos de estas mismas.

Los impactos no son solo la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) o la contaminación y explotación de recursos naturales, sino que también incluyen afectaciones o mejoras sobre la salud de individuos, su bienestar o su calidad de vida.

CAPÍTULO I - Introducción

Capitalismo, Revolución Industrial y Ambiente

La Revolución Industrial, que se inició a partir de la segunda mitad del siglo XVIII, se caracterizó por un desarrollo tecnológico como nunca antes, como resultado de la expansión del Capitalismo, la cultura de la ganancia, la competencia económica y un creciente intercambio mercantil (Silva, 2012). Es en esta época en la que se provocó la desconexión de las sociedades y su entorno natural, la población se concentró en las ciudades y las zonas de producción agrícola fueron las más afectadas al tener que depender de las redes de transporte para llegar a los consumidores, cosa que incrementó los costos de producción (Vargas Beltrán & Vega García, 2018) y la contaminación.

Tanto el crecimiento de la industria como el enfoque capitalista de desarrollo, que tiene como objetivo principal la generación de riqueza como consecuencia del aumento de capital (la ganancia económica), han determinado gran parte de nuestras vidas cotidianas al formar la sociedad capitalista actual. Muchos de los avances científicos y tecnológicos que se han dado en los siglos XX y XXI, en conjunto con este modelo económico, han hecho posible que el planeta esté habitado por más de 7.7 mil millones de personas (United Nations, 2019), pero esto ha resultado en una creciente presión sobre los recursos y en vez de mejorar la calidad de vida de las propias personas ha traído nuevos y crecientes problemas. Esta búsqueda de la

maximización de ganancias y minimización de costos bajo un enfoque monetario ha resultado, por ejemplo, en una distribución de la riqueza abismalmente inequitativa.

Al comparar la forma de vida de un campesino que practique la agricultura de autoconsumo con un ciudadano adinerado de Nueva York podemos ver que se necesita de más tierra, agua, energía y, en general, más recursos para mantener el estilo de vida del último (McDonald, 2015) y como lo menciona Heinberg en su libro titulado “Peak Everything. Waking Up to the Century of Decline” (2007) cuyo título podría traducirse como *Llegar al tope de todo es despertar en un siglo de declive*, existe una correlación entre riqueza, consumo de recursos y la contaminación. Los países más ricos son los que han hecho uso de más recursos y los que más han contaminado al ambiente. Esta explotación de recursos y su consiguiente contaminación, aunado al crecimiento poblacional, se potencializan ya que entre más somos, más requerimos y contaminamos, por lo cual los ecosistemas se ven aún más presionados.

Contaminación, Desigualdad y la Crisis Ambiental

En el día a día escuchamos acerca de la desigualdad, la pobreza, la contaminación, la violencia, entre otros problemas. En este trabajo no podríamos cubrirlo todo, pero dos de estos problemas ampliamente mencionados son parte del fundamento de esta tesis, la desigualdad y la contaminación que juntos han alimentado la crisis ambiental.

Bajo nuestro modelo de desarrollo capitalista nos hemos aprovechado de los recursos de la tierra de manera descontrolada y egoísta sin pensar en el después, además, este proceso

no ha sido equitativo ya que no todos los humanos usamos la misma cantidad de recursos. Entre más complejo se ha vuelto nuestro sistema de producción y consumo, más se ha reducido el número de personas que se quedan con la mayoría de los beneficios y a su vez ha ido aumentando el número de personas que sufren las consecuencias del deterioro ambiental.

Una prueba clara de que estamos sobre explotando los recursos es la huella ecológica, como podemos encontrar en la página oficial de la Red Global de Huella Ecológica o Global Footprint Network en inglés (Global Footprint Network, 2019):

Una forma de saber qué tanta es la presión que le imponemos al ambiente, es a través de la Huella Ecológica que mide cuánta naturaleza tenemos y cuánta usamos; en sí, mide la oferta y demanda, los recursos naturales que la población de una región determinada requiere para producir lo que consume y la capacidad del ambiente para absorber los desechos y emisiones de carbono generadas y para re-abastecer con nuevos recursos el consumo. A esto último se le conoce como biocapacidad.

Cuando se usan recursos más rápido de lo que se pueden regenerar hay un déficit ecológico y al déficit ecológico mundial se le conoce como “global ecological overshoot”. Desde los años 70 la demanda anual de recursos ha excedido lo que la tierra puede regenerar en cada año y, por ende, la humanidad actualmente necesita el equivalente de 1.7 planetas Tierra para que se puedan absorber nuestros impactos ambientales y desperdicios, esto significa que le toma a la tierra aproximadamente un año y seis meses el regenerar lo que usamos en un año, lo cual indica que hay una sobre explotación de los recursos.

Sin embargo, como ya se mencionó antes, no todos consumimos los mismos recursos. Si todos tuviéramos el mismo consumo que la persona promedio de Kuwait , en 2012, necesitaríamos de 5.47 planetas (Global Footprint Network, 2012b), mientras que la vida promedio de los habitantes de Bangladesh no requiere ni de una Tierra completa (Global Footprint Network, 2012a); esto demuestra la inequidad existente no sólo entre personas sino también entre países.

De acuerdo a la UNESCO (2018), países ricos consumen de 10 a 20 veces más energía per cápita que los países pobres, pero en los últimos años el consumo por habitante de los países en desarrollo, ha aumentado y en algunos países desarrollados ha disminuido. En general, a pesar de que muchos procesos, sistemas y tecnologías se han ido optimizando el consumo energético en vez de reducirse ha aumentado. Esto se relaciona con el crecimiento económico (Enerdata, 2018) ya que para crecer hay que consumir más recursos.

Según lo indica el estudio de Tafani *et al* (2014) “El 84% de la población mundial en el año 2010 recibió menos del 20% de la riqueza generada, mientras que el 20% de la población se quedó con el 83% entre los cuales tan solo el 0.2% recibió el 20%. Ese 0.2% de personas millonarias hace irrefutable la abismal desigualdad en la que vivimos.

En honor al estadístico Corrado Gini se nombró el coeficiente Gini que va de 0 a 1 en donde el 0 representa una equidad perfecta mientras que el 1 es perfecta inequidad de distribución de ingresos entre una población definida, entre más cercano es el valor a 1, las personas con altos ingresos se llevan una mayor parte de los ingresos generales de la población (Perkins, Radelet, Lindauer & Block, 2013). De acuerdo a la base de datos de la Organización

para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2016), u OECD por sus siglas en inglés, de los 39 países tomados en cuenta, México ocupa el 4to lugar de mayor inequidad con un coeficiente Gini equivalente a 0.46. Por otro lado, al consultar el “World Factbook” de la CIA (2014), nos encontramos en el vigésimo cuarto lugar con un Gini de 0.48, cabe mencionar que los datos de algunos países no han sido actualizados en más de 20 años.

En una publicación del Colegio de México titulada “Desigualdades en México: 2018” presentaron la Figura 1, gráfica que nos muestra el coeficiente Gini de 4 países latinoamericanos del año 2000 al 2015.

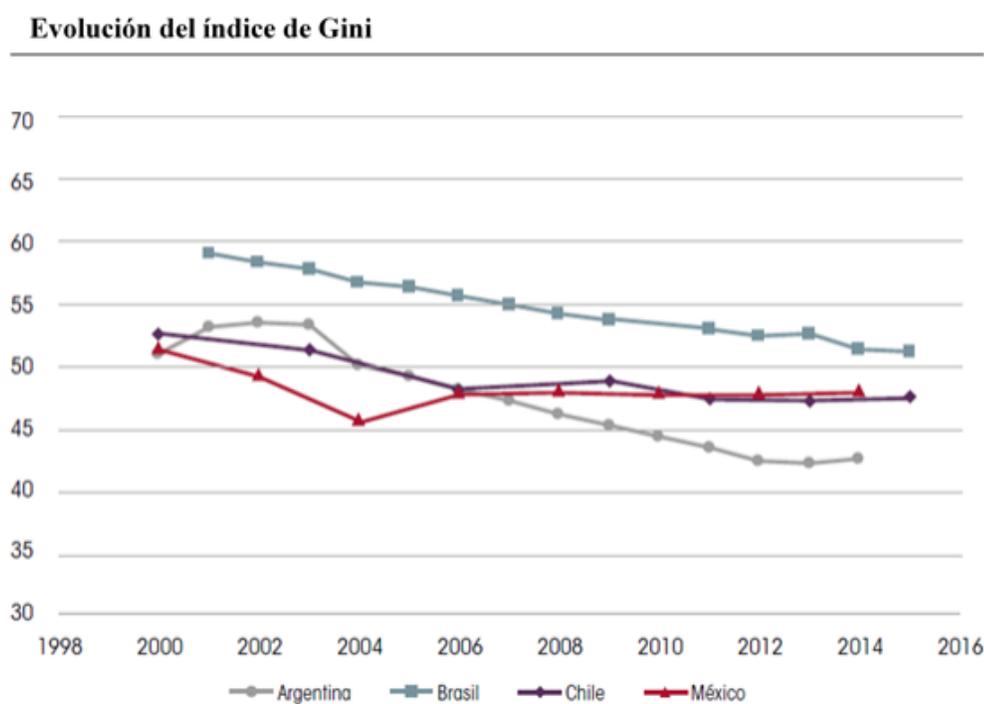


Figura 1. Gráfica de la evolución del Índice Gini del 2000 al 2015

Fuente: elaborada por El Colegio de México (2018)

Esto es importante debido a que existe una fuerte relación entre la desigualdad económica y el estado del ambiente. Alrededor de mil millones de personas (lo que sería cerca

del 13% de la población mundial) viven sin electricidad, mientras que tres mil millones (más del 40% del mundo) no tienen acceso a tecnologías y combustibles limpios para la cocción de alimentos. Al año, cerca de 4 millones de personas mueren por la contaminación aérea que se genera por el uso de estufas ineficientes. Dichas estufas utilizan como combustibles para cocinar biomasa, carbón o keroseno.

Cabe mencionar que las personas más vulnerables a morir por esta situación son mujeres y niños pertenecientes a familias de bajos recursos. (World Bank et al., 2018).

En 2010 la Organización Mundial de la Salud identificó que aproximadamente 884 millones de personas no tenían acceso a agua limpia y más de 2600 millones no contaban con el servicio de saneamiento básico (Sandoval-Moreno, 2011). Nueve años después, la ONU aseguró en el Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos que más de 2000 millones de personas en el mundo carecían de acceso a los servicios básicos de agua y saneamiento (WWAP, 2019) Por lo que podemos pensar que ha habido algunos avances en el tema del saneamiento y acceso a agua limpia para todos pero sin embargo sigue siendo un tema de gran importancia. Es por ello que a través de la “Resolución 64/292”, la asamblea general de las Naciones Unidas (UN) reconoció explícitamente el derecho humano al agua potable y al saneamiento, ya que ambos son esenciales para la realización de todos los derechos humanos (2018) y sin embargo, actualmente cerca de mil niños mueren al día por enfermedades relacionadas con la falta de agua y su mala calidad.

En el mundo alrededor de 748 millones de personas sufren por la falta de agua de calidad y muchas pierden tiempo en el cual podrían trabajar, estudiar o cuidar a sus familias por ir a recoger agua y al hacerlo se arriesgan a ser agredidas. (Unicef, 2019).

Dentro de las 17 metas de desarrollo sustentable, la número 7 (SDG7) busca que para el 2030 todos tengamos acceso a energía asequible, confiable, sustentable y moderna, el acceso universal a combustibles limpios y las respectivas tecnologías para la cocción de alimentos, un incremento substancial en el porcentaje de la energía proveniente de fuentes renovables y duplicar las mejoras en eficiencia energética a nivel global. (World Bank et al., 2018)

Cabe la duda de que dicha meta se logre a tiempo ya que hoy en día, mientras que pocos consumen la mayoría de los recursos del planeta, a millones de personas les es imposible disfrutarlos y se encuentran vulnerables. Las necesidades básicas que organismos internacionales como la ONU han establecido, no se satisfacen. De acuerdo a la Declaración de Derechos Humanos (1948) de la ONU, todos tenemos el derecho a un nivel de vida adecuado que nos asegure salud y bienestar, acceso a recursos básicos tales como agua limpia, comida adecuada, saneamiento, vivienda, energía, entre otros; pero los grupos sociales más pobres al ser excluidos del “desarrollo” viven marginados (Ortiz et al., 2015 & Sepúlveda, 2015).

Además, Tafani *et al.* (2014) afirman que bajo el sistema de desarrollo actual “crecer es contaminar”, ya que encontraron una relación positiva entre el PIB y las emisiones de CO₂ por país. Esto nos indica que el sistema capitalista no solamente se relaciona con la enorme brecha entre los ricos y los pobres, sino que también ha sido responsable de la preocupante contaminación ambiental de los últimos años. Teóricamente habla de un crecimiento exponencial infinito, pero al vivir en un planeta con recursos finitos es un sistema fantasioso e insostenible.

De acuerdo a Toledo & Schmidt (2013), “el metabolismo social comienza cuando los seres humanos socialmente agrupados se apropian de materiales y energías de la naturaleza y finaliza cuando depositan desechos, emanaciones o residuos en los espacios naturales. En el

inter, las energías y materiales circulan, se transforman y consumen.” El metabolismo de la sociedad industrial nos está llevando hacia un creciente deterioro de los recursos a la vez que aumenta la polarización territorial y social. (Del Moral, 2012)

Se prevé que cerca del año 2030 entraremos en un colapso de la civilización industrial como resultado del periodo de crisis en el que nos encontramos, puesto que, como lo menciona Fernández (2011) en su artículo titulado, *La Quiebra del Capitalismo Global*, el espejismo temporal propiciado por más de veinte años de energía barata fue el periodo de coste energético más bajo de la historia, solo que ahora se acerca a su fin, puesto que ya dejamos atrás el pico global del petróleo y pronto seguirá el del gas natural, lo cual podría resultar en el colapso del sistema capitalista a nivel mundial.

En este punto el único recurso fósil que podría quedar sería el carbón pero, como los anteriores, también es un recurso finito que deberíamos administrar más sabiamente puesto que después del declive de los tres (petróleo, gas natural y carbón), las Sociedades Industriales que conocemos se desmoronarían debido a que el mundo actual depende significativamente de ellos para el funcionamiento de sus principales sectores: transporte, agrícola, económico y energético. (Heinberg, 2007)

Como podemos ver hasta ahora, en busca del crecimiento económico y desarrollo que el capitalismo prometió, en los últimos dos siglos hemos rebasado los límites ecológicos al hacer uso de la energía solar que se acumuló por años bajo la Tierra en forma de combustibles fósiles. Así hemos alterado los ciclos biogeoquímicos del planeta junto con sus ecosistemas y el clima, provocando una degradación de recursos, la destrucción de hábitats, una gran pérdida de biodiversidad; todo mientras que hemos incrementado la presión sobre los recursos al

aumentar nuestra población. (Ortíz et al., 2015 & Heinberg, 2007). Lo anterior se conecta e interrelaciona resultando en una crisis ambiental que no tiene precedentes históricos.

En suma, como lo menciona Reynosa Enaidy (2015), el concepto de desarrollo que se vincula con la globalización neoliberal y surgió a partir de la Revolución Industrial, ha resultado en la alteración del equilibrio natural; el modelo económico de desarrollo y el capitalismo, han causado diversos impactos negativos en nuestro entorno y a raíz de ello surge una serie de retos a enfrentar, a los cuales se les conoce como problemas ambientales.

Estar en crisis no es algo nuevo, como lo podemos ver en el libro de Jared Diamond (2005), muchas sociedades humanas han estado en crisis en el pasado, pero a pesar de que no todas prevalecieron y terminaron colapsando, también han existido casos de éxito en los que se logra superar la crisis y recuperar un nuevo estado de equilibrio. Hay mucho que se puede hacer para evitar fracasar, sin embargo, para ello será indispensable el cambiar de manera drástica casi todos los aspectos de nuestra sociedad y de vivir, en la forma en que nos relacionamos y percibimos nuestro entorno. Es fundamental un cambio de paradigma.

La palabra Paradigma proviene del griego “paradeigma” que significa ejemplo, modelo o patrón. Para el filósofo Platón es un modelo ejemplar digno de seguir e imitar. En 1986 Thomas Kuhn propuso utilizar este término para referirse a realizaciones científicas universalmente reconocidas que durante cierto tiempo funcionan como un modelo a seguir para la comunidad científica. Después de esto su uso se extendió y se volvió tema importante de discusión para muchos. Margaret Masterman concluyó en 1975 que los diferentes significados de dicha palabra podían ser agrupados en las siguientes tres categorías: Paradigmas Metafísicos, Sociológicos y Paradigmas de Constructos. Al igual que Masterman, muchos otros han estudiado y clasificado los diferentes usos de la palabra. (González, 2005).

Dentro del campo de la filosofía de la ciencia ha existido un debate por años en torno al uso y definición de este término, pero la de Platón se adapta más a lo que se busca expresar en este trabajo. Como nuestra forma de vivir, de organizarnos, el desarrollo de nuestra sociedad actual, es lo que nos ha llevado a esta crisis, el cambiar todo lo anterior es la única forma de detener el deterioro que estamos causando. Pensando en la palabra “paradigma” como el modelo que seguimos bajo el cual tomamos decisiones y realizamos acciones, es nuestro paradigma actual el que hay que cambiar para movernos hacia una sociedad más sustentable.

Cambio de paradigma, nuestro posible futuro

Como una de las primeras propuestas en pro del cambio tenemos que, en 1987 la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo presentó en su informe titulado “Nuestro Futuro Común” el término *Desarrollo Sostenible*, el cual se define como la satisfacción de las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones. Esta es ahora la definición más aceptada en la cual se basan muchas organizaciones, empresas y gobiernos al momento de tomar decisiones a largo plazo y engloba no sólo el desarrollo económico sino también el social y la protección del ambiente (Naciones Unidas, n/a).

Con el paso del tiempo, más iniciativas proambientales fueron surgiendo a diferentes escalas y en diversos sitios. Un ejemplo de ello es el movimiento que inició Gretha Tunberg, conocido como: *Fridays for future*. Jóvenes de todo el mundo le exigen a los adultos y a las

autoridades, el cuidado del ambiente ya que “las nuevas generaciones somos las más afectadas por la crisis” (Abril *et al.*, 2019). Una acción local se volvió global.

A su vez hay iniciativas de grandes organismos internacionales, como la de “los Objetivos y Metas de Desarrollo Sostenible” o SDG por sus siglas en inglés, impulsada por la ONU. Actualmente están establecidos 17 objetivos globales que buscan “erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible”. (ONU, 2015)

En 1992, durante la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, Brasil, surgió la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, conocida como CMNUCC (UNFCCC en inglés). Esta convención reconoce la existencia del cambio climático causado por la actividad humana y le da mayor responsabilidad de lucha a los países industrializados. La Conferencia de las Partes (COP en Inglés) es el cuerpo responsable de monitorear y revisar la implementación de los acuerdos a los cuales se llega en dicha convención. Representantes de todo el mundo se reúnen cada año para acordar acciones ante el cambio climático.

La COP 21 fue llevada a cabo en Francia, 2015, y es conocida como la “Conferencia de París”. Durante éste evento se llegó a nuevos acuerdos internacionales con el objetivo de mantener el calentamiento global por debajo de los 2°C. (Gobierno de México, n.d.)

Sin embargo, de acuerdo al reporte sobre la Brecha de Emisiones que sacó la ONU en 2019, con respecto al estatus actual, no lograremos el objetivo establecido en París (United Nations, 2019a, United Nations, 2019b & United Nations, 2019c):

- A menos de que se reduzcan las emisiones en un 7.6% cada año entre el 2020 y el 2030 nos perderemos la oportunidad de lograr que la temperatura no suba más de 1.5°C.
- Aún si todos los compromisos establecidos en la Conferencia de París fuesen implementados, se esperaría que la temperatura aumente 3.2°C, lo cual traerá impactos de mayor rango y más destructivos.
- Si queremos mantenernos en el aumento por debajo de los 1.5°C es imperante quintuplicar los esfuerzos actuales durante los siguientes 10 años. Para mantenernos debajo de los 2°C habría que triplicarlos.
- “Hay que reponer todo el esfuerzo y acciones que hemos procrastinado por años, necesitamos actuar ya”, dijo Inger Andersen, la Directora Ejecutiva de la UNEP.
- Las Emisiones de GEI han aumentado anualmente en 1.5% en la última década.
- China, Los Estados Unidos, La Unión Europea y la India son los países que más GEI han emitido en la última década (56%).
- Los gobiernos pueden liderar el cambio al moldear el mercado de forma que apoye activamente las innovaciones y tecnologías que reducen emisiones, como ha pasado con políticas que promueven los paneles solares.
- La ciudad de México, Tokio y Los Ángeles se comprometieron en 2018 durante la “Global Climate Action Summit” a volverse ciudades neutrales en sus emisiones de carbón para el 2050.
- La meta es no rebasar los 1.5 °C porque cada fracción de calentamiento que supere esta cifra traerá peores impactos que amenazaría vidas, economías y la forma en la que las personas aseguran sus necesidades vitales, su medio de vida.
- Al aumento de 1.5 °C más del 70% de los arrecifes de coral morirán y si llegamos a los 2 °C prácticamente todos se perderán.

- Con 1.5°C se pronostica que insectos indispensables para la polinización de cultivos y plantas perderán la mitad de sus hábitats y casi el doble si nos mantenemos en los 2°C.
- Más de 6 millones de personas viven en áreas costeras vulnerables al aumento del nivel del mar a los 1.5°C. De subir 2°C, 10 millones más estarán en riesgo para finales del siglo.
- A los 2°C el nivel del mar aumentaría 100 cm más que a los 1.5°C.
- Desde los 1.5°C se pronostica que tanto la frecuencia como la intensidad de sequías, tormentas y otros eventos climáticos extremos aumentará.
- La temperatura ya ha aumentado en 1.1°C y esto ha dejado familias, hogares y comunidades devastadas.
- Estamos cerca de dejar atrás el objetivo de 1.5 °C condenando a la humanidad a un futuro de serios impactos por el cambio climático.
- Se requiere de un esfuerzo inmediato no sólo por parte de los gobiernos, también de las ciudades, regiones, negocios e individuos. Todos debemos contribuir.

La temperatura mundial está aumentando, así como el nivel del mar y los cambios en el clima pueden tener serios impactos sobre la salud, el bienestar, las migraciones, la seguridad alimentaria, el ambiente, los ecosistemas, entre otros. La ocurrencia de fenómenos extremos ha aumentado: ciclones tropicales, inundaciones, sequías, incendios, huracanes, ondas de calor, entre otros. Todo esto ya está afectando la vida de muchos y ha causado muertes humanas. (UNFCCC, 2019).

Como podemos ver, nos encontramos en un punto crítico para darle forma a nuestro futuro, lo que hemos hecho hasta ahora no es suficiente. Si no hacemos pronto cambios drásticos

para reducir dramáticamente la emisión de gases de efecto invernadero¹ la temperatura global aumentará de tal forma que el mundo como lo conocemos ahora, no volverá a ser igual, muchas especies podrían terminar extinguiéndose, las actividades agrícolas serán más difíciles de realizar y es posible que muchos pierdan la vida.

En la Figura 2 se muestra un poco más el alcance de los impactos negativos del CC. Más de 35 millones de personas han sido afectadas por inundaciones, más de 1,600 muertes por ondas de calor o incendios, más de 2 millones de personas desplazadas de sus hogares por desastres climáticos, acidificación del mar, entre otros.

¹A la Tierra llegan rayos que irradia el sol. Estos rayos entran por la atmósfera y después rebotan en la superficie de la tierra. Al rebotar, su frecuencia cambia y ya no pueden salir como entraron. Hay varios gases que se acumulan en la atmósfera y retienen el poder calorífico de los rayos. Cuando hay muchos de estos gases, conocidos como GEI, retienen mucha energía y la temperatura global aumenta.



Figura 2. Riesgos climáticos, eventos extremos e impactos relacionados. (2018).

[Fuente: Organización Meteorológica Mundial](#)

Es momento de dejar el modelo de crecimiento económico en el pasado pues el futuro que nos depara depende de ello. De no comenzar a cambiar la mentalidad “more, faster, and bigger” [mayor cantidad, más rápido y más grande] por una más *ad hoc* con nuestra realidad “less, slower, and smaller” [Menos, más lento y menor] puede que nos toque vivir el peor desplome social de la historia que traerá consigo hambrunas y una guerra constante por los recursos restantes. (Heinberg, 2007).

La idea anterior es apoyada por Smith (2010) al decir que necesitamos dejar el consumismo atrás y cambiar a una vida más simple en la cual nos sintamos realizados al

promover el bien común en vez de acumular cosas. Se trata de conservar el ambiente y sus recursos por el bien de las generaciones futuras en vez de consumirlo todo de una vez, lo cual coincide con la sustentabilidad, por lo que se propone que este cambio de paradigma sea rumbo a una alternativa sustentable.

Ecotecnología y ecotecnias

Bajo este contexto es que surge el movimiento “ecotecnológico” que reconoce los impactos negativos del capitalismo post industrial y busca promover alternativas tecnológicas que propicien el bienestar social y disminuyan la degradación ambiental poniendo especial atención en las necesidades de los grupos más vulnerables y marginados.

Ortiz et al. (2015) señalan que desde que surgió el término de ecotecnología, han existido varios planteamientos tecnológicos con diversos enfoques y que se basan en distintas concepciones de lo que es la sustentabilidad y de cómo alcanzarla. También presentaron una tabla que distingue de manera clara los diferentes planteamientos ecológicos, de ahí podemos saber que “las Tecnologías Limpias se refieren a tecnologías aplicadas a la industria que minimizan el impacto ambiental y aumentan la eficiencia de procesos y productos” mientras que las “tecnologías apropiadas son sencillas, descentralizadas y están orientadas a satisfacer necesidades básicas en entornos particulares”. Son dos conceptos que se podrían llegar a confundir o utilizar como si fueran lo mismo, pero podemos ver que para estos autores no es así.

Las tecnologías limpias y las apropiadas no son lo mismo mas sin embargo hay otro concepto que podemos usar como sinónimo de estas últimas, las ecotecnias o ecotecnologías. Estas nacen de la ecotecnología, una disciplina que de acuerdo con Ortiz et al. (2014) trata de: “los dispositivos, métodos y procesos que propician una relación armónica con el ambiente, buscan brindar beneficios sociales y económicos a sus usuarios, satisfacer las necesidades humanas básicas, promover la autosuficiencia, la descentralización de la tecnología y el empoderamiento de los usuarios”, se le puede ver como una definición que engloba varios de los distintos puntos que otros enfoques de tecnologías apropiadas o alternativas mencionan.

Otro término interesante es el de Innovación Ecotecnológica. De acuerdo con Gavito et al. (2017) es “Un medio que puede lograr la fusión de la ciencia y la sociedad en la búsqueda de la sustentabilidad”, una generación conjunta e inclusiva en la cual los usuarios son actores importantes en el proceso de desarrollo, ya que la Innovación Ecotecnológica busca desarrollar tecnología que responda a las necesidades de diferentes actores sociales mientras mejora la calidad ambiental y brinda impactos positivos a la sociedad.

El enfoque principal de este trabajo no es precisamente la ecotecnología sino un término más específico que surge a partir de ésta: las “ecotecnias”. Ortiz et al. (2015) las definen como “las aplicaciones prácticas de la ecotecnología” es decir, artefactos y dispositivos, que también pueden ser conocidos como ecotecnologías.

Un estudio escrito por Sianipar *et al.* (2013), en el que buscan elaborar un marco conceptual de cómo lograr el desarrollo sustentable en una comunidad a través de la implementación de estas tecnologías, encontró que éstas empoderan a los usuarios y así fortalecen a la comunidad lo cual favorece que mantengan su desarrollo sustentable local por sí

mismos pero dicho empoderamiento depende de diversos factores por lo que no basta con solo proporcionar la tecnología sino que es de gran importancia el diseño e implementación de la tecnología.

El importante papel que pueden tomar en el empoderamiento de comunidades y por ende en la sostenibilidad de su desarrollo sustentable sustenta la importancia del monitoreo y seguimiento de dichas tecnologías y su existencia misma.

A la palabra “ecotecnia” se le suelen relacionar: paneles solares, sistemas de captación de agua de lluvia, sanitarios secos, estufas ahorradoras, compostas, huertos, calentadores solares, aerogeneradores, entre otros. Y a “appropriate technology”: bombas de agua mecánicas, estufas solares, filtros de agua para beber, deshidratadores solares, bicimáquinas, calentadores solares, sistemas de captación de agua de lluvia, baños secos, fosas sépticas, entre otros. Como podemos ver ambos términos se refieren a las tecnologías que nos interesa en ese trabajo.

Por tecnología apropiada se habla de las tecnologías que están diseñadas con especial atención a los aspectos medioambientales, éticos, culturales, sociales y económicos de la comunidad a la que se dirigen. Emergen del medio local y normalmente demandan menos recursos, son más fáciles de mantener, presenten un menor coste y un menor impacto sobre el ambiente respecto a otras tecnologías equiparables. (“Tecnología apropiada”, 2020).

Como podemos ver, ambos conceptos se refieren a tecnologías que tienen la capacidad de contribuir en la reducción de desigualdad, a mejorar la calidad ambiental y a la vez ayudarnos a cumplir los Objetivos de Desarrollo Sustentable previamente mencionados.

Existen muchas **ecotecnologías** distintas por lo que puede facilitar su estudio el categorizarlas. Es aquí en donde Ortiz et al (2015) proponen ordenarlas según el rubro al que van enfocadas, en 5 ejes: agua, energía, manejo de residuos, alimentación y vivienda.

Dentro de cada uno es posible encontrar una subdivisión por objetivos o tareas como se puede ver en la Figura 3.

EJES DE NECESIDADES	TAREAS ESPECÍFICAS	ALTERNATIVA TECNOLÓGICA (ECOTECNIA)
ENERGÍA	COCCIÓN DE ALIMENTOS	ESTUFAS DE LEÑA MEJORADAS COCINAS SOLARES
	CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS	DESHIDRATADORES SOLARES
	GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD	AEROGENERADORES PANELES FOTOVOLTAICOS PLANTAS HIDROELÉCTRICAS A PEQUEÑA ESCALA
	ILUMINACIÓN	LÁMPARAS EFICIENTES
	CALENTAMIENTO DE AGUA	CALENTADORES SOLARES DE AGUA
	AGUA	ABASTECIMIENTO Y PURIFICACIÓN DE AGUA
MANEJO DE RESIDUOS		SANEAMIENTO CON ARRASTRE HIDRÁULICO
	SANEAMIENTO SECO	SANITARIOS ECOLÓGICOS SECOS MINGITORIOS SECOS
	MANEJO DE RESIDUOS PECUARIOS	BIODIGESTORES
ALIMENTACIÓN	PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS A PEQUEÑA ESCALA	HUERTOS FAMILIARES
	CONTROL DE PLAGAS	CONTROL BIOLÓGICO
	FERTILIZACIÓN	BIOFERTILIZANTES
VIVIENDA	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA	PRINCIPIOS DE DISEÑO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
	IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN LA VIVIENDA	VARIAS DE LAS ANTERIORES

Figura 3. Ejes de necesidades, tareas y ecotecnias.

Algunas pueden pertenecer a más de un eje ya que tienen la capacidad de contribuir a la satisfacción de varias necesidades. Por ejemplo, la “composta” pertenece al eje de alimentación en la subcategoría de biofertilizantes ya que su producto mejora la calidad del suelo y aumenta la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Sin embargo, al usar como materia prima los residuos orgánicos, también puede pertenecer al de manejo de residuos. Esto hace un poco difícil su categorización en ejes, pero a la vez es parte de lo que las hace tan especiales e importantes en la transición a un paradigma más sustentable ya que pueden atender más de una problemática ambiental desde distintos ángulos.

Una característica interesante es que una misma ecotecnia puede apoyar a la educación ambiental a la vez que reduce nuestros impactos negativos sobre el entorno. Un ejemplo claro serían los huertos escolares ya que no solo disminuyen un poco algunos de los impactos negativos que nuestra forma de producir y consumir alimentos tiene sino que también se vuelven un espacio y oportunidad de concientización y aprendizaje. Me atrevería a decir que lo mismo aplica a todas las demás ecotecnias puesto que al implementarla se puede compartir con los usuarios el por qué son importantes y el cómo contribuyen a tener un mundo más limpio, justo y sustentable. Como las tecnologías convencionales contaminan y éstas alternativas tecnológicas no. Por ello la implementación de éstas últimas puede ser una oportunidad de compartir y ampliar el conocimiento.

Otra característica interesante es que tienden a ser aplicadas a pequeña escala y descentralizadas, lo cual evita que entren en el sistema de producción en masa que alimenta al sistema económico actual, pero no siempre tiene que ser el caso para que sea considerada una ecotecnia ya que existen algunas producciones masivas de éstas que son totalmente compatibles

con el sistema capitalista y a la vez cumplen con su papel de satisfacer necesidades.

Como ejemplo podemos pensar en los focos LED o los paneles solares. Ninguno de estos dispositivos fue diseñado en conjunto con saberes locales ni pensando en los más vulnerables. Ambos se desarrollaron en laboratorios y eso no los hace ni menos importantes ni menos funcionales. Los LEDs han contribuido a reducir el uso energético de una manera. A diferencia de las bombillas convencionales que tenían una eficiencia del 10%, éstos tienen una eficiencia de más del 80%, tienen una vida útil mayor y requieren de consumir menos energía para generar la misma cantidad de lúmenes o inclusive más (SENER, 2015). Por ejemplo, la empresa Philips ® en 2016 sacó a la venta un foco llamado “dubai lamp” que produce 200 lúmenes por watt y tiene una vida útil de 25,000 horas, mientras que los focos incandescentes tienen una eficiencia que va desde los 6 hasta los 20 lúmenes por watt y una vida en un rango de 750 a 2000 horas.

Los LEDs son sin duda la mejor opción para iluminar, cumplen la misma función que cualquier lámpara, pero de manera más eficiente y no requieren de ningún cambio, ni en los hábitos de la gente ni en las instalaciones eléctricas. Son una alternativa más barata y amigable con el ambiente. Es por ello que su difusión y aceptación han tenido un gran éxito en las ciudades. Lo único que hace falta una mayor difusión de sus beneficios comparativos y que para muchas personas de bajos recursos no es una opción el invertir a largo plazo. Se encuentran en un ciclo vicioso de pobreza en el que los focos baratos, que pueden comprar, les duran menos y les hacen gastar más por lo que no pueden ahorrar para los LED.

Si comparamos el uso de un foco LED con uno incandescente sabemos que el primero contamina menos puesto que requiere de menos energía para satisfacer la misma necesidad. Sin embargo, para asegurar su impacto positivo en la disminución de uso energético, es indispensable considerar el uso que se le da. De acuerdo a un artículo publicado en 2017 por

Christopher Kyba *et al.*, “el incrementar la eficiencia luminosa ha resultado en un mayor uso energético en vez de su disminución”. Ellos comprobaron que el área de los espacios artificialmente iluminados al aire libre ha aumentado a una tasa del 2.2% anual del 2012 al 2016, lo cual señala una inconsistencia con la reducción energética a nivel global e indica un aumento en la contaminación luminosa. Esto trae consigo impactos negativos tanto para nuestro bienestar como para la flora y fauna.

Aunque inicialmente esto puede sonar un tanto desmotivador puesto que a pesar de ser más eficientes y ahorradores no han significado un menor consumo de energía pero no debemos olvidar que la tecnología no tiene la culpa. Por más buena que sea una herramienta, el resultado final está en el uso que se le de. Con esto se resalta la importancia de los usuarios y el carácter fundamental de considerar la concientización ambiental y al usuario a la hora de implementar ecotecnologías.

La forma en que se difunde una ecotecnia es de suma importancia ya que, por sí solas, no pueden ser la solución a todos nuestros problemas. Si su difusión y uso son supervisados o acompañados de educación y concientización ambiental, entonces es más factible obtener los **beneficios** esperados, pero si solo se reparte sin seguir ninguna metodología, los beneficios se pueden perder.

En campo hemos aprendido que muchas veces, cuando el usuario no valora la ecotecnia la menosprecia y sin un acompañamiento que le enseñe su verdadero valor, los beneficios que conlleva y el esfuerzo que representa su implementación puede terminar abandonada y en vez de satisfacer necesidades básicas que son fundamentales para tener una vida digna, se vuelve un desperdicio de recursos.

Para evitar que esto pase en el laboratorio de Ecotecnologías de la UNAM a la hora de implementar ecotecnias se considera: el desarrollo, la validación, difusión, adopción y el monitoreo.

Propongo una integración visual de lo que cada una de estas etapas significa en el diagrama Figura 4.



Figura 4 . Pasos en la implementación de una ecotecnia.

Elaboración propia basándome en Ortiz et al., 2015.

Primero se determina un problema o necesidad a satisfacer, después se inicia un proceso de diseño de la solución o ecotecnia, se elabora y valida. Ya que se ha comprobado su funcionalidad, se prosigue a la difusión, en la cual se comparte la nueva herramienta tecnológica e idóneamente se busca que las personas la hagan suya, aunque esto no siempre se logra. Y para

terminar se retroalimenta el trabajo realizado para ver en qué se puede mejorar. A veces su implementación y correcto funcionamiento también ayudan a su difusión, ya que cuando otras personas la pueden ver en operación, se dan cuenta de sus cualidades y los beneficios que trae, así se interesan en volverse usuarios y promoverla entre sus conocidos.

El proceso de adopción es para prevenir su abandono o que se le dé un uso para el cual no fue diseñada. En campo se pueden observar estufas de metal abandonadas a la intemperie oxidándose y siendo simplemente un escondite para gallinas o una mesita improvisada; en una ocasión, vimos que usaban una parte de estufa como escalón para entrar a la casa. Así no contribuye a reducir las emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero) ni a mejorar la salud de los usuarios de fogones tradicionales.

Aunque para tener un uso sostenido lo más importante es el diseño, como lo menciona Sepúlveda (2015), cuando un modelo tecnológico fue desarrollado en un contexto totalmente distinto al de aplicación, al implementarlo para atender las necesidades básicas tenderá al fracaso, por lo tanto, es necesario que las opciones tecnológicas sean compatibles y adaptables a las condiciones locales. Es por ello que a la hora de diseñar una ecotecnia no podemos olvidarnos de la necesidad que buscamos satisfacer y el contexto bajo el cual será utilizada.

En suma, se tienen los siguientes puntos a considerar:

- Cómo se presenta el producto puede influir mucho en si el usuario lo va a querer o no.
- En algunos casos es menos probable que el usuario cuide y valore el dispositivo si se le da a cambio de nada.

- Se esperaría que el usuario entienda no sólo el propósito de la ecotecnia si no también su funcionamiento y mantenimiento básico para poder prolongar la vida útil del dispositivo.
- Si está satisfecho con ella la va a cuidar y hasta a promocionar.

Impactos

Lo primero es conocer si existe o no un uso sostenido de la ecotecnia puesto que el evaluar qué tanto se usa es base para determinar el grado de cambio o beneficio que le genera a los usuarios.

Existen diferentes criterios para evaluar los impactos socio-ambientales derivados del uso de diferentes tecnologías o proyectos, sin embargo, aún hacen falta guías que expliquen qué o cómo medir específicamente impactos por el uso de las ecotecnias.

En esta sección se muestra información disponible para la evaluación y clasificación de algunos **impactos**. Las clasificaciones existentes son una buena base para la elaboración de la propuesta ya que se pueden adaptar algunas ideas para los impactos relacionados al uso de ecotecnias.

En la Tabla 1 se resume la propuesta de clasificación que Conesa Fernández-Vítora et al. (2011) hacen en su Guía Metodológica Para la Evaluación del Impacto Ambiental.

Clasificación	Tipos de impactos
Por grado de destrucción o intensidad	<i>Impacto de Intensidad Alta:</i> es cuando su efecto sobre el medio puede representar una repercusión muy notoria
	<i>Impacto de Intensidad Media</i>

	<i>Intensidad Baja</i> : cuando su efecto representa una destrucción mínima del entorno.
De acuerdo a su alcance o extensión	<i>Puntual</i> : si está muy localizado en el entorno en el que nos encontramos
	<i>Parcial</i> : cuando su efecto se da en una parte del medio
	<i>Extenso</i> : cuando el efecto se puede apreciar en una gran parte del medio
	<i>Total</i> : cuando se manifiesta en todo el entorno considerado.
	<i>Impactos De Ubicación Crítica</i> , por ejemplo: el impacto de verter residuos tóxicos río arriba, muy cerca de una toma de agua para consumo humano.
Por la interrelación de acciones o efectos	<i>Acumulación y de Sinergia</i> . Se refieren a que pueden existir alteraciones que de una en una generan impactos pequeños e insignificantes pero que en conjunto pueden llevar al sistema en el que se desarrollan a un estado crítico. Lo mismo aplica para efectos positivos que en conjunto pueden aumentar potencialmente la calidad del entorno.
Por su periodicidad	<i>Continuos</i> : cuando la acción que los produce se mantiene o repite de manera constante en el tiempo
	<i>Discontinuos</i> : que suceden de forma intermitente, irregular o esporádica.
Por el momento en que se manifiestan	Los <i>Latentes</i> son los que tienen un efecto que se manifiesta después del inicio de la actividad, pueden ser después de un periodo de <i>Tiempo Corto</i> (antes de que pase el primer año), <i>medio</i> (antes de los 10 años) o a <i>Largo Plazo</i> (en 10 años o más).
	<i>Inmediatos</i> : se manifiestan al mismo tiempo en que se inicia la acción.
	El <i>Impacto Temporal</i> supone una alteración no permanente

Por su persistencia o duración	<i>Impactos Efímeros</i> son los que permanecen mínimamente
	<i>Transitorios</i> van de entre uno y diez años
	<i>Momentáneos</i> son los que duran menos de un año
	Los que duran de 11 a 15 años son conocidos como <i>Persistentes</i> o <i>Duraderos</i>
	Los <i>Permanentes</i> o <i>Constantes</i> son los que alteran las estructuras o funcionalidad de su entorno de manera indefinida (Se le considera como <i>Permanente</i> si su efecto dura más de 15 años)
Por su capacidad de recuperación	<i>Irreversibles</i> cuando es imposible o extremadamente difícil el regresar a la situación previa de la alteración mediante medios naturales. También entra dentro de esta clasificación si su efecto dura más de 15 años por lo que los efectos irreversibles también entran dentro de la categoría de <i>Permanentes</i> .
	<i>Reversibles</i> : la alteración puede ser asimilada por el entorno gracias a los procesos naturales de sucesión ecológica y a la autodepuración del medio, dicha asimilación puede ser a corto, mediano o largo plazo por lo que estos impactos pueden ser considerados como <i>Temporales</i> .
	<i>Impacto Recuperable</i> tenemos a las alteraciones que se pueden eliminar o atenuar por la acción humana al llevar a cabo las medidas correctoras pertinentes, esta recuperación de las condiciones ambientales previas a la alteración, también tiene diferentes grados de temporalidad: a corto, medio o largo plazo.
	<i>Irrecuperable</i> : representaría una alteración definitiva o una pérdida permanente ya que no es restaurable. En estos casos es recomendable valorar si el impacto es <i>Sustituible</i>

	<i>o Reemplazable</i> lo cual sería un intento de mitigación, un elemento se pierde, pero se intenta sustituir por otro de igual valor o función, se busca generar un impacto positivo que balancee al negativo.
Relación causa-efecto	<i>Impactos Directos</i> : el efecto es inmediato.
	<i>Impactos Indirectos o Secundarios</i> : es cuando la afectación sobre un elemento del medio genera afectaciones en otro elemento.
Necesidad de aplicación de medidas correctoras	<i>Impacto Ambiental Crítico</i> implica una afectación de magnitud superior a lo aceptable ya que produce una pérdida permanente e irrecuperable de buenas condiciones ambientales.
	<i>Severo</i> : cuando es recuperable, pero requiere que se lleven a cabo medidas correctoras y su recuperación llevará tiempo.
	<i>Moderado</i> : cuando para que se recupere el entorno no es necesario aplicar medidas correctivas y no llevará mucho tiempo.
	<i>Compatible</i> es en el cual la recuperación puede ser inmediata.

Tabla 1. Posibles clasificaciones de Impactos de acuerdo a Conesa Fernández-Vitora et al. (2011) para la EIA

Como se muestra, para la EIA existe una amplia clasificación de impactos. No sólo existen *positivos* y *negativos* y una misma alteración se puede clasificar de acuerdo a diferentes criterios. Para realizar esta compleja actividad se requiere de mucha claridad con respecto al objetivo deseado. Este primer acercamiento a los impactos por el uso de ecotecnias no se centró en el ordenamiento y clasificación a detalle de impactos, pero resulta una tarea importante a

realizar en el futuro, además, este tipo de clasificaciones ya existentes pueden ayudar mucho ya que cada impacto puede caer en varias de las clasificaciones aquí presentadas.

Con respecto a la palabra “impactos”, como tal un impacto no es sinónimo de beneficio ya que los beneficios son algo subjetivo que pueden cambiar dependiendo de desde donde lo veamos pero bueno, el uso de una ecotecnia no siempre resulta en algo positivo, por ejemplo: El tener una composta es beneficioso para el ambiente ya que contribuye al ciclo natural de los recursos en el cual la materia orgánica regresa al inicio de su ciclo de vida y pasa a convertirse en los nutrientes de un nuevo cultivo en vez de perderse entre otro montón de materiales no reciclables en algún tiradero, además se puede ahorrar en fertilizantes químicos pero el manejo de una composta representa una inversión de tiempo inexistente cuando simplemente se tira todo a la basura. Es por ello que el tener una composta puede impactar de manera positiva pero también negativa ya que ahora el usuario tiene que dedicar más tiempo a esta nueva actividad y no solo eso, en algunos casos también se pueden presentar algunos malos olores o plagas de insectos que se acercan para alimentarse de los residuos orgánicos. Claro que lo anterior se puede solucionar el mejorar el manejo o funcionamiento de la composta y las prácticas de los usuarios pero con este ejemplo busco ilustrar que los impactos no siempre son algo positivo pero cuando sí lo son, entonces podemos hablar también de “beneficios” que pueden ser sobre el ambiente, los ecosistemas, los usuarios o una combinación de éstos.

En este trabajo por “impacto” se entiende que es el cambio que resulta a raíz del uso de la ecotecnia. Éste puede ser la reducción de emisiones de CO₂, el acceso a algún recurso que antes escaseaba, un incremento en el conocimiento de los usuarios, nuevas prácticas o costumbres, la disminución de contaminantes, un aumento o reducción en el tiempo que se invierte para cumplir un objetivo o la satisfacción de una necesidad, entre muchas otras de las cuales se habla a lo largo de este documento.

Los impactos pueden ser vistos como positivos o negativos. Cuando se perciben como algo positivo también podemos decir que son beneficios tales como la satisfacción de alguna necesidad específica hasta la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero o la prevención de enfermedades, entre muchos más. Los impactos no siempre son beneficios pero los impactos positivos si se pueden ver como beneficios.

Pregunta de investigación

Pregunta general:

¿Qué es necesario considerar al medir impactos asociados al uso de ecotecnologías?

Preguntas específicas:

- ¿Cuáles son los impactos a medir?
- ¿Cómo se pueden conocer y clasificar dichos impactos?
- ¿Cómo sería una metodología para evaluación de impacto por uso de ecotecnias?

Objetivos

Objetivo general:

Elaborar una propuesta metodológica que sirva como guía para identificar y clasificar los impactos asociados al uso de ecotecnias.

Objetivos Específicos:

- Identificar los diferentes impactos de cada ecotecnia.
- Proponer cómo se pueden clasificar los impactos de cada ecotecnia.
- Comparar distintas metodologías ya existentes para generar criterios de evaluación de impacto por el uso de ecotecnias.
 - EIA (Impacto ambiental)
 - MESMIS (Sustentabilidad)
 - ACV (Ciclo de vida)
- Proponer una metodología para la medición de impactos.

Justificación

Para justificar la importancia de diseñar y promover ecotecnias es indispensable conocer los **beneficios** que aportan y cómo su uso repercute en nuestro entorno. Los beneficios de usar una ecotecnia son los **impactos positivos** y nos ayudan a conocer los alcances de promover y usar las ecotecnias. Así se puede aumentar su implementación, reducir el deterioro ambiental y mejorar la vida de los usuarios. Tener información de sus **impactos** también nos permite el poder hacer predicciones a futuro de mitigación de afectaciones y mejoras en la calidad de la vida de comunidades al implementarlas a mayor escala.

El objetivo de esta tesis es que pueda contribuir a la implementación y adopción de ecotecnias al facilitar la medición de sus impactos proponiendo un camino a seguir para su evaluación.

¿Por qué una propuesta metodológica?

La idea de este trabajo es que pueda funcionar como una sugerencia para cualquiera que tenga interés en medir los **impactos** por el uso de ecotecnias. Es una propuesta metodológica debido a que, como toda metodología, pretende funcionar como una herramienta que ayude a identificar los **impactos** por el uso de ecotecnias, clasificarlos y que indique cómo **medirlos** paso a paso.

Al buscar la definición de Metodología el diccionario inglés Merriam Webster dice:

Se puede referir a un conjunto de métodos, reglas o ideas que son importantes en una ciencia o arte y también puede ser un proceso particular o un conjunto de procedimientos.

Mientras que la Real Academia Española lo define como:

La ciencia del método o el conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal.

Un error muy común es confundir los términos “método” y “metodología”. De acuerdo con Aguilera Rina (2013):

Los métodos de investigación son herramientas que hacen posible indagar, esclarecer y categorizar partes de la realidad, dichas partes de la realidad primero son definidas o identificadas como problemas. También se les puede ver como un conjunto de procedimientos ordenados que permiten orientarnos para descubrir y explicar una verdad. Tienden a problematizar un tema para encasillar a la realidad y así simplificar su naturaleza compleja, lo que ayuda a que, a través de un trabajo de investigación, de manera ordenada y sistematizada, se pueda saber algo que antes no se conocía. Éstos suelen tener pasos y reglas. El método puede generar conocimiento científico de dos maneras: desde la teoría y desde el conocimiento empírico.

La metodología va hacia el estudio lógico de los métodos, de cierto modo es quien los evalúa analizando su pertinencia y calidad, además, las metodologías son resultado de procesos históricos y culturales. En resumen, los métodos son el objeto de estudio de la metodología.

A su vez la metodología contempla como elemento fundamental la “sustentación teórica y empírica” del método por lo que no son lo mismo. Yo estudié diversas metodologías para elaborar en este trabajo establecer cuáles son los impactos o afectaciones positivas que las ecotecnias conllevan y la forma en que dichos impactos se pueden evaluar. A simple vista, cualquiera podría pensar que esta tesis se identificaría más con la creación o propuesta de un método para evaluación de ecotecnias pero es la sustentación lo que convierte mi tesis en una propuesta metodológica. Aquí pretendo proponer qué medir y cómo.

Lo más cercano a la propuesta que guía este trabajo son las Metodologías de Evaluación, con respecto a ellas es posible encontrar una gran variedad, por ejemplo, aquellas que están enfocadas a la educación se refieren a métodos y herramientas que ayudan a saber cómo evaluar lo que han aprendido los estudiantes, pero ya existen algunas enfocadas a temáticas ambientales y en ellas me basaré.

Esta tesis surge a partir de la importancia de buscar criterios que nos permitan conocer qué beneficios pueden tener las ecotecnias y cómo evaluarlos para que cada vez serán tecnologías más apropiadas y usadas y que así nos ayuden a transicionar hacia una forma de vida más sustentable y armoniosa.

CAPÍTULO II - Metodología

La metodología utilizada para el desarrollo de este trabajo de investigación se explica en este capítulo, así como el diseño de la investigación y su enfoque además de los métodos de recolección de información.

Metodología

A través de la investigación podemos generar conocimiento de la realidad para comprenderla, explicarla y transformarla, con ella se busca resolver problemas observados al producir conocimiento nuevo siguiendo reglas especiales para que los resultados sean válidos y aceptables para la comunidad científica. Podemos indagar la realidad social desde dos alternativas metodológicas: cuantitativa y cualitativa. Cada una tiene su fundamentación epistemológica, su diseño, técnicas e instrumentos, pero a pesar de ser diferentes se complementan. La Investigación cuantitativa viene del positivismo y busca encontrar leyes generales: encontrar regularidades que expliquen los fenómenos de estudio a través de la observación directa, la comprobación y la experiencia. El conocimiento surge de analizar hechos reales y se deben de evitar las creencias, percepciones subjetivas y prejuicios para lograr objetividad. Se trata de cuantificar y medir pero, como no se puede cuantificar todo, la metodología más idónea es la estadística que se acerca a la totalidad con una muestra. (Monje, 2011).

Por otra parte, el enfoque cualitativo es una forma de investigación sin mediciones numéricas. Lo que se hace es realizar encuestas, entrevistas, descripciones y tomar en cuenta

puntos de vista de expertos. En general se les considera holísticos ya que procuran ver la totalidad de los hechos. (Cortés Cortés & Iglesias León, 2004)

De acuerdo con Monje Álvarez (2011), la Investigación Cualitativa:

Se nutre epistemológicamente de la hermenéutica y del interaccionismo simbólico. El pensamiento del primero parte del supuesto que los actores sociales no son meros objetos de estudio, no son cosas ya que significan, hablan, reflexionan y toman decisiones. Se interesa por comprender y no solamente de explicar un fenómeno. El interaccionismo simbólico postula que la conducta humana solo se puede comprender y explicar en relación con los significados que las personas dan a las cosas y sus acciones. La realidad de cada individuo se estudia a partir de lo que éste percibe y experimenta.

Se interesa por captar la realidad social a través de los ojos de la gente que está siendo estudiada, a partir de la percepción de su propio entorno (Bonilla y Rodríguez, 1997)

Este trabajo se basó en un método de investigación o acercamiento cualitativo y en la revisión bibliográfica. Siguiendo la estructura de las investigaciones cualitativas primero se definió el problema al explorar la situación y se diseñó mi trabajo. Se planeó la estructura del documento, se definieron las preguntas y objetivos de investigación, etc. Luego se recolectó información y se exploraron distintas opciones que podrían contribuir a alcanzar los objetivos de la tesis, se retroalimentó el diseño previo, se modificaron un poco los objetivos y se organizó la información. Por último, se analizó e interpretó la información, se redujo, se categorizó y se

comparó, para tener como resultado una serie de pasos a seguir a la hora de evaluar los impactos que el uso de ecotecnias conlleva. Éstos se relacionan fuertemente con la percepción del usuario por lo que esta investigación es cualitativa con un enfoque interpretativista. Las preguntas de investigación buscan respuestas desde la perspectiva de los usuarios, sin embargo, dentro de la investigación, también hay preguntas de carácter cuantitativo.

En resumen, el proceso sistemático de la investigación fue el siguiente:

- 1) Formulación y delimitación del problema
- 2) Revisión de la literatura relacionada con ecotecnologías, impactos y metodologías para ayudar a estructurar el trabajo y construir el marco teórico.
- 3) Recolección de información a través de:
 - a) Revisión bibliográfica
 - b) Entrevistas semiestructuradas que en conjunto con una compañera tesista mandamos a varias organizaciones del país que se dedican a la implementación de ecotecnias.
 - c) Entrevistas semiestructuradas en campo
- 4) Análisis y sistematización de la información
 - a) Ordenar la información recolectada, generar tablas, diagramas, etc.
 - b) Comparar las tres metodologías y ponderar la relevancia de los métodos que cada una utiliza en el caso de los impactos por uso de ecotecnias
- 5) Elaboración de la propuesta metodológica y una herramienta piloto para conocer impactos en campo y empezar a contrastar la teoría con la realidad.

- 6) Poner a prueba la herramienta piloto encuestando a usuarios de baños secos, calentadores solares, estufas ahorradoras y sistemas de captación de agua de lluvia, de esto surgió una pequeña bitácora de campo.
- 7) Transcribir los resultados de las encuestas, hacer modificaciones a la encuesta según lo observado durante su aplicación y mandar retroalimentación a la organización de la Sociedad Civil “La Planta” del estado en el que se encontraba su trabajo de implementación de ecotecnias en la isla Yunuen después de aproximadamente 10 años de implementación.

A pesar de seguir esta estructura, también fue un proceso de retroalimentación en cada momento, por lo que se modificaron inclusive los objetivos con el paso del tiempo, enriqueciendo el conocimiento y comprendiendo más a fondo el tema.

En la Figura 5 podemos ver un diagrama general de la metodología que se siguió en este trabajo para la propuesta.



Figura 5 Diagrama general del proceso creativo de la metodología

Fuente: elaboración propia (2020).

Debido a limitaciones de tiempo y a que no es uno de mis objetivos de investigación, en este trabajo no hago un análisis estadístico de los resultados, pero lo veo como el paso que sigue para poner a prueba y mejorar esta propuesta. Esto se lograría con las siguientes acciones: aplicar las herramientas que elaboré en campo con una muestra representativa, ordenar y agrupar la información obtenida, establecer criterios de análisis de datos y realizar pruebas estadísticas para poder presentar la información de manera simple y clara ante los tomadores de decisiones.

Ecotecnologías seleccionadas

Como se mencionó anteriormente, las ecotecnias pueden mejorar las condiciones de vivienda, de saneamiento, de acceso a la electricidad, a agua potable y a alimentos sanos. También generan beneficios ecosistémicos, ambientales, económicos, sociales y a la salud.

Ya que existe una gran variedad y no se contó con el tiempo y recursos para considerarlas todas, este trabajo se centró en cinco ecotecnias.

Debido a que no existe un criterio preestablecido ni alguna guía o dato estadístico que mencione cuáles son las más implementadas en México, se seleccionaron de acuerdo a la experiencia personal en campo e investigaciones previas relacionadas. Estas son: las estufas ahorradoras, los sistemas de captación y aprovechamiento de agua de lluvia, los sanitarios ecológicos secos, calentadores solares y huertos. A continuación, una breve introducción a cada una.

Baños Secos

Los baños secos, también conocidos como “Sanitarios Ecológicos Secos” (SES), son dispositivos que permiten tratar las heces humanas y darle una disposición a la orina sin contaminar el agua. No sólo es una alternativa viable para las personas que carecen de acceso al agua o alcantarillado, sino que también es un sistema de transformación que toma un desecho y lo convierte en un producto útil, que es el fertilizante. Así es como esta alternativa tecnológica ayuda a completar el ciclo de aprovechamiento de nutrientes. En vez de ver nuestras excretas y

orina como un deshecho se les ve como un recurso que puede ser reciclado y aprovechado de manera segura. (Ortiz Moreno, Masera Cerutti, & Fuentes Gutiérrez, 2014)

Su implementación se da principalmente en zonas rurales, sin embargo, también es posible utilizarlos en la ciudad como una alternativa menos contaminante, sólo que el diseño y los impactos cambiarán según el contexto en que se utilice. Como ya sabemos, es importante adecuar las ecotecnias a cada caso: a las condiciones climáticas, geográficas, culturales e inclusive económicas. Es por ello que existen muchas variantes de diseño.

Se propone dividirlos en dos grandes categorías, los de cajón (Imagen 1) y los que cuentan con una cámara de recolección (Imagen 2). Dentro de estas dos categorías hay muchas variantes como para ser mencionadas todas, pero la gran diferencia entre ambas es el espacio que ocupa cada uno y la facilidad de mantenimiento. (Pacheco, n.d.)



Figura 6. Compilación de varios baños secos de caja.

Elaboración propia. Fuente: imágenes varios sitios encontrados en Google; tallerkaruna.org



Figura 7. Ejemplos de baño seco con cámara de recolección.

Fuente: Foto tomada en campo, png de internet e imagen de tierramor.org.

Eje: Manejo de residuos.

Inferencia:

Agua, fertilizante, residuos (deshechos humanos), saneamiento, economía, salud, ciclo de los nutrientes.

Sistemas de Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia (SCALL)

A nivel mundial cada vez hay más evidencia de escasez de agua, hay más eventos de sequía y tienden a ser más prolongados. Los ciclos del agua han sido alterados debido al cambio climático. Es aquí en donde entran los SCALL, los cuales son herramientas que reducen la dependencia externa y previene la escasez de agua facilitando la transición a la autosuficiencia o el autoabastecimiento hídrico.

Sin ser tratada, se suele utilizar para el baño, el jardín, lavar ropa, etc., pero también se puede agregar un sistema de filtrado que la haga inclusive adecuada para beber, lo cual haría que se logren satisfacer todas las demandas domésticas sobre el recurso. En zonas que sufren estrés hídrico, los SCALL llegan a ser complementarios del sistema de abastecimiento hidráulico por la impredecibilidad de la intensidad y frecuencia de la lluvia. (Angrill Toledo, 2013). Sino se cuenta con ningún método de abastecimiento, se vuelven la fuente principal de agua aunque no puedan satisfacer la necesidad de la manera idónea. De nuevo, sus alcances y beneficios dependen mucho del contexto.

Se pueden implementar tanto en ciudades como en zonas rurales, a pequeña y grande escala. Pueden ser aptos para hogares, negocios, escuelas, edificios, etc. Dependiendo del uso que se le dará al agua se diseña el sistema por lo que no siempre es necesario usar filtros. Un SCALL no sólo tiene el potencial de garantizar el acceso al agua, sino que también contribuye al ahorro energético, a la prevención de inundaciones en zonas urbanas, permite el manejo descentralizado y responsable del recurso (Ortiz M. et al., 2014).

La captación de agua de lluvia es una actividad que se ha realizado desde hace miles de años, se han encontrado vestigios de este tipo de sistema en diversas sociedades a lo largo de la historia en todo el mundo. En la antigüedad éste era el método predominante para las sociedades que vivían lejos de algún cuerpo de agua, pero dicha práctica fue siendo abandonada con la

introducción de los sistemas de abastecimiento a gran escala que hoy en día conocemos como “agua potable”, los cuales distribuyen el líquido desde un cuerpo de agua a diferentes lugares remotos. El sistema más usado en la actualidad, ha demostrado no ser muy sustentable y es por ello que en los últimos años se ha ido buscando regresar a la captación de agua de lluvia, ya que son proyectos que tienden a ser de menor escala y locales. (Prinz D., 1996).

Por mencionar a algunos implementadores de SCALL importantes en México, tenemos al proyecto “Isla Urbana” y al Fondo Pro Cuenca Valle de Bravo A.C.

Eje: Agua

Inferencia: Abastecimiento, recolección, uso del recurso hídrico, producción agrícola y de ganado, higiene, salud.

Estufas ahorradoras

En los últimos años las *estufas ahorradoras*, de *leña mejoradas* o *eficientes*, han sido implementadas en todo el mundo con el objetivo principal de disminuir el consumo de leña en hogares rurales, pero también, para disminuir los problemas de salud de sus usuarios debido a que la cocción tradicional de alimentos con combustibles fósiles sólidos, tales como leña o carbón en estufas ineficientes, han contribuido a que los usuarios presenten varios problemas de salud. (Adrianzen, 2013)

De la energía térmica que se consume en las viviendas, la mayor parte se destina a la cocción de alimentos, para lo cual el combustible principal es el gas LP (79%), seguido por la leña o carbón (11%) y el gas natural (7%).

El uso de los distintos combustibles varía según la región del país. En la región tropical la leña y carbón dominan al ser utilizados en la cocina por el 32% de las viviendas, pero a pesar de que la leña y el carbón representan un porcentaje significativo, el uso de estufas ahorradoras con chimenea es prácticamente inexistente (INEGI, 2018). Esto es preocupante desde la perspectiva ambiental ya que el sustituir un fogón por una estufa ahorradora trae los siguientes beneficios (Ortiz M. *et al.*, 2014):

- Se reduce el consumo de madera
- Se reduce la deforestación
- Se mitigan emisiones de GEI
- Se reduce el tiempo y/o dinero que los usuarios tienen que invertir en conseguir el combustible
- Al expulsar el humo fuera la edificación, ésta se mantiene en mejor estado
- Previene futuros problemas respiratorios por exposición al humo y ardor en los ojos.

Esta tecnología ha sido desarrollada tanto por empresas como por asociaciones civiles e instituciones académicas. Además, se pueden encontrar diversos diseños, materiales y costos, por lo que es posible que algunos impactos sean específicos del modelo y contexto en que se utilice. Un ejemplo puntual es la Estufa Ecológica de la Abastecedora Palermo Green Environment, S.A. de C.V., que da un beneficio extra en zonas donde las temperaturas son bajas, ya que sirve como un calefactor dentro de la cocina, sin embargo, en zonas muy calientes no sería una característica deseable.

Podemos encontrar más información de las especificaciones técnicas de varios de estos modelos en la página oficial de la Red Mexicana de Bioenergía (Rembio, 2019). La empresa de cemento Cemex®, por ejemplo, cuenta con su diseño de estufa ahorradora (Cemex México, s/a).

La Lorena, cuyo nombre proviene de sus componentes principales, lodo y arena, es una estufa de una sola entrada de leña que permite cocinar varios alimentos al mismo tiempo. Lara P. *et al.* (2017) mencionan los siguientes beneficios y ventajas:

- Reduce el gasto de leña en aproximadamente un 40%, lo cual ayuda a la conservación de los bosques.
- Elimina el humo de la cocina, reduciendo la irritación de ojos y enfermedades respiratorias.
- Es fácil y rápida de construir además de que se elabora con materiales locales (tierra, arena y nopal) lo cual la hace de bajo costo.
- Siempre y cuando se le de un buen uso y el mantenimiento adecuado, es de larga duración.

Eje: Energía

Algunos Ejemplos: Patsari, Onil, estufa palermo, María, la Ecostufa, la Lorena y la Eco-Justa.

Inferencia: Deforestación, salud, emisión de GEI, calidad de aire, cocción de alimentos, rural, tradición, etc.

Huertos

El huerto se refiere a una pequeña extensión de terreno, conjunto de macetas o cajones en los cuales se cultivan plantas de importancia para el usuario, ya sean comestibles, medicinales, de ornato o cualquier combinación de estas.

Guzmán T. & Ana G. (2018), definen al huerto como “un agroecosistema en el que se encuentran interrelacionados elementos de la tierra, la flora y la fauna así como de las personas que trabajan con él.” mientras que Vargas B. & Vega G., (2018) lo definen como un “terreno o espacio específicamente diseñado para cultivar hortalizas, plantas medicinales, árboles frutales, hierbas aromáticas y en algunos casos, en donde también se lleva a cabo la crianza de animales de corral los cuales se destinan principalmente al autoconsumo”.

Los huertos forman parte de la agricultura urbana y periurbana (UPA), y de acuerdo a la FAO, la agricultura urbana es practicada por 800 millones de personas en todo el mundo.

En La Habana, Cuba, 90,000 residentes participan en alguna forma de agricultura. En la ciudad de Quito, Ecuador, hay alrededor de 140 jardines comunitarios, 800 familiares y 128 escolares. Entre estas actividades de agricultura podemos encontrar desde la micro producción de verduras en pequeños espacios del hogar hasta la producción intensiva de flores y la crianza de animales dentro de la ciudad. En los suburbios de la ciudad de México algunos habitantes crían conejos, gallinas u ovejas. Además las Mujeres juegan un papel importante ya que,

particularmente en países del caribe como en Bolivia, Colombia, Ecuador, Honduras y Nicaragua, son las principales responsables de esta actividad (FAO, 2014).

Éstos tienen un gran potencial que acarrea varios beneficios sociales, económicos y ambientales, tales como lo que se mencionan a continuación:

La UPA contribuye al desarrollo local, a mejorar el ambiente urbano, combatir la pobreza, el hambre, a la reducción de la huella ecológica de las ciudades, a reutilizar residuos urbanos, a proteger la biodiversidad, generar resiliencia al cambio climático y reducir la dependencia al mercado alimenticio mundial (FAO, 2014).

De acuerdo a Ordóñez D. María de Jesús (2018):

En Mesoamérica, los huertos familiares datan de más de once mil años de antigüedad; es un sistema estable y de bajos requerimientos donde se combinan tanto la sustentabilidad ecológica como la socioeconómica por los beneficios que aporta.

A su vez, es el agroecosistema con la mayor diversidad biológica y puede desempeñar un papel fundamental ante la inminente crisis ambiental. Los huertos son elementos claves y estratégicos para la seguridad y autosuficiencia alimentaria. Asimismo, el huerto familiar es un modo de producción tradicional ecológicamente sustentable que consiste en el desarrollo múltiple de cultivos capaces de proporcionar medios de subsistencia que complementan la dieta familiar y a menudo generan un ingreso económico adicional.

Además, como lo señala Guzmán T. Ana G. (2018):

La crisis ambiental actual es social, ya que su raíz principal está en la relación que tenemos los humanos con la naturaleza. En los últimos años, dicha relación, ha generado un constante deterioro en nuestro entorno, pero los huertos pueden reducir el daño al contribuir a la educación ambiental y a la creación o fortalecimiento de lazos humano-naturaleza.

Otro aspecto positivo de los huertos, como lo menciona García M. Daniela (2016), es que pueden:

- Servir como herramienta para acercar a los jóvenes a la agroecología.
- Promover el rescate de tierras sin uso.
- Mejorar la nutrición y educación de los estudiantes.
- Estimular la creación de huertos familiares.
- Aumentar la posibilidad de tener nuevos ingresos familiares al replicar estas prácticas en el hogar de los alumnos.

En Octubre del 2016, en la Gaceta Oficial del Distrito Federal se publicó la Ley de Huertos Urbanos en la ciudad de México, en la cual hablan un poco más de estos beneficios y otros, como la reducción del efecto conocido como “Isla de calor” al tener más espacios con cobertura verde en la ciudad. La isla de calor es un fenómeno en el cual el calor que el sol transmite en el día se queda en la ciudad aún después del atardecer ya que debido a la amplia área de superficies pavimentadas o cubiertas por edificaciones el calor no es reflejado, sino que se absorbe. Esto contribuye a un efecto de calentamiento.

Además, fue interesante descubrir que en la Ciudad de México la Secretaría de Desarrollo Rural y Equidad para las Comunidades (SEDEREC) ofrece orientación y apoyo a las personas que quieren iniciar un huerto urbano en la elección de plantas, ubicación, los requerimientos de cada planta, etc.

Eje: Alimentación

Ejemplos: solar, huerto vertical, traspatio, huertos urbanos, comunitarios, escolares, familiares, orgánicos, etc.

Inferencia: Soberanía alimentaria, seguridad alimentaria, nutrición, producción agrícola, salud, pobreza, agricultura urbana, agricultura familiar, producción local, naturaleza.

Calentadores Solares de Agua

Por lo general se suele calentar agua con gas natural, gas LP, queroseno o carbón, pero también se puede calentar con leña, energía eléctrica o solar. Los calentadores solares de agua (CSA) en algunos casos son más baratos que las alternativas convencionales, además de que son una de las tecnologías más simples y de mayor potencial de aplicación en el país por la intensidad de radiación solar en el territorio nacional. Tenemos dos tipos de calentadores solares que alcanzan temperaturas mayores a los 30°C, los de colectores planos o placa plana y los de colectores de tubos evacuados o al vacío. Algunos de sus usos principales suelen ser en residencias, en industrias, hoteles u hospitales y se identifica que esta tecnología puede

representar un ahorro energético y económico. (Ortiz Moreno, Masera Cerutti, & Fuentes Gutiérrez, 2014).

También conocidos en inglés como *Solar Water Heating Systems* (SWHS), son artefactos que transforman la energía de los rayos solares en energía calorífica con el propósito de calentar agua. Existen varios modelos y diseños de distintos materiales. Algunos pueden ser caseros y estar hechos con mangueras y botellas de PET, lo cual los hace más económicos, mientras que por otro lado existen calentadores industriales. Desde lo rudimentario hasta lo sofisticado, solo representan un gasto inicial que no tarda mucho en ser recuperado, principalmente cuando la alternativa es comprar gas, ya que, como otros combustibles fósiles, es un recurso cuyo precio irá en aumento con el tiempo.

En el recolector de rayos solares, el agua se calienta y después pasa a un recipiente térmico que la guarda y mantiene caliente. Dependiendo de la eficiencia del recipiente térmico y de la incidencia solar, es qué tanto tarda el agua caliente antes de ser usada.

Los calentadores que emplean combustibles fósiles, a la larga, cuestan más dinero y contaminan nuestro entorno. Los solares no generan emisiones (directas) de GEI ni representan un gasto recurrente. Son una opción que no requiere de mayores cambios si ya se tiene un calentador de gas. De no ser así, no son tan diferentes de instalar, se requiere de una inversión inicial, pero no es difícil adaptarse a su uso.

De acuerdo a Franco & Velázquez (2016), a nivel nacional durante el año 2014, el 65% del consumo energético mensual dentro de los hogares, fue para el calentamiento de agua. De esta cifra el 85.5% de la energía utilizada se consumió en hogares urbanos.

Las dos actividades que consumen más energía son el calentamiento de agua y la cocción de alimentos. Lo anterior lo podemos ver en la Figura 8.

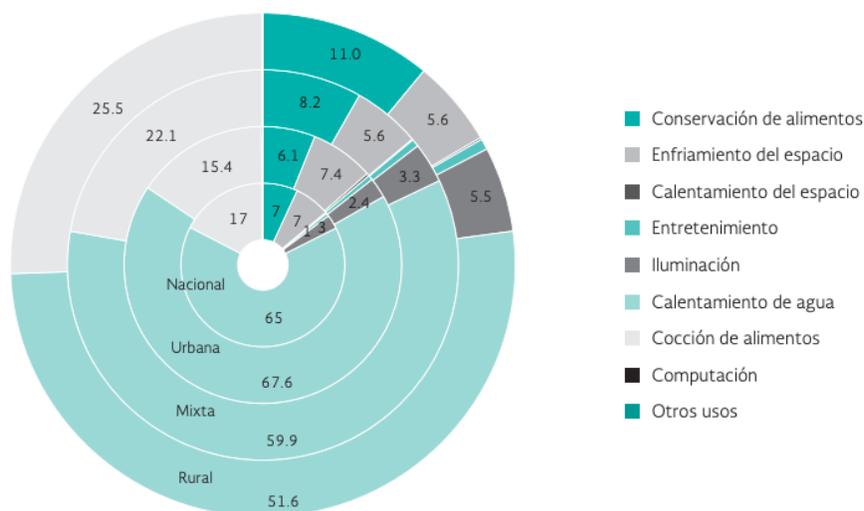


Figura 8. Porcentaje del consumo energético por uso final en las viviendas mexicanas en 2014

Fuente: Franco & Velázquez (2016).

De acuerdo a la primera encuesta nacional sobre consumos energéticos en viviendas particulares, que realizó el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México en 2018, en el 43.5% de las viviendas del país se usa algún tipo de calentador de los cuales alrededor de 11 millones son de gas y 2 millones son solares. (INEGI, 2018).

Esta tecnología tiene el potencial de reemplazar esos 11 millones de calentadores que utilizan contaminantes y caros combustibles fósiles por una fuente de energía limpia y gratuita, además de satisfacer la necesidad de muchos que no tienen ningún medio para calentar agua en las zonas rurales.

Como lo mencionan Sánchez, Macías, León, Zamora, & Soriano (2017) los CSA representan un método conveniente para satisfacer los requerimientos domésticos de agua caliente en zonas rurales, ya que a veces no se tiene acceso a electricidad o la obtención de combustibles es complicada. Ellos proponen un CSA de bajo costo (aproximadamente la mitad del precio convencional) elaborado con materiales locales y reciclables fáciles de obtener por lo que su opción es muchísimo más viable para implementar en hogares de escasos recursos.

Como lo indica el estudio de costo beneficio titulado “Sistemas Solares de Calentamiento de Agua para Consumidores Residenciales en Islamabad, Pakistán: Un análisis de Costo Beneficio” (Sadiq, 2018):

Si en Islamabad, Pakistán, se reemplazaran los calentadores eléctricos por calentadores solares, cada hogar se podría ahorrar aproximadamente 9 mil pesos al año. Para los hogares que usan gas natural, cada uno se ahorraría alrededor de 1450 pesos al año.

En el estudio también estiman que el tiempo de recuperación de la inversión para las casas que tenían calentador eléctrico sería de un año aproximadamente, mientras que para los usuarios de gas natural sería de entre 7 a 8 años. El cambio por calentadores solares podría ahorrar anualmente 389,000 litros de gas natural y 4,164 kWh, lo que se traduciría en la reducción de 2,206.9 kg de CO₂, 2.08 Kg de SO₂ y 3.75 kg de NO_x (el óxido nitroso tiene un poder de calentamiento 300 veces mayor que el CO₂) que de no hacer el cambio se emitirán al ambiente.

Aunque estos resultados son para este estudio en específico, cambiando de zona geográfica, prácticas culturales, situación económica, etc., los ahorros económicos, de emisiones y el costo de la inversión pueden variar, pero de todos modos habrá un ahorro en el combustible usado para calentar agua y en las emisiones que se generarán por realizar esta actividad.

De acuerdo a un estudio de campo en China titulado “Analizando el Potencial y los Beneficios de los Calentadores de Agua Solares Domésticos con Base en Encuestas de Campo” (Niu et al., 2018), los calentadores solares que se están usando en ese país tienen una eficiencia de tan solo el 13.53% y es por ello que generan un beneficio económico bajo, sin embargo, conlleva enormes beneficios ambientales e impactos sociales significativos ya que:

- Los 1238.7 MJ que un calentador con eficiencia del 13.5% genera, equivalen a 211.6 kg de carbón, que emite durante su uso 455 kg de CO₂ y 3.2 kg de SO₂.
- Al tener un mayor acceso a agua caliente los usuarios pueden bañarse más seguido o incluso lavar su ropa con agua caliente.

Básicamente ya no se emiten GEI para calentar agua ya que la fuente energética es el sol, además, al ser gratuita ya no es un estrés económico y se puede hacer uso del agua caliente con mayor frecuencia y libertad.

De acuerdo a Kalogirou (2004) en su trabajo titulado Beneficios ambientales de Sistemas Energéticos Solares Domésticos “Environmental Benefits Of Domestic Solar Energy Systems”:

Un Sistema solar doméstico con un respaldo eléctrico o de diésel, puede ahorrar un aproximado del 80% de los GEI que generaría un sistema convencional puramente eléctrico o de diésel.

También Kalogirou concluye diciendo que “los sistemas energéticos solares tienen un gran potencial de protección al ambiente por lo que se deberían de implementar siempre que sea posible, para lograr un futuro sustentable”.

Eje: Energía

Algunos Ejemplos: De placa plana, de tubos al vacío.

Inferencia: Calentamiento global, combustibles fósiles, higiene, vida digna, etc.

CAPÍTULO III - Resultados

Herramientas existentes y su sistematización

Como ya lo mencioné antes, no encontré ninguna metodología o guía para la evaluación o análisis de impactos por el uso de ecotecnias como tal, lo cual me motiva a elaborar la propia ya que considero de suma importancia poder reportar resultados a corto y largo plazo después de haber invertido en un proyecto. Es por eso que decidí investigar y analizar metodologías relacionadas con la evaluación de impactos o de sustentabilidad que me permitieran estudiar cómo se encuentran estructuradas y sobre todo, qué parámetros toman en cuenta para con ello, respaldar mi propuesta de qué y cómo evaluar siguiendo una serie de pasos ordenados.

A continuación, un análisis de cada metodología: Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS).

Se indica en qué consisten, cuál es su finalidad, los pasos a seguir, así como algunas otras herramientas o características que pudiesen ser relevantes para este trabajo.

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

De acuerdo al documento que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés) publicó en 2012, la EIA es una herramienta para que todos los tomadores de decisiones identifiquen los posibles impactos ambientales de diversos proyectos propuestos para, de manera informada, evaluar los enfoques alternativos al proyecto y así poder diseñar e incorporar medidas adecuadas de prevención, mitigación, gestión y monitoreo de estos impactos. También mencionan en dicho documento que los impactos sociales no se pueden disociar de la EIA, además de que se espera que éstas ayuden a proteger, mantener y rehabilitar los hábitats naturales.

Inicialmente se podría pensar que una EIA podría utilizarse para el análisis de impacto por el uso de ecotecnias, pero desafortunadamente no es así ya que éstos están diseñados para evaluar proyectos a gran escala tales como construcciones de centros comerciales, aeropuertos, carreteras, refinerías, etc., no los impactos que un dispositivo genera. Lo que sí es posible es analizar su estructura y aprender de ella para incorporar algunos de sus aspectos relevantes a esta propuesta metodológica.

La EIA consiste en valorar los impactos que un determinado proyecto produce sobre el medio para incluirlos dentro de los procesos de toma de decisiones y así poder saber si el llevar a cabo dicho proyecto es o no aceptable desde un punto de vista ambiental. Además, busca promover alternativas y formas de mitigar los impactos negativos para que el proyecto sea lo menos dañino posible.

Dentro de esta metodología de evaluación de impactos se procura la objetividad, pero tiene un carácter subjetivo que no se puede ignorar, ya que el decidir si una acción es buena o mala es claramente subjetivo puesto que depende de la opinión y los conocimientos de varias personas, en este caso, de los evaluadores. Es por ello que requiere de que se realicen y

justifiquen juicios de valor desde la primera fase de estos estudios. Dicha justificación consiste en seleccionar los elementos ambientales que se verán afectados, así como la escala en la que se estudiarán. Para ello se le puede dar un valor a los elementos ambientales que puede ser monetario o de otro tipo, con la finalidad de poder comparar los elementos del proyecto con otras posibles alternativas. (Garmendia S. et al., 2005)

Pasos a seguir

(García L., 2004)

1) Durante la realización de una EIA primero se **identifican los factores ambientales más representativos del entorno** tomando en cuenta las características del proyecto. Dentro de estos factores están las características físicas, químicas, biológicas y paisajísticas del territorio, ya que éstas ayudan a comprender la composición y funcionamiento del ambiente, aunado a las características socioeconómicas y socioculturales (salud, generación de empleo, gestión de residuos). Aquí es indispensable considerar todos los elementos que intervienen como el ser humano, fauna, flora, bienes materiales, patrimonio cultural, suelo, agua (disponibilidad y calidad), aire, clima, paisaje y cómo interactúan entre sí.

2) Después se **identifican las acciones** del proyecto que pueden ser subdivididas por etapas de construcción y operación, entre otras.

3) Ya que se conoce el proyecto, el entorno que lo rodea y el cómo van a interactuar estos dos, se puede iniciar la fase de la **identificación de impactos**, los cuales son deducidos con base en las alteraciones que cada acción produce sobre el medio y sus componentes: cómo termina el

entorno en consecuencia al proyecto implementado, en contraste con el cómo habría sido de no haberlo llevado a cabo.

4) Se **determina** tanto la **importancia de los impactos** como su **magnitud**

5) Por último se procede a **proponer medidas correctoras y alternativas**.

¿Qué se puede obtener de la EIA para esta propuesta?

Por lo anterior, se observa que las EIA están diseñadas para evaluar grandes proyectos y por lo tanto los impactos que consideran, no se pueden traslapar adecuadamente al análisis de ecotecnias ya que cada una abarca una menor escala y se implementa dentro de un contexto muy distinto.

Sin embargo, podemos aprender de su estructura general. Como lo menciona la Universidad Nacional de Río Negro (2013), para la EIA existen un sin número de métodos ya que uno sólo no podría satisfacer la variedad de actividades que requieren distintos estudios de impacto puesto que cada proyecto se compone de diversos elementos. Lo mismo sucede para la evaluación de impactos por el uso de ecotecnias, la clave está en elegir de manera adecuada los métodos más apropiados para satisfacer las necesidades específicas de cada caso. No se pueden evaluar de la misma forma los impactos que puede generar un Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) en una zona que no tiene acceso al agua entubada, con los que tendría el mismo SCALL en una casa con acceso a agua potable las 24 horas.

A su vez, un SCALL no tiene los mismos impactos que un huerto, aunque estén implementados en un mismo hogar, cada uno atiende necesidades distintas. Algunos pueden coincidir, pero cada ecotecnia requiere de mediciones específicas según los impactos que

conlleve y éstos pueden cambiar según su contexto, además, se busca que los métodos sean de carácter objetivo y no dependan de los puntos de vista del o los evaluadores.

Algo que se usa en la EIA para facilitar la identificación de impactos y me parece puede ser de utilidad en el futuro para esta propuesta es la **Matriz de Leopold** (Cotán-Pinto, 2007):

Es un método del Servicio Geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos que se estableció para las evaluaciones de impacto y que contrasta hasta 100 acciones que pueden causar impactos al ambiente contra 88 características o factores ambientales, lo que ayuda a identificar las variables ambientales que pueden ser afectadas por las acciones del proyecto y en qué grado se verán modificadas.

En la Figura 9 se muestra la asignación de valores, las filas son las características ambientales que pueden resultar afectadas mientras que las columnas representan las acciones humanas que pueden alterar el medio, así se pueden definir las interacciones entre ambas de manera gráfica.

Después, se categorizan los impactos y se puede saber cuáles son las actividades que más perjudicarán o beneficiarán al ambiente, así como cuáles son las variables ambientales más afectadas ya que a cada intersección se le dan dos valores, uno corresponde a la magnitud de la afectación y el otro a la importancia identificada según la duración y escala que tendrá el impacto que cada acción genere.

Ambos valores van de la menor alteración o importancia, representada con el 1, a la mayor, representada con el 10. La asignación de valores es según el criterio del evaluador y éste

puede hacer uso de alguna tabla que tome en cuenta los diferentes tipos de impacto que se mencionan en la introducción, ver Tabla 2.

Magnitud / Importancia		
Calidad del impacto	Positivo	Negativo
Insignificante	1	-1
Muy baja	2	-2
Baja	3	-3
Menor a lo regular	4	-4
Regular	5	-5
Mayor a lo regular	6	-6
Alta	7	-7
Muy alta	8	-8
Semi crítica	9	-9
Crítica	10	-10

Tabla 2. Asignación de valores por magnitud o importancia para la Matriz de Leopold

Elaboración propia. (2019).

La Tabla 2 nos muestra la magnitud e importancia de cada impacto ambiental, los valores están en positivo y en negativo, lo que permite que se tomen en cuenta tanto afectaciones perjudiciales al ambiente como las que podrían provocar mejoras.

Después de identificar los impactos y factores ambientales relevantes al proyecto y después de haberles asignado valores, se ordena la información en una matriz como la que se muestra en la Figura 9.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
Calidad de agua					2/2	1/1		2/2	1/4
Calidad atmosférica						2/3			
Erosión		2/2			1/1			2/2	
Sedimentación y deposición		2/2			2/2			2/2	
Arbustos					1/1				
Pastos					1/1				
Plantas acuáticas					2/2			2/3	1/4
Peces					2/2			2/2	1/4
Camping y hiking					2/4				
Paisajes escénicos y vistas	2/3	2/1	2/3		3/3			2/1	3/3
Cualidades salvajes	4/4	4/4	2/2	1/1	3/3	2/5	3/5	3/5	3/5
Especies raras y únicas		2/5		5/10	2/4	5/10	5/10		
Salud y seguridad							3/3		

Columnas:

- Sitios industriales y edificios
- Autopistas y puentes
- Lineas de transmision
- Perforación y voladura
- Escavación superficial
- Procesamiento mineral
- Transporte en camiones
- Disposición del relave*
- Fugas y derrames

*Deshechos del proceso minero

Figura 9. Ejemplo de Matriz reducida de un proyecto minero de fosfato.

Elaborada por Leopold, Clarke, Hanshaw & Balsey. (1971). Ejemplo de proyecto de minería a cielo abierto en una región en la que habita el cóndor californiano, especie en estado crítico de conservación. Traducción propia.

Los valores dentro de cada recuadro que se encuentran en el extremo superior izquierdo representan la *Magnitud* del impacto mientras que los del extremo inferior derecho representa la *importancia*. Cabe resaltar que dentro de una EIA es indispensable el acompañar a este método de una descripción y explicación escrita en donde se discutan los distintos tipos de impactos y el por qué le asignaron los valores mostrados a cada afectación. (Leopold, Clarke, Hanshaw & Balsey, 1971).

Otra herramienta o metodología interesante que tiene la EIA son las llamadas **Listas de revisión** que son una manera sencilla de identificar los impactos. Consisten en hacer una lista con los impactos posibles para después identificar cuales de estos se relacionarán, así como si son efectos mínimos o significativos. Algo similar se podría hacer para cada ecotecnia.

La Figura 10 muestra una lista de revisión para identificar los impactos por la construcción de una autovía; se puede ver como cada factor ambiental afectado es valorado de acuerdo a su carácter, duración, espacio, juicio, entre otros. (Garmendia S. *et al.*, 2005).

	Carácter		Duración		En el tiempo		Espacio		Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable	Juicio
	Beneficio	Negativo	Tempora	Permanente	Corto plazo	Largo plazo	Local	Extenso					
Calidad del aire		X		X	X		X		X		X		Compatible
Contaminación de las aguas		X		X	X		X		X		X		Severo
Erosión		X		X		X		X		X		X	Moderado
Pérdida de cultivos		X		X	X			X		X	X		Severo
Pérdida de vegetación		X		X	X			X	X	X			Severo
Pérdida de hábitats		X		X	X		X			X		X	Crítico
Riesgo de incendios		X	X			X	X		X		X		No significado
Empleo y renta	X		X		X		X		X		X		Positivo
Nivel de ruidos		X		X	X		X			X	X		Compatible

Figura 10. Ejemplo de una lista de revisión.

Realizada por Garmendia Salvador, Salvador Alcaide, Crespo Sánchez & Garmendia Salvador (2005).

Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

Es un marco metodológico que se utiliza para evaluar y estimar los impactos que se le atribuyen al ciclo de vida de un producto o servicio, con la finalidad de mejorarlo y optimizar su ciclo para así reducir las afectaciones al ambiente que éste conlleve. Para ello se cuantifican y comparan los impactos ambientales que genera desde que inicia su vida hasta que termina. (Rebitzer et al., 2004). De acuerdo a Pennington et al. (2004) es una Metodología de Análisis Comparativo.

Como lo mencionó el Departamento Vasco de Medio Ambiente (2009), existen ACVs de distintas longitudes y se les conoce coloquialmente como:

- a) “*de la cuna a la tumba*” es el que incluye todas las entradas y salidas de los procesos de cada fase: extracción de materias primas, procesado de los materiales necesarios para la manufacturación de componentes, uso del producto y reciclado o disposición final, así como transporte, almacenamiento, distribución y otras actividades intermedias entre las fases del ciclo.
- b) Cuando el sistema va únicamente de la obtención de materia prima hasta que el producto se pone en venta es conocido como “*de la cuna a la puerta*”
- c) Cuando solo se consideran las entradas y salidas del sistema productivo, se le llama “*de la puerta a la puerta*” puesto que es de cuando la materia prima entra a la fábrica hasta que sale.

Pasos del ACV

1) Como lo menciona Rebitzer *et al.* (2004), primero está la **definición de objetivos y el alcance** del ACV, que es en donde se establece lo que va a guiar el trabajo y hasta dónde éste llegará. Se decide cuál será la finalidad del estudio, el nivel de detalle que requerirá, el nivel aceptable de incertidumbre y se toman en consideración los recursos disponibles, tales como: tiempo, recursos humanos, presupuesto, etc. Aquí también se define la función del sistema o producto a evaluar y se determinan la unidad funcional.

2) **Análisis de inventario** o LCI (por sus siglas en inglés Life Cycle Inventory), es en donde se recopilan los datos, se tabulan y se hace un análisis preliminar de todos los intercambios

ambientales involucrados en el sistema, llámense: emisiones, consumo de recursos, etc. Busca calcular las cantidades de diferentes recursos requeridos así como las emisiones y residuos generados por unidad funcional. Se pueden incluir compuestos químicos tales como el CO₂ o CH₄, el uso de materiales como el aluminio o petróleo, la cantidad de residuos generados, uso de suelo, etc. (Pennington et al., 2004).

Para información más detallada de estas primeras dos fases se cuenta con la ISO 14041 (1998) que trata acerca de la Meta, objetivo, definición y el análisis de inventario.

3) Posteriormente se procede a la **evaluación de impacto** o Life Cycle Impact Assessment (LCIA), fase que se explica dentro de la ISO 14042 (2000) y que de acuerdo a Rebitzer *et al.* (2004) consiste en calcular e interpretar indicadores de los impactos potenciales asociados a los intercambios ambientales. Cabe mencionar que para ello los impactos se dividen en categorías. La ISO (1997) menciona que es necesario considerar dentro de los impactos ambientales categorías generales como el uso de recursos, la salud humana y las consecuencias ecológicas.

4) Por último, para la **interpretación de resultados** está la ISO 14043 (2000).

El ACV es un proceso que requiere de mucho tiempo y recursos para ser llevado a cabo ya que implica una investigación profunda acerca de la obtención de recursos, manufacturación, empaquetado, distribución, venta, uso y disposición final de un producto, es por ello que el primer paso es delimitar el sistema a analizar y acotar los alcances esperados puesto que no siempre se cuenta con el tiempo y los recursos para lograr examinar cada fase. Algunos ejemplos son, ACVs que van “de la cuna a la tumba” y otros que van únicamente “de la cuna al aparador”, que es justo antes de que el producto sea vendido y utilizado.

Aunque inicialmente se piense en contemplar todo el ciclo de vida de un producto, es posible que durante la fase de recopilación de información y datos acerca del producto nos demos cuenta de que es imposible o demasiado difícil el conocer los impactos durante el uso del producto, ya que sea un valor muy variante entre cada usuario, por poner un ejemplo. Así, en todo momento se pueden volver a plantear las metas y alcances según lo que se va conociendo del sistema y la utilidad final que se le dará al ACV. Es un proceso que está en constante autoevaluación al ir interpretando todo el tiempo cada paso, ya que lo encontrado en una fase puede hacer que se replantee alguna otra parte del estudio. Esto también lo menciona Romero R. (2003), al decir que “El ACV es un proceso que se retroalimenta y se enriquece a medida que se realiza”.

El ACV brinda información que permite a los distintos tomadores de decisiones aplicar acciones que estén enfocadas a mejorar el desempeño ambiental de sus productos y/o servicios, además de proporcionar los elementos de análisis que las empresas requieren para certificar sus productos bajo distintas etiquetas ambientales (Romero R., 2003). Estas etiquetas ambientales pueden volver el producto más competitivo dentro de mercados específicos que le dan un valor extra al cuidado del ambiente.

Todo estudio tiene distintas limitaciones, el ACV no suele enfocarse en los aspectos económicos o sociales, pero aún así, podemos tomar sus resultados para hacer comparaciones entre productos y ver cual es mejor, en términos de que contamine menos o sea menos perjudicial al ambiente.

La ISO 14040 (1997) menciona las siguientes limitantes:

- Algunas decisiones y suposiciones pueden llegar a ser subjetivas, como al elegir los límites del sistema o las fuentes de datos.
- Puede que no existan modelos disponibles para la evaluación de todos los impactos o aplicaciones posibles.
- La precisión del ACV puede variar o verse limitada por la accesibilidad o disponibilidad de algunos datos importantes o por su calidad.
- La falta de dimensionamiento temporal y espacial dentro de los datos de inventario usados para el análisis de impacto le da cierta incertidumbre a los resultados.
- Para poder hacer comparaciones de los resultados de distintos estudios de ACV es necesario que las suposiciones y contexto de cada estudio sean iguales.
- No existe una base científica para reducir los resultados a una calificación general o número ya que los sistemas analizados son complejos y diversos.

En la Figura 11 se observan las distintas fases del ACV y cómo interactúan entre sí.

Marcado con una (a) se puede ver la primera fase, diseño y desarrollo. En esta fase se piensa y planea cómo será el producto. Al momento de la planeación no podemos decir que se esté impactando directamente sobre el ambiente, sin embargo, es de suma importancia considerar este primer paso ya que es el momento en que se determinan los impactos futuros.

Después se consigue la materia prima a través de la extracción de recursos para posteriormente, pasar a su producción y manufactura (b). A continuación, el producto es usado o consumido (c), dependiendo de sus características, y por último, al terminar su vida útil se procede a reutilizarlo, reciclarlo o desecharlo. De ser reciclado es que pasamos al paso (d) en el cual se recolectan y separan las partes del producto o los materiales a los que se le puede dar una segunda vida.

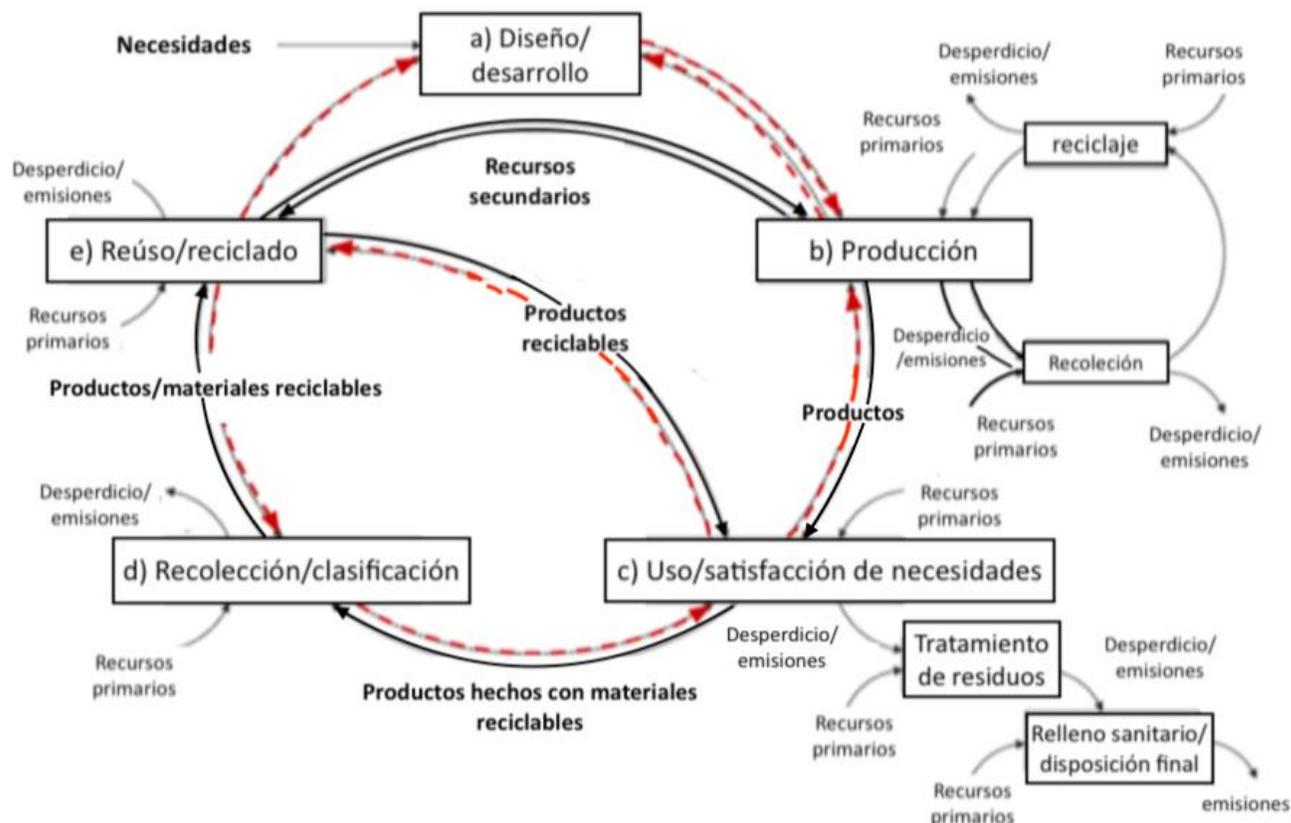


Figura 11. Adaptación de Rebitzer et al. (2000). "Representación esquemática del ciclo de vida genérico de un producto".

Traducción propia, 2019.

(las flechas rojas punteadas representan los flujos de información mientras que las flechas negras representan flujos de energía y materiales) (Citado en Rebitzer et al., 2004).

Aquí cabe recordar que sea cual sea su disposición final, toda actividad o proceso resulta en impactos, ya que implica el consumo y uso de recursos. El generar o elaborar un producto requiere que se lleven a cabo intercambios ambientales, además de que en algunos casos también resulta en que se emitan sustancias nocivas al ambiente.

En la Figura 12 se muestra la representación visual más conocida del ACV, la cual contiene las fases a seguir así como su utilidad o aplicaciones.

Dentro de las aplicaciones se tiene el desarrollo y mejoramiento de productos, la planeación estratégica, la creación de políticas públicas, el marketing entre otros.

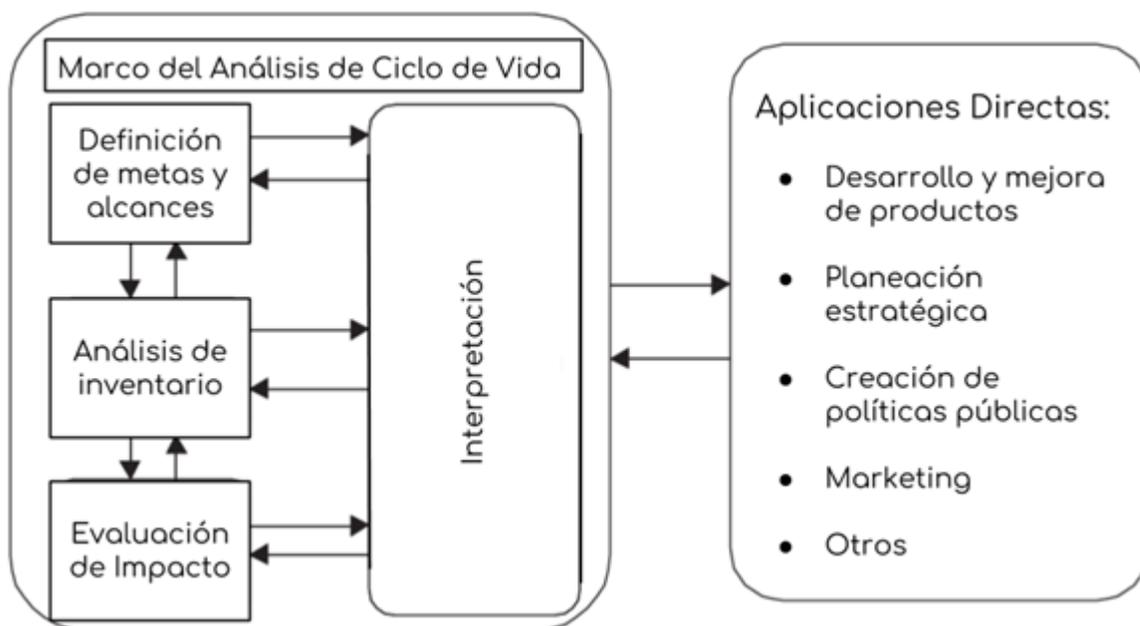


Figura 12. Fases y aplicaciones de un ACV (ISO 14040, 1997)

Traducción propia, 2019.

Dentro de la ISO 14040 se explica de manera detallada a qué se refiere el marco dentro del cual se lleva a cabo el ACV así como qué consideraciones hay que tomar en cuenta al realizarlo. También enlista requerimientos con los que deben de cumplir los datos para ser considerados de buena calidad, cómo se pueden hacer comparaciones entre sistemas, la importancia de la unidad funcional, la acotación del sistema, una descripción general del análisis de inventario (LCI) y la función de la interpretación, entre otras cosas.

Análisis de impacto en el ACV

Dentro del Análisis de Impacto o LCIA por sus siglas en inglés (*Life Cycle Impact Assessment*) se busca calcular e interpretar indicadores de los impactos que se generan durante el ciclo de vida de un producto, identificados previamente durante el LCI.

Inicialmente se hace una selección de las categorías de impacto que nos interesen de acuerdo a las metas y objetivos del estudio. Posteriormente se asignan los impactos (datos del inventario) a las categorías elegidas y se evalúan. Si así se desea, se puede a continuación normalizar los resultados, esto consiste en calcular resultados por categoría utilizando valores de referencia.

También es opcional agrupar o sopesar los resultados, mientras que por otra parte, de acuerdo a la ISO 14042, es obligatorio dentro de un análisis comparativo de acceso público el realizar un análisis de la calidad de los datos. (Pennington et al., 2004).

El departamento de medio ambiente del País Vasco (2009) menciona a esta fase como la que caracteriza el resultado final del ACV y la de mayor controversia debido a que no existe un acuerdo entre la comunidad internacional de un modelo único para evaluar los impactos.

De acuerdo a Pennington *et al.*, en 2002 se hizo la propuesta de modificar ligeramente los tres grupos generales de las categorías de impacto y quedaron como se señala a continuación:

- Ambiente natural: en el que podemos encontrar a los recursos (Materias primas, especies, ecosistemas, tierra, etc.) y las funciones que sustentan la vida (Regulación climática, fertilidad del suelo, ciclo del agua, ciclos biogeoquímicos)
- Consecuencias sobre la salud humana

- Ambiente de creación humana (monumentos, cultivos, edificios, plantaciones forestales, etc.)

Categorías de impacto: ¿Qué miden y cómo lo miden?

Como se mencionó anteriormente, las categorías de impacto representan los impactos de interés según el objetivo del estudio, el público al cual va a ir dirigido y el nivel de precisión que se busca. De acuerdo a Guinée J. (2015):

Para la selección de categorías de impacto y la clasificación de los resultados del LCI en las categorías seleccionadas, normalmente se utilizan listas predeterminadas de categorías en las que ya están establecidas las relaciones que éstas tienen con distintos elementos de inventario. Sin embargo, en un ACV es de suma importancia justificar el uso de dichas listas predeterminadas y de cada categoría de impacto seleccionada.

Dentro del mismo artículo se incluye una lista de las “Categorías de Impacto de Punto Intermedio” y de “Punto Final”.

De acuerdo a Hauschild & Huijbregts (2015), desde los estándares de la ISO se puede tener el mismo nombre y definición de una categoría de impacto en diferentes estudios pero los indicadores de categoría pueden ser diferentes por lo que para evitar confusiones se puede diferenciar entre las categorías de impacto conocidas como “*Categorías de Impacto de Punto Intermedio*” tales como el calentamiento global, la acidificación, eutrofización, degradación de la capa de ozono, entre otras, y los “*Indicadores de Categorías de Punto final*” que serían por ejemplo la reducción de la calidad de ecosistemas y pérdida de recursos o el daño a la salud humana, es decir, los *indicadores de punto final* suelen ir hacia el daño o afectación de las áreas de protección.

Ambos acercamientos se complementan, la *caracterización a punto medio* tiene una relación muchísimo más fuerte con los flujos elementales o el uso de recursos y presenta menor incertidumbre a la hora de modelar: mientras que la de “*punto final*” o “*endpoint*” tiene una relación más fuerte con las áreas de protección y por lo tanto puede dar una mejor idea de qué flujos ambientales son de mayor importancia (Figura 13 y Figura 14).

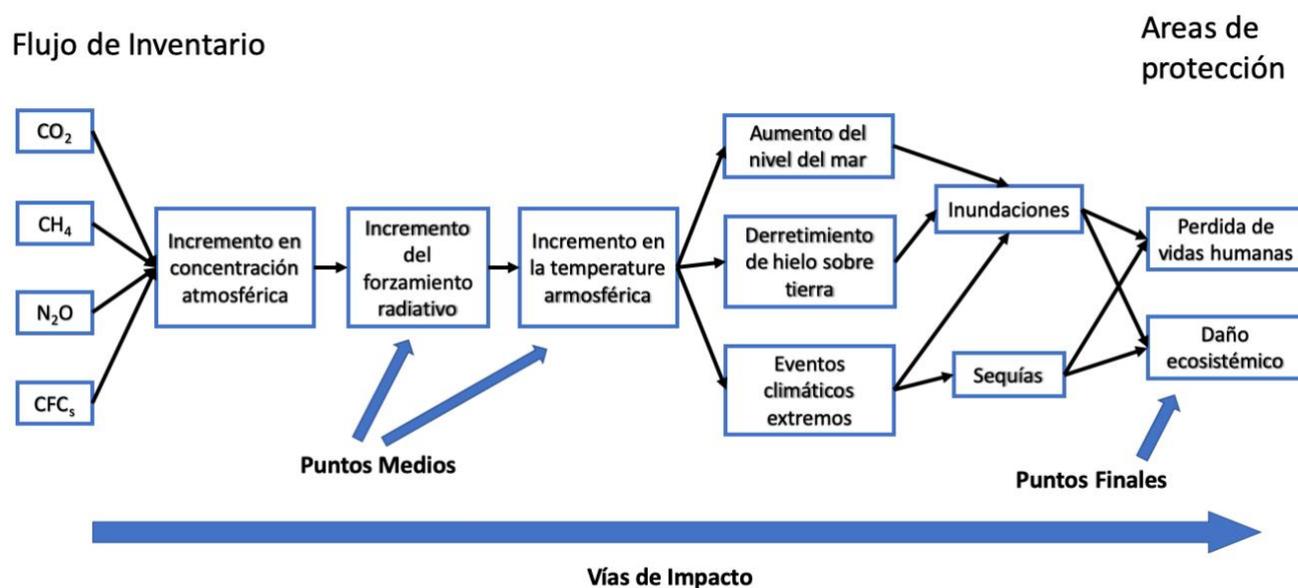


Figura 13. Ruta de impacto simplificado del calentamiento global y la conexión de los flujos elementales con las áreas de protección.

Traducción propia, 2020. Hauschild & Huijbregts (2015)

Imaginemos que, para la producción de algún bien comercial en una fábrica, se emiten los compuestos que vemos a la izquierda de la Figura 13. El flujo de estos compuestos en la producción hace que su concentración atmosférica aumente, lo cual puede desencadenar los siguientes dos “*puntos medios*”: el incremento del forzamiento radiativo (diferencia entre la luz solar absorbida por la tierra y la energía irradiada de vuelta al espacio) y como consecuencia, el aumento de la temperatura atmosférica.

Lo anterior puede resultar en el aumento del nivel del mar, el derretimiento de hielo y la ocurrencia de eventos climáticos extremos, lo cual resulta en inundaciones y sequías. Todo esto conlleva a “*endpoint impacts*” o *impactos de puntos finales* que podrían ser el daño de ecosistemas o la pérdida de vidas humanas.

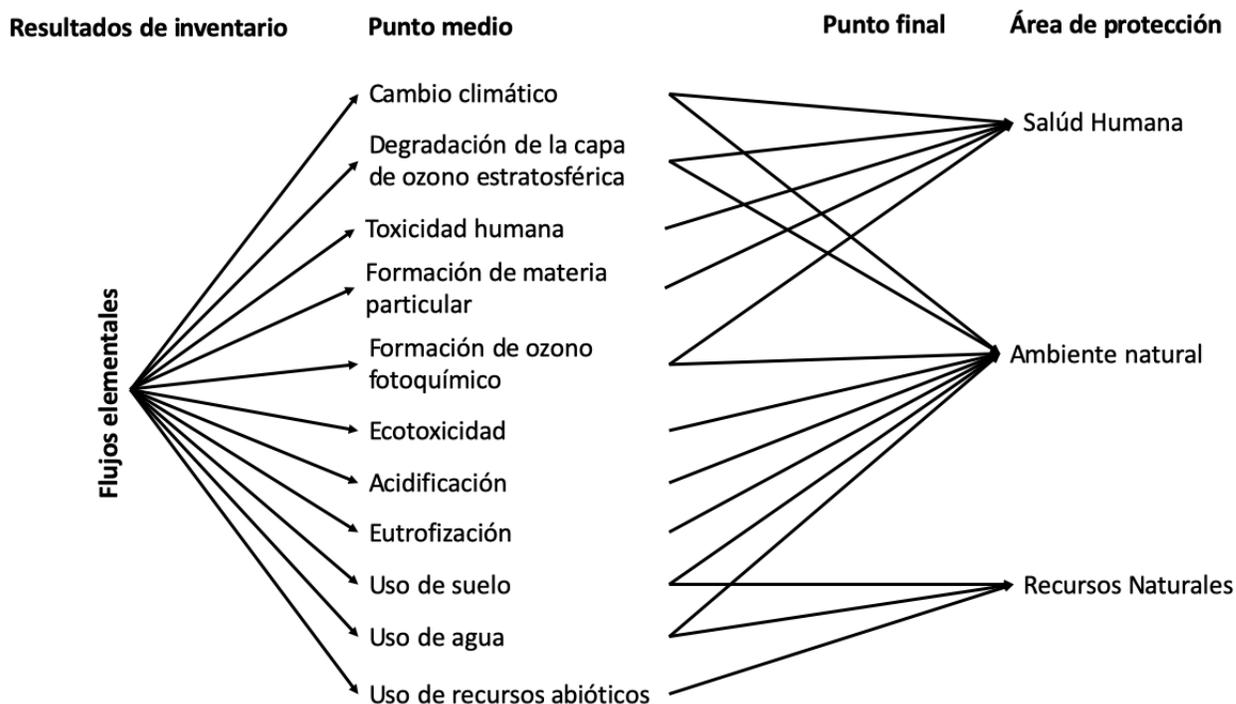


Figura 14. Ejemplificación de distintas categorías de impacto en relación con las áreas de protección o las categorías de impacto a mayor escala (“*endpoint*”).

Traducción propia. 2020. Hauschild & Huijbregts (2015).

En la Figura 14, distintos elementos pueden afectar las categorías de punto medio tales como el calentamiento global o el uso de distintos recursos, posteriormente las afectaciones o alteraciones en dichos campos resulta en detrimentos sobre las áreas de protección o “*endpoints*”, que como se observa, coinciden con los tres grupos generales de las categorías de impacto que encontramos en Pennington et al., (2002).

Rebitzer et al. (2004) mencionan las siguientes categorías: cambio climático, degradación de la capa de ozono, generación de smog, residuos, eutrofización, acidificación, afectaciones negativas en la salud humana o sobre los ecosistemas por tóxicos liberados al ambiente, la degradación de recursos, uso de agua, uso de suelo, ruido, entre otros. En la Tabla 3 se muestran las categorías que contempla la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental (SETAC), una organización científica global, así como la unidad de referencia y el factor de caracterización de cada una.

Tanto las categorías de impacto que proponen Rebitzer *et al.* como las de la SETAC coinciden, pero no siempre son iguales. El cambio climático tiene una fuerte relación con el calentamiento global al ser una de sus consecuencias, pero está en una escala temporal distinta y el determinar cuál se medirá depende del enfoque, objetivo y las limitantes del estudio. Sin embargo, todas entran dentro de lo que se calificaría como “midpoint” pero esto no hace que los “endpoint” queden de lado ya que como lo mencionan Hauschild & Huijbregts (2015), el LCIA pretende tener una perspectiva holística de los impactos ambientales de un sistema productivo y en un principio intenta modelar todos los impactos del sistema que se espere significarán daños sobre las áreas de protección. Desde un principio se está pensando en el “endpoint” solo que la caracterización a un nivel “endpoint” requiere de modelar todo el camino de impacto (“Impact pathway”) hasta el punto en el que las entidades implicadas sean las áreas de protección. Hacer esto requeriría de mayores recursos para realizar el ACV.

CATEGORÍA DE IMPACTO AMBIENTAL		UNIDAD DE REFERENCIA	FACTOR DE CARACTERIZACIÓN
CALENTAMIENTO GLOBAL	Fenómeno observado en las medidas de la temperatura que muestra en promedio un aumento	Kg. Eq CO ₂	Potencial de Calentamiento Global (PCG)

	en la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas		
CONSUMO DE RECURSOS ENERGÉTICOS	Energía consumida en la obtención de las materias primas, fabricación, distribución, uso y fin de vida del elemento analizado.	MJ	Cantidad Consumida
REDUCCIÓN DE LA CAPA DE OZONO	Efectos negativos sobre la capacidad de protección frente a las radiaciones ultravioletas solares de la capa de ozono atmosférica.	Kg.Eq. CFC-11	Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono (PAO)
EUTROFIZACIÓN	Crecimiento excesivo de la población de algas originadas por el enriquecimiento artificial de las aguas de ríos y embalses como consecuencia del empleo masivo de fertilizantes y detergentes que provoca un alto consumo del oxígeno del agua	Kg.Eq. de NO ₃	Potencial de Eutrofización (PE)
ACIDIFICACIÓN	Pérdida de la capacidad de neutralizante del suelo y del agua, como consecuencia del retorno a la superficie de la tierra, en forma de ácidos, de los óxidos de azufre y nitrógeno descargados a la atmósfera	Kg.Eq SO ₂	Potencial de Acidificación (PA)
CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS	Consumo de materiales extraídos de la naturaleza	Tm	Cantidad Consumida
FORMACION DE OXIDANTES FOTOQUÍMICOS	Formación de los precursores que dan lugar a la contaminación fotoquímica. La luz solar incide	Kg. Eq. C ₂ H ₄	Potencial de Formación de

	sobre dichos precursores, provocando la formación de una serie de compuestos conocidos como oxidantes fotoquímicos (el ozono-O ₃ es el más importante por su abundancia y toxicidad)		oxidantes fotoquímicos (PFOF)
--	---	--	-------------------------------

Tabla 3. Categorías de impacto ambiental y sus unidades de referencia respectivas

Fuente: documento del Departamento de medio ambiente, planificación territorial, agricultura y pesca del Gobierno Vasco titulado *Análisis de Ciclo de Vida y de Huella de Carbono: dos maneras de medir el impacto ambiental de un proyecto* (2009).

¿Qué se puede obtener del ACV para esta propuesta?

En general mide impactos negativos, cambios o afectaciones que perjudican a los ecosistemas y a la salud de las personas, mientras que para la propuesta metodológica de este trabajo es el cómo se mejora o contribuye al bienestar. No obstante, estos impactos negativos nos pueden servir como guía para pensar en el lado positivo que una ecotecnia genera. Al comparar los impactos de la alternativa tecnológica con la convencional se puede conocer la mitigación de los impactos negativos.

Por ejemplo, el impacto de cambio climático: se sabe que tanto las emisiones de gases de efecto invernadero (Ejemplo el CO₂) como la tala de árboles, contribuyen al aumento en la temperatura y por ende al cambio climático. El uso de estufas ahorradoras y eficientes puede resultar en un menor uso de madera y en que se emita menos CO₂, por lo que, si tomamos en cuenta la cantidad generada de CO₂ por una familia que cocina en un fogón tradicional, es posible que al pasar a ser usuarios de esta ecotecnia, se reducirá en la cantidad de CO₂ emitido. Para ello, resulta conveniente el establecer un periodo de medición temporal. Si este periodo es de un año, se están tomando en cuenta todos los factores climáticos y de costumbres de los usuarios que pudieran hacer que se use más o menos el fuego.

Considerando los impactos que menciona el ACV, las experiencias que he tenido en campo y un conocimiento básico de diversas ecotecnias, se generó la Tabla 3 que puede fungir como una propuesta inicial de impactos por cada ecotecnia.

Las ecotecnias están clasificadas dentro de los 5 ejes mencionados en la introducción y el código de colores indica si dicho impacto aplica a la ecotecnia o no y en qué medida. El color verde es equivalente a que dicho impacto sí se obtiene con el uso de esa ecotecnia, el rojo indica que no, el blanco es cuando no aplica y el naranja se debe a que, en algunas ocasiones, dependiendo de la línea base, se genera el impacto o no. La línea base se refiere a cuando la ecotecnia aún no ha sido implementada y nos ayuda al comparar cómo son las cosas con y sin la ecotecnia, qué beneficios hay que antes no había o cambios. Según las características específicas de cada persona o familia, cada ecotecnia les brindará diversos impactos, en diferentes medidas.

Además, como se mencionó, en el ACV podemos tener impactos cercanos a la acción que los produce o “midpoint” y otros lejanos o “endpoint”, que, para vincular con nuestra acción inicial, requieren de un estudio más extenso y de que se analice más a fondo la situación.

Tabla 4. Propuesta inicial de posibles impactos a medir para distintas ecotecnias.

Código de colores		Sí
		A veces
		No
		No aplica

Fuente: [Elaboración propia, 2019](#)

MESMIS

Antes del siglo 21 los procedimientos que existían para evaluar sustentabilidad eran insuficientes o simplemente inadecuados ya que no permitían la agregación de variables, la existencia de variables no cuantificables, ni la integración de parámetros biofísicos con procesos sociales y económicos.

El Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) se puede utilizar para evaluar comparativamente la sustentabilidad de distintas unidades de producción, como lo hicieron Priego-Castillo et al. (2009) que citan a Masera *et al.* (2000) diciendo que éste marco es “una herramienta con enfoque sistémico que permite aproximarse a una problemática desde una perspectiva metodológica interdisciplinaria e integral” además de que es un ciclo de evaluación que se repite y puede adaptarse a diferentes niveles de información y capacidades técnicas.

Desde un principio pretende ser un marco de evaluación que sea realmente operativo en campo y que no sólo pueda determinar si un sistema de manejo de recursos es sustentable o no, sino que también pueda proponer mejoras para aumentar la sustentabilidad además de que se realiza con un énfasis en el contexto de los productores campesinos y en el ámbito local. A su vez, busca entender de manera integral las limitaciones y posibilidades del sistema al tomar en cuenta la intersección del ámbito social y económico con los procesos ambientales involucrados. Además, da la posibilidad de comparar entre sistemas (comparación transversal) o entre uno mismo tomando en cuenta sus cambios a lo largo del tiempo (comparación longitudinal) ya que la

sustentabilidad no se puede evaluar sin un punto de comparación. No se puede decir si un sistema es sustentable o no pero sí se puede decir si es más o menos sustentable que otro. Es un proceso cíclico que busca fortalecer la metodología misma y los sistemas de manejo a la vez que promueve la evaluación participativa y la retroalimentación. (Masera *et al.*, 2000).

Su objetivo principal es proponer un marco metodológico para evaluar la sustentabilidad de diferentes sistemas de manejo de recursos naturales a escala local en donde la sustentabilidad contempla la productividad, adaptabilidad, equidad, autodependencia o autogestión, la estabilidad, confiabilidad y resiliencia. Esta evaluación sólo es válida si para el o los sistemas de manejo están determinados el lugar geográfico, contexto social y político, la escala espacial y temporal.

Al final la información obtenida se integra utilizando técnicas de análisis multicriterio con la finalidad de emitir juicios de valor y brindar sugerencias.

Pasos a seguir

1) Objetivo

Al igual que en las metodologías anteriores lo primero es la **determinación del objeto de la evaluación**, aquí se identifica y define el o los sistemas de manejo a evaluar, sus características y el contexto socio ambiental en donde están inmersos, así como las escalas espacial y temporal de la evaluación.

Se deben caracterizar el sistema de manejo de referencia (tradicional o convencional) y el alternativo. En la Tabla 5 se tienen los principales determinantes para hacer dicha caracterización de acuerdo al “Marco de Evaluación MESMIS” elaborado por Masera *et al.* (2000).

Determinantes	Descripción
Biofísicas	Clima, precipitación
	Suelo
	Vegetación original
	Características fisiográficas (Pendiente, elevación, etc.)
Tecnológicas y de manejo	Tipo de especies y principales variedades manejadas: cultivos agrícolas, manejo forestal y pecuario.
	Organización cronológica: calendario, frecuencia, sucesión de cultivos y arreglo espacial (monocultivo, policultivo)
	Prácticas de manejo (tipo, calendario)
	Tecnología empleada (manual, mecanizada, tracción animal, mixta)
	Manejo de suelos: prácticas de preparación (tipo de labranza) y fertilidad (fertilización química, abonos orgánicos, mixto)
	Manejo de insectos plaga, arvenses y enfermedades: manejo integral de plagas (MIP), uso de plaguicidas, control biológico, labores culturales
	Subsistema de cultivos: p. ej. cultivo anual en rotación, policultivos, etc.
	Subsistema forestal: manejo selectivo, cortas de regeneración, manejo de árboles padre, tipo de regeneración (natural o plantación)
Subsistemas agro-silvo-pastoriles (tipo de conexiones entre los subsistemas)	

Socioeconómicas y culturales	Características de los productores y unidad de producción:
	Nivel económico
	Etnia
	Objetivo de la producción (subsistencia, ingresos, ambos)
	Escala de producción (tamaño de la unidad productiva)
	Tipo de unidad (familiar, empresarial, mixta)
	Número de productores que constituyen la unidad de análisis
	Características de la organización para la producción:
	Tipo de organización (comunitaria, ejidal, ONG, unión de créditos, cooperativa, empresa, etc.)

Tabla 5. Principales determinantes para caracterizar a los agroecosistemas (sistemas de manejo)

Adaptación del cuadro elaborado por Masera et al. (2000)

Para los estudios longitudinales se debe caracterizar el sistema antes y después de las modificaciones. Idealmente el alternativo o modificado tiene que ya tener algunos años con las innovaciones para que se noten de manera evidente sus efectos. Estos estudios se pueden realizar tomando como referencia al mismo sistema del pasado (retrospectivos) o pueden llevarse a cabo comparando la información actual con una versión futura del mismo (prospectivos). En este punto Masera *et al.* (2000) ratifican la importancia de utilizar técnicas participativas para obtener un mejor entendimiento de las características importantes de los sistemas de manejo, así como de sus relaciones con otros sistemas, además, como se menciona en ACV, la definición del objeto de estudio y escala de evaluación se pueden ver condicionadas por las técnicas, logística, situación económica, entre otros, del equipo evaluador. Debido a lo anterior, en algunos casos es recomendable iniciar por una evaluación pequeña que abarque sólo una parte del sistema (subsistema) para que cuando se cuenten con más recursos sea posible ampliar el análisis.

2) Puntos críticos

Se determinan los puntos críticos que puedan incidir en la sustentabilidad de los sistemas a evaluar. Ya que están claramente definidos los sistemas a estudiar es importante analizar los posibles puntos críticos, con esto los creadores del MESMIS se refieren a “los aspectos o procesos que pueden limitar o fortalecer al sistema en términos de productividad, estabilidad, resiliencia, adaptabilidad, confiabilidad, autogestión y equidad”.

Tanto los puntos débiles como los fuertes del sistema pueden ser factores ambientales, técnicos, sociales o económicos.

De acuerdo a los autores, la mejor manera de obtener estos puntos críticos es mediante discusiones grupales entre los evaluadores y los productores del sistema. Para esta fase del análisis se recomiendan como herramientas los diagramas de flujo.

Los puntos críticos son indispensables ya que ayudan a centrar y dimensionar el problema a la vez que su identificación permite fortalecer las propuestas alternativas. Una vez identificados los puntos críticos del sistema es importante relacionarlos con los diferentes atributos de sustentabilidad, un mismo punto crítico se puede relacionar con varios atributos.

3) Criterios de diagnóstico e indicadores

Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores. Se eligen los indicadores estratégicos según los criterios de diagnóstico y se busca que estos permitan evaluar el grado de sustentabilidad de los sistemas.

Ya que hemos determinado nuestro problema de estudio y los puntos críticos, se procede a identificar los diferentes criterios de diagnóstico e indicadores. Los primeros suelen ser

clasificados según el área de evaluación: Ambiental, económica o social. Aquí cabe resaltar que muchas veces para cubrir adecuadamente un criterio de diagnóstico es necesaria la información de un conjunto de indicadores. Así mismo, si no se tiene información precisa cualitativa, entonces los criterios de diagnóstico pueden llegar a ser utilizados como indicadores.

Un indicador describe un proceso específico, así que algunos indicadores apropiados para un sistema pueden no serlo para otro. En realidad, los indicadores concretos dependerán de las características específicas del problema a estudiar, de la escala del proyecto, el tipo de acceso y la disponibilidad de datos. Es por ello que no se puede tener una lista de indicadores universales, sin embargo sí se cuenta con una lista de características que se espera cumplan todos los indicadores. Entre ellas encontramos el ser integradores, fáciles de medir y monitorear, estar basados en información confiable, ser sencillos de entender, entre otras.

Indicadores económicos

Dentro de la parte económica, para evaluar la rentabilidad normalmente se utiliza como indicador el análisis de costo beneficio de donde se derivan tres indicadores principales: La relación Beneficio Costo (B/C), El Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Pero todos estos indicadores presentan debilidades que hacen que no se puedan usar por sí solos para representar la sustentabilidad de un sistema ya que todo indicador tiene distintos alcances y limitantes. Es por ello que en la evaluación se pueden incluir diversas opciones como indicadores. Por mencionar algunos tenemos:

Costo de inversión (Cuánto dinero se utiliza inicialmente)

Retorno económico (ganancia)

Indicadores de empleo

Acceso a seguro contra siniestros

Grado de endeudamiento

Indicador de diversificación de actividades productivas (Por ejemplo, depender solo de un cultivo es más arriesgado pues la llegar una plaga se podría perder en su totalidad el cultivo y con el la inversión y posible ganancia)

Indicadores ambientales

Aquí se busca saber acerca de la capacidad de los sistemas para ser productivos y sustentables. Interesa conocer el estado del medio, así como las maneras en las cuales se pueden prevenir impactos y proteger para evitar su degradación. Algunos de estos indicadores se mencionan a continuación:

Rendimientos (por cultivo o de la biomasa total por cultivo)

Evolución y variación de rendimientos (trata de estimar la estabilidad y confiabilidad del sistema en caso de plagas, enfermedades o siniestros)

Indicadores de contaminación o degradación de recursos naturales.

Eficiencia energética (salidas / entradas)

Grado de dependencia de insumos externos (relación entre productos obtenidos e insumos externos)

Índice de diversidad biológica (número de especies y variedades manejadas)

Captura de carbono (cuánto CO₂ agrega o quita de la atmósfera)

Indicadores sociales

Tienden a ser cualitativos por lo que a veces es difícil definirlos de manera muy precisa pero no por ello dejan de ser de suma importancia; algunos indicadores relevantes son los siguientes:

Beneficiarios del sistema: estima el acceso social de los sistemas propuestos; número de beneficiados.

Mecanismos de resolución de conflictos: cuanto más simples y baratos sean, mejor será su funcionamiento. Es posible usar un indicador binario (sí/no).

Índices de calidad de vida: Estima el impacto sobre las condiciones físicas en las que viven los productores (índice de nutrición, índices de exposición a plaguicidas, índice de intensidad de accidentes de trabajo, tasa de alcoholismo en la población).

Capacitación y generación de conocimiento: incluye los aspectos o mecanismos que ayudan a fortalecer los procesos de aprendizaje de los que manejan el sistema ya que esto puede aumentar las posibilidades de innovación y adaptación a cambios del sistema.

Indicadores de control: ¿Qué tan capaces son los grupos locales de apropiarse y manejar efectivamente los sistemas propuestos? Grado de dependencia de información, insumos y habilidades externas que se relacionen con aspectos críticos del funcionamiento del sistema y la capacidad de negociación ante otros actores como dependencias de gobierno, bancos u ONGs.

Indicadores de participación: Es clave para la autogestión. Grado de involucramiento del grupo objetivo en las fases de toma de decisiones, diagnóstico, diseño e implementación.

Indicadores de organización: Se puede determinar sabiendo el grado de desarrollo de la organización local, su permanencia y su capacidad de cambio. Se busca saber qué tanto fortalecen los proyectos la autogestión local. Es importante saber si existen reglas claras o si hay sanciones por incumplimiento de obligaciones.

No olvidemos que el grado de detalle dependerá del problema que se estudie y de los recursos que compongan los proyectos. En la Tabla 6 se muestra cómo los indicadores se relacionan con sus respectivos criterios de diagnóstico y cómo a cada uno le corresponden distintos métodos de medición.

Atributo	Criterios de diagnóstico	Indicadores	Método de medición
Equidad	Distribución de costos, beneficios y toma de decisiones	Beneficiarios del sistema	Número y tipo de beneficiarios por género, sector social, edad, etnia.
			Proporcionalidad entre costos y beneficios
	Grado de democratización	Mecanismos de distribución del poder en la toma de decisiones	
	Fragilidad del sistema	Capacidad de superar eventos graves	Supervivencia del proyecto después de conflictos, problemas graves o ausencia de financiamiento

Estabilidad; resiliencia; confiabilidad		mecanismos de resolución de conflictos	Tipo, complejidad, grado de aplicación efectiva; sanciones por incumplimiento de obligaciones
	Calidad de vida	Índices de calidad de vida	Índice de nutrición; de salud; escolaridad; esperanza de vida
Adaptabilidad	Capacidad de cambio e innovación	Capacitación y generación de conocimientos	Tipo y frecuencia de la capacitación; mecanismos de difusión del conocimiento entre miembros (campesino a campesino)
		Asimilación de innovaciones	Adopción o adaptación de los cambios en los diferentes aspectos de la vida; apropiación de éstos por la comunidad
Auto dependencia Autogestión	Participación	Involucramiento de productores en el diseño, implementación y monitoreo del sistema	Número y frecuencia de participantes en cada fase
	Control	Derechos de propiedad (individuales o colectivos) reconocidos	Tipo de tenencia de la tierra, reglas sobre el uso y disposición de los recursos
		Poder de decisión sobre aspectos críticos del sistema de manejo	Control local sobre precios y abasto de insumos o productos; acceso a maquinaria
Organización		Existencia de asociaciones para compra de insumos o venta de productos, cooperativas, uniones de crédito	

	Tipo, estructura y permanencia de las organizaciones locales	Reglas y sanciones para la toma de decisiones colectivas
Nota:	El nivel de evaluación más importante de los indicadores sociales es la unidad de producción (familia, grupo) y la organización. Varios de los indicadores más complejos pueden medirse como indicadores binarios (existe o no) o bien en una escala cualitativa (alto, medio, bajo).	

Tabla 6. Adaptación de "Indicadores sociales genéricos"

Masera *et al.*, 2000

Conjunción de indicadores

Una vez que se tienen los indicadores estratégicos de cada área de evaluación, se recomienda elaborar un cuadro resumen para tener una idea más completa del análisis y revisar posibles interrelaciones entre los criterios de diagnóstico y los indicadores de las diferentes áreas, así como para ver si hay algo que se pueda simplificar del análisis o incluir para tener una visión que cubra todos los puntos críticos identificados y los atributos de sustentabilidad. Un ejemplo se muestra en el libro *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales: El marco de evaluación MESMIS*. Masera *et al.*, 2000.

4) Medición y monitoreo de los indicadores

Se diseñan los instrumentos de análisis para con ellos poder medir y monitorear los indicadores y así obtener la información deseada. En este caso el objeto o escala de medición es el que determinarán el tipo de indicador más adecuado para la evaluación. Entre los diferentes métodos que existen tenemos:

- Entrevistas
- Revisión bibliográfica. Con ella se busca establecer tendencias en el comportamiento de los indicadores.
- Mediciones directas
- Establecimiento de modelos experimentales para medición de datos
- Modelos de simulación
- Encuestas
- Técnicas grupales

5) Presentación e integración de resultados

Aquí se compara la sustentabilidad de los sistemas de manejo analizados, se indican los principales obstáculos para la sustentabilidad, así como los aspectos que más la favorecen. Se pasa de recopilar datos a sintetizar información y para ello se debe buscar una forma de presentar los resultados de manera transparente. Lo difícil es condensar los datos ya que la información obtenida tenderá a ser de tipos muy variados y por ende difícil de agregar, comenzando por la característica cualitativa y cuantitativa que presentan distintos índices. El análisis de la sustentabilidad se enfrenta a 6 retos principales:

- Criterios de decisión imprecisos
- Datos mixtos
- Datos inconmensurables
- Interrelación entre los atributos e indicadores de sustentabilidad
- Dificultad en discriminar entre indicadores cercanos

- Dificultad para realizar una jerarquización u ordenamiento de las diferentes opciones

Es por ello que se recomienda:

- 1) Conjuntar los resultados por indicador y sistema en una sola tabla o matriz.
- 2) Determinar umbrales o valores de referencia para cada indicador.
- 3) Construir índices por indicador a partir de los valores de referencia o umbrales (cualitativos o cuantitativos).
- 4) Presentar los resultados de manera conjunta (gráficas, tablas) utilizando técnicas de análisis multicriterio.
- 5) Examinar las relaciones entre indicadores (retroalimentación)

En algunos casos se pueden buscar valores de referencia generales utilizados en la literatura, pero para ciertos indicadores es simplemente imposible o inadecuado. En esos casos es indispensable buscar datos específicos para la región.

6) Conclusiones y recomendaciones.

Aquí se proponen sugerencias para fortalecer la sustentabilidad de los sistemas de manejo, así como para mejorar el proceso de evaluación. Para ello, el equipo evaluador deberá de hacer uso de técnicas participativas con los productores, técnicos, investigadores y demás individuos involucrados en la evaluación. Al final, se busca presentar una **valoración** de cómo se compara el sistema de referencia con el alternativo en cuanto a su sustentabilidad y una **discusión** de los elementos principales que permiten o impiden al sistema alternativo mejorar su sustentabilidad con respecto al sistema de referencia.

A su vez, es importante hacer un análisis del proceso mismo de evaluación con el fin de mejorar la metodología y así pasar a la **Presentación de recomendaciones** para mejorar el perfil socio ambiental de los sistemas. Se puede ir jerarquizando la necesidad de cambios y acciones para el futuro, tomando en cuenta las necesidades y prioridades de los diferentes actores involucrados en el sistema de manejo (productores, técnicos, investigadores y tomadores de decisiones).

¿Que se puede obtener del MESMIS para esta propuesta?

Dentro de MESMIS el objeto o escala pueden ser la parcela, la unidad productiva, la comunidad y la cuenca o región. Para este trabajo lo podemos adaptar según el beneficiario: el individuo, la unidad familiar, algún establecimiento, empresa o negocio, una comunidad, una región y tal vez hasta un Estado. Además, dependiendo de la ecotecnia y los impactos a medir, el tipo de monitoreo necesario para cada indicador puede variar, en algunos casos será necesario hacer un monitoreo continuo a lo largo de un periodo determinado, mientras que para otros, el tomar información en una sola ocasión puede ser suficiente.

Sin importar la ecotecnia que se esté evaluando o el tipo de estudio que se lleve a cabo (longitudinal o transversal, prospectivo o retrospectivo), el uso de técnicas participativas con los usuarios y evaluadores es indispensable para lograr un entendimiento mayor de los posibles impactos que su uso esté generando, así como las características importantes a tomar en cuenta en la evaluación de impactos y así poder tener recomendaciones para la mejora de futuras implementaciones.

A su vez, se mencionan las siguientes citas consideradas importantes y relevantes para la propuesta metodológica de medición de impactos.

Masera *et al.*, (2000):

“Desde la parte social se trata de poner en marcha un proceso socialmente activador que dé las condiciones para que los participantes se conviertan en los protagonistas de su propio futuro”.

“Se requiere de identificar una serie de propiedades o atributos generales de los agroecosistemas sustentables puesto que estos atributos servirán de guía para el análisis de los aspectos relevantes del sistema y para derivar indicadores de sustentabilidad durante el proceso de evaluación”

Tres preguntas básicas que debe contestar un marco de evaluación:

¿De qué elementos consta la evaluación?

¿Cómo se llevará a cabo?

¿De qué manera se presentarán, integrarán y aplicarán los resultados para mejorar el sistema evaluado?

Priego-Castillo *et al.* (2009):

“Para saber si un programa o tecnología logra impactar positivamente a los productores, o en este caso usuarios, es necesario que se evalúe”.

Por su parte, Priego-Castillo *et al.* (2009), evaluaron la sustentabilidad de la producción de cacao orgánico mediante un enfoque integrador y con especial énfasis en el análisis de las

dimensiones económicas, ambientales y sociales a la vez que utilizaron un enfoque de sistemas al igual que pretendemos hacer en este trabajo.

A su vez, es importante retomar su carácter comparativo ya que, como Masera *et al.*, (2000) lo mencionan, esto permite identificar qué opciones son más sustentables, así como los puntos críticos que al combinarse con la estructura cíclica vuelven este proceso de evaluación una herramienta muy valiosa para la planeación de futuros sistemas o sus mejoras.

Dentro de la metodología MESMIS se menciona que el estudio puede hacerse prospectivo o retrospectivo característica que también puede aplicar a estudios de impacto por uso de ecotecnias. Esto significa que ambas comparaciones se pueden hacer tanto con fines de planeación para proponer la implementación, así como para evaluar ecotecnias ya implementadas y en uso.

Para la primera no habría que completar todos los pasos y no se podría entrevistar o encuestar a los usuarios para evaluar el impacto que ellos experimentan ya que aún no los habrían vivido, sería algo teórico pero lo que se podría hacer es tomar la experiencia de otros casos ya implementados para hacer una estimación de los impactos esperados, aún así es importante resaltar que este trabajo no se enfocará en estudios prospectivos como tal sino que más bien se espera que con los resultados que se obtengan de la aplicación de esta propuesta metodológica sea posible hacer estudios prospectivos de mayor calidad en el futuro. En otras palabras, éste trabajo se enfoca en estudios retrospectivos para analizar los impactos de ecotecnias ya implementadas y en uso.

Comparativa de las tres metodologías revisadas

Por último, como un resumen del apartado de herramientas existentes, en el que abordamos las tres metodologías de evaluación, en la siguiente tabla podemos apreciar los aspectos adaptables a la metodología propuesta y cuáles son las limitantes para adaptar ciertos aspectos de estas metodologías a la medición de impactos por el uso de ecotecnias.

Metodologías	Aspectos adaptables	Limitantes
EIA	<ul style="list-style-type: none"> -Los impactos sociales no se pueden disociar. -Herramienta para informar a los tomadores de decisiones. -Se determina la importancia de los impactos y su magnitud, Matriz de Leopold, Clasificación. -Considera alteraciones perjudiciales y positivas. -Listas de revisión con los posibles efectos negativos. <p>Podría tomarse esta idea con listas de los posibles impactos para cada ecotecnia, pero desde un a perspectiva de cómo podría mejorar o empeorar la situación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Se enfoca en proyectos que dañan el ambiente y no es proyectos que busquen mejorar la condición ambiental. -Parte de que se van a generar alteraciones y es importante conocer las consecuencias de estas mismas y el cómo hacerlas lo menos perjudiciales posibles sin pensar en no realizar el daño desde un principio. -Está diseñada para evaluar grandes proyectos.
ACV	<ul style="list-style-type: none"> -Es una metodología de análisis comparativo. <p>Primero se definen objetivos y alcances.</p> <ul style="list-style-type: none"> -De entrada, se recopilan datos y se hace un análisis preliminar de todos los intercambios ambientales involucrados en el sistema. -Al evaluar los impactos los divide por categorías e incluso se les asignan unidades de referencia y 	<ul style="list-style-type: none"> -Evalúa impactos de la producción, vida y disposición de un producto específico. -Es fundamentalmente de carácter industrial, piensa en el producto y la eficiencia más que en sus implicaciones sociales. -Mide principalmente impactos

	<p>factores de caracterización.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Proceso en constante autoevaluación y retroalimentación. -Certificación de productos para hacerlos más competitivos en el mercado. -Los resultados dependen de la disponibilidad de algunos datos -Distintos contextos diferentes resultados. -Ya que los sistemas analizados son complejos y diversos es difícil reducir los resultados a una clasificación general o número. 	<p>negativos.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Enfocado en mejorar el desempeño ambiental de productos o servicios. -No suele enfocarse en los aspectos económicos ni toma en cuenta los impactos positivos. -Los resultados de análisis de impactos pueden ser algo difíciles de comprender para personas que no están familiarizados con la terminología.
MESMIS	<ul style="list-style-type: none"> -Integración de parámetros biofísicos con procesos sociales y económicos. -Es un ciclo de evaluación que se repite y puede adaptarse a diferentes niveles de información y capacidades técnicas. -La escala del objeto de estudio es adaptable. -Retroalimentación constante. -Se puede utilizar para evaluaciones comparativas transversales y longitudinales (retrospectivos y prospectivos). -Se realiza con un énfasis en el contexto y el ámbito local. 	<ul style="list-style-type: none"> -Trabaja con sistemas productivos. -El enfoque es evaluar la sustentabilidad. -Los sistemas productivos suelen estar compuestos por varios subsistemas y por ende son complejos -La forma en la que se presenta la relación entre atributos, criterios de diagnóstico, indicadores y método de medición me parece un tanto adaptable y aunque como tal lo creo se pueda usar para evaluación de impacto por el uso de ecotecnias, pero tal vez para identificar qué tan viable sería implementar proyectos de ecotecnias en diferentes

	<ul style="list-style-type: none"> -Tienen que estar determinados el lugar geográfico, contexto social y político, la escala espacial y temporal. -El usuario como protagonista. -Se deben de caracterizar el sistema de referencia y el alternativo. -Es importante utilizar técnicas participativas. -Varios indicadores complejos pueden medirse de forma binaria (existe o no) o en una escala cualitativa (alto, medio, bajo). -Distintas formas en las que se pueden medir los indicadores. -Dificultad para condensar y agregar datos mixtos -Su presentación e integración de resultados. 	comunidades.
--	---	--------------

Tabla 7. Cuadro comparativo de los aspectos compatibles con mi propuesta de evaluación de impacto por el uso de ecotecnias y sus limitaciones.

Elaboración propia., 2020.

Encuestas vía email a organizaciones que trabajan ecotecnias

Estas encuestas se realizaron en 2018 en conjunto con otra tesista dentro del mismo laboratorio de ecotecnología perteneciente al Instituto de investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES) de la UNAM, llamada Fernanda Melchor y juntas encuestamos a varias organizaciones que trabajan con ecotecnologías. Ella estaba en ese entonces trabajando con su tesis de implementación de ecotecnias así que algunas de las preguntas estaban enfocadas más en su tema por lo que a continuación procuré solo incluir las preguntas relacionadas con este trabajo y no el total de preguntas que se realizaron. La idea fue ver si distintas organizaciones en el país evaluaban impactos, cuáles y cómo lo hacían. En la Tabla 8 se muestra la información general de cada organización entrevistada.

Nombre	Descripción	Teléfono	Correo	Página
DOCOVARS: Energías renovables – ecotecnologías	Empresa a la vanguardia en ecotecnologías y sistemas de energía renovable que manejan paneles fotovoltaicos, sistemas de iluminación eficiente, deshidratadores solares de fruta, estufas solares, entre otras ecotecnias. Colonia el Rosario, Ciudad de México.	55 2086 1900	docovars mexico @gmail. com	https://www.facebook.com/docovars/?ref=page_internal
Isla Urbana	Grupo interdisciplinario de diseñadores, urbanistas, ingenieros, antropólogos, educadores y artistas dedicados a demostrar la viabilidad de la captación de lluvia en México y así contribuir a la sustentabilidad. Sus oficinas se encuentran en la Delegación Coyoacán, Ciudad de México.	+52 (55) 5446- 4831	info@isl aurbana. org	http://islaurbana.org/
GRUPEDSAC Grupo para Promover la	Desde Naucalpan de Juárez, estado de México impulsan el desarrollo sustentable en comunidades rurales y en pobreza, para mejorar su calidad de vida.	(55) 5294 4552	info@grupedsac.org.mx	https://www.grupe.org.mx/

Educación y el Desarrollo Sustentable, A.C.	Promueven una cultura de responsabilidad social y ambiental entre todos los sectores de la Sociedad. Cuentan con proyectos enfocados a la economía solidaria, el agua, los alimentos, la vivienda, energía y manejo de residuos.	(55) 5294 0985		
	Se compone de 7 socios, de diferentes profesiones, antropólogos, biólogos, etc. y un cuerpo técnico de diferentes disciplinas. Desde 2005, trabaja también en la subcuenca del río Pixquiac. Apoyo en la creación del Comité de Cuenca del río Pixquiac (COCUPIX) y ha participado en el Programa de Compensación por Servicios, el de Acuerdos por Nuestra Agua (ANA), entre otros. Desde 2014 también trabaja en las subcuencas de Texolo y Huehueyapan (municipio de Xico), desarrollando la línea de agroecología y es miembro del Consejo Ciudadano Cuenca Xiqueña, una instancia de participación local para promover buenas prácticas productivas y del cuidado del ambiente. Su trabajo se centra en 6 ejes: Formación y fortalecimiento de capacidades, Agroecología, Bosques y Agua, Economías Circulares, Comunicación y Fortalecimiento institucional.	228 812 3892	sendas_a c@yaho o.com.m x	https://sendas99.wordpress.com/ https://www.facebook.com/sendas.ac/about/?ref=page_internal
Bicimáquinas	Es una pequeña empresa de Jalisco conformada por un grupo interdisciplinario que encontró en las bicimáquinas una alternativa que les ayuda a despertar la conciencia de cuidado y respeto al ambiente mientras que promueve el uso de tecnologías sustentables e impulsan una forma de vida más solidaria con el planeta. Buscan ayudar a gente, tanto de áreas rurales como urbanas, a resolver sus tareas cotidianas empleando su propia energía para echar a andar diferentes aparatos como licuadoras, desgranadores, bombas de agua, molinos, etc.	Celular : +52 (33) 31 43 69 42 Oficina +52 (33) 31 09 86 45	info@bicimaquinas.com	http://bicimaquinas.com/

Tabla 8. Información de las organizaciones entrevistadas.

Preguntas:

- ¿Qué ecotecnia(s) son las que trabajan?
- ¿Después de implementar las ecotecnias se les da algún tipo de seguimiento?
- ¿Perciben algún impacto de las ecotecnias implementadas?
- Si es así, ¿Cuáles son dichos impactos y cómo podrían medirse?

Respuestas:

Para poder presentarlas de una manera más ordenada, se elaboró la Tabla 9. Cada apartado equivale a las respuestas de una de las preguntas anteriores en el mismo orden.

Preguntas	Respuestas
1) DOCOVAR: Energías renovables - ecotecnologías	
Ecotecnias	<ul style="list-style-type: none"> - Calentadores solares térmicos de tubos evacuados de boro-silicato y de placa plana - Sistemas solares fotovoltaicos interconectados y aislados - Fertilizantes orgánicos de Biosustenta - Estufas solares Go Sun y parabólico - Captación pluvial - Sistemas de iluminación LED - Deshidratadores solares
Seguimiento	<p>Dependiendo de la ecotecnología se dan seguimientos específicos, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A los calentadores solares, cada dos años se les debe cambiar la barra de magnesio interna del tanque para evitar la corrosión interna de éste.

	- A los sistemas solares fotovoltaicos aislados se les debe cambiar la batería cada cierta cantidad de años dependiendo de los tiempos de vida indicados por los fabricantes, etc.
Percepción de Impacto	Totalmente, desde ahorro en la economía de las familias, en mitigar gases de efecto invernadero y cuidar el planeta, así como también sentir que llevan una vida más saludable.
Impactos y posible medición	Ahorro económico, análisis de cuánto gastaban al bimestre y cuánto gastan ya que se implementó la ecotecnología. Ahorro monetario, retorno de inversión por compra del sistema, analizar la eficiencia de usar menos combustible energía eléctrica o recurso hídrico.
2) ISLA URBANA	
Ecotecnias	- Sistemas de Captación de Lluvia (Urbanos y rurales). Especialidad: sistemas residenciales o escolares.
Seguimiento	El cambio de paradigma hacia un abasto de agua sustentable basado en la lluvia se alcanza cuando una familia adopta dicha práctica y hace suya la ecotecnología. Para lograrlo se le da seguimiento a cada uno de los sistemas instalados, esto con el fin de verificar que se esté dando el uso y mantenimiento adecuado, además de resolver dudas y aprovechar dicho seguimiento para la mejora del propio sistema.
Percepción de Impacto	Los impactos cualitativos son perceptibles en las llamadas de seguimiento. En el último año se ha reportado la adopción del 95% de los sistemas. Se han recibido una serie de felicitaciones al proyecto.
Impactos y posible medición	Se reportan beneficios como: - La disminución del estrés emocional por la obtención del recurso - Fortalecimiento del sentido de comunidad al ser capaces de compartir agua con los vecinos en momentos de crisis (como sucedió en el pasado terremoto del 19 de septiembre) - Reconexión con los ciclos hídricos naturales. - Revalorización de la lluvia. - Disminución en la cantidad de pipas que requieren anualmente que se traduce en ahorro económico. - Disminución del tiempo invertido en acarrear agua, resulta en mejora de calidad de vida.

Aún al analizar sistemas unifamiliares se habla de beneficios sistémicos potenciales de la captación de lluvia, que aún no son cuantificados en estudios:

- Disminución de milímetros cúbicos dirigidos al drenaje al momento de lluvia tempestuosa, ya que en lugar de contaminarse y revolverse con la carga del drenaje, la lluvia se dirige a las cisternas.
- Reducción de la explotación de la demanda del acuífero.
- Ahorro energético que es utilizado para bombear agua cientos de kilómetros hacia los hogares.
- Además se habla de una reducción de CO₂ en la atmósfera por disminuir el tránsito de pipas dentro de las ciudades.

En contextos rurales altamente marginados, los sistemas de captación han disminuido enfermedades estomacales infecciosas. Lo cual ha sido reportado por los centros de salud comunitarios.

Sistemas instalados: 8,000

Derechohabientes: 56,000

Millones de Litros Cosechados Anualmente: 346

Pipas de Agua Ahorradas: 43,200

3) Grupo para Promover la Educación y el Desarrollo Sustentable, A.C.

GRUPEDSAC

Ecotecnias

- SCAAP (Sistema de captación y almacenamiento de agua pluvial) con cisternas de ferrocemento y capuchinas estándar de 10,000L y 20,000L de capacidad respectivamente
- Cultivos biointensivos de traspatio (para proyectos sociales)
- Cunigallinero (espacio para la producción de huevo, carne de gallina y carne de conejo, según la intención de producción, podrían también producirse pollitos para la repoblación de los espacios)
- Sanitarios secos composteros y “popostas” (compostas de heces)

- Biofiltro (lavadero ecológico) para tratamiento de aguas grises
- Biodigestor para el procesamiento de estiércoles (producción de biogás y fertilizantes)
- SUTRANE (Sistema unitario para el tratamiento de aguas, nutrientes y energía) compuesto por biodigestor, trampa de grasas y filtro biofísico para tratamiento de aguas negras y grises procedentes de sanitarios de arrastre, pueden combinarse con tazas de un litro de agua de descarga
- Estufas eficientes de leña (diversos modelos, Lorena, Patsari, Onil, Rocket, Xántico con o sin calentador de agua)
- Estufas solares (parabólicas y portátiles)
- Calentadores solares de agua
- Presas keyline, curvas a nivel y zanjas de infiltración, plantación de magueyes, nopales, pastos o árboles en los bordos
- Técnicas varias de bioconstrucción (cob/adobe, tierra compactada, pacas de paja en técnica Nebraska o francesa, ferrocemento, paja-rcilla, bahareque, techos de madera/carrizo/tierra/lámina, techos de pasto-zacatón)
- Bicicleta generadora de energía eléctrica
- Sistemas fotovoltaicos, eólico-voltaicos o híbridos
- Bomba de mecate o de pistón
- Módulos de agua segura (en alianza con Fundación Cántaro Azul)
- Deshidratadores solares y ahumadores
- Técnicas de procesamiento de animales.

Seguimiento

Siempre que el financiamiento lo permite, y aun cuando no es así, el equipo operativo de proyectos destina tiempo al seguimiento, retroalimentación y asesoría a la población atendida, aunque por obvias razones, la frecuencia y periodicidad de esta tarea se vuelve menos frecuente y más extensa.

Percepción de Impacto	<p>“Por supuesto. De inicio el proveer de un medio para el acceso a servicios/recursos básicos puede cambiar las dinámicas de vida de las personas, por ejemplo, pasar de no disponer de agua y tener que acarrear a diario, tener que lavar en el río o manantial y cargar con ropa (primero seca, y luego húmeda), bañarse y a los niños (ese mismo día todo) a tener en casa una fuente de agua (además “recargable”) que permita no sólo llevar a cabo todas esas actividades sin salir de casa ni recorrer largos caminos, sino además usarse para actividades productivas (riego de huertos y producción pecuaria de pequeñas especies). Es así con todas y cada una de las demás ecotecnias, por supuesto algunas no son tan importantes ni resuelven carencias tan apremiantes, pero todas tienen algún efecto inmediato e impacto a largo plazo en las poblaciones atendidas”.</p>
Impactos y posible medición	<p>Ahorro de tiempo y esfuerzo</p> <p>La medición puede hacerse por supuesto con indicadores de efecto e impacto, cuantitativos y cualitativos (con sistemas de indicadores), pudiendo incluir metodologías de evaluación tipo SROI², IRIS³, u otras.</p>
4) SENDAS	

² SROI. El **Retorno Social de la Inversión (SROI)** es un método que añade principios de medición del valor extra-financiero en relación a los recursos invertidos, es decir, el valor social y ambiental que actualmente no se refleja en las cuentas financieras convencionales, que está desarrollado a partir de un análisis tradicional de costo-beneficio y la contabilidad social, siendo un enfoque participativo que permite capturar en forma monetaria el valor de una amplia gama de resultados, tengan éstos un valor de mercado o no. El análisis SROI produce un relato de cómo una organización, programa, proyecto, iniciativa, etc., crea valor (teoría del cambio) y un coeficiente que indica cuánto valor total en euros se crea por cada 1€ invertido.

Este coeficiente SROI es una comparación entre el valor generado por una iniciativa y la inversión necesaria para lograr ese impacto.

Fuente: [https://foroinnovacionsocial.wordpress.com/2013/06/09/el-retorno-social-de-la-inversion-sroi/#:~:text=El%20Retorno%20Social%20de%20la%20Inversi%C3%B3n%20\(SROI\)%20es%20un%20m%C3%A9todo,a%20partir%20de%20un%20an%C3%A1lisis](https://foroinnovacionsocial.wordpress.com/2013/06/09/el-retorno-social-de-la-inversion-sroi/#:~:text=El%20Retorno%20Social%20de%20la%20Inversi%C3%B3n%20(SROI)%20es%20un%20m%C3%A9todo,a%20partir%20de%20un%20an%C3%A1lisis)

³ IRIS: The Impact Reporting and Investment Standards. IRIS ofrece unos indicadores de desempeño social, medioambiental y financiero para la definición, el seguimiento y la presentación de información sobre el desempeño del capital de inversión. Puede utilizarse la biblioteca de indicadores de IRIS para elaborar informes similares a los informes financieros tradicionales pero con información adicional sobre el desempeño social y medioambiental. IRIS está principalmente orientado a inversores en fondos, inversores directos y compañías entre cuyos motores principales destaca su impacto social o medioambiental. IRIS ofrece una biblioteca de términos habituales en los informes que pueden utilizarse para describir de manera exhaustiva el desempeño de una organización. Fuente: <http://www.intracen.org/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=60258>

Ecotecnias	<ul style="list-style-type: none"> - Estufas ahorradoras de leña - Sanitarios secos composteros de dos cámaras - Entramado de raíces para limpiado de aguas grises - Biodigestores para excretas de cerdos - Captación de agua de lluvia - Sistemas fotovoltaicos de electricidad doméstica y para energizar cercos eléctricos para manejo de ganado - Construcción con barro, bahareque incorporando bambú
Seguimiento	<p>Pocas veces y de manera no sistemática se da seguimiento, este es una de las principales carencias del trabajo desarrollado por SENDAS A.C., muchas veces debido a que los proyectos que financian no cubren las actividades de seguimiento. También es cierto que nuestro equipo no suele incorporar el seguimiento como parte del ciclo de los proyectos. Este es uno de los factores de mayor limitación para el éxito, adopción y difusión de los resultados de los proyectos de ecotecnias de nuestra organización.</p>
Percepción de Impacto	<p>El impacto logrado es muy limitado si se le compara con los esfuerzos y recursos invertidos, probablemente porque las ecotecnias nunca han sido el eje o línea central de trabajo de SENDAS, siempre han sido líneas de trabajo secundarias y por lo tanto nunca hemos asignado personal exclusivamente a este trabajo, ni hemos desarrollado una metodología específica para la promoción y seguimiento a los proyectos.</p>
Impactos y posible medición	<p>La forma de medir estos impactos es contabilizando las personas/familias que han adoptado las técnicas y/o se han acercado buscando asesoría.</p> <p>Haría falta desarrollar instrumentos más finos/elaborados para captar la percepción sobre los problemas ambientales y la posible transformación de las percepciones como resultado de la participación en los proyectos de ecotecnias.</p>
5) BICIMÁQUINAS	
Ecotecnias	Bicimáquinas, máquinas que funcionan con pedales.
Seguimiento	Sí se le da un seguimiento mientras el usuario comienza a usar las Bicimáquinas. Hemos hecho seguimiento desde 2012 en la comunidad de La cañada para ver cuál continúa siendo su experiencia.

Percepción de Impacto	Sí, se percibe impacto, los usuarios nos describen sus experiencias de uso, de reparaciones, de cantidad de producto procesado, en la Cañada una familia desgrana 20 toneladas de Maíz pozolero por temporada, no les quiebra el grano nuestro bicidesgranador, y eso es de mucho valor para ellos.
Impactos y posible medición	No tenemos alguna herramienta para medir el impacto.

Tabla 9. Compilación de las respuestas de las organizaciones encuestadas por correo.

Elaboración propia. (2019)

Podemos observar que no hay un consenso por parte de las asociaciones de qué consideran impactos y cómo medirlos. Para algunos es el valor que se le da a la ecotecnología por el usuario, para otros es el número de personas o familias que ahora hacen uso de estas alternativas, el ahorro económico o de inversión de tiempo, la mitigación de GEI, cómo se sienten los usuarios, el porcentaje de adopción, la respuesta de los usuarios, disminución de estrés emocional, fortalecimiento de la comunidad, revalorización de los recursos, ahorro energético, mejoras en la calidad de vida de los usuarios, entre otros. Como ya se ha mencionado y como se puede ver con estas respuestas: hay una gran variedad de impactos a tomar en cuenta y para poder contrastar el trabajo de distintas asociaciones valdría la pena el unificar los impactos y su medición.

Impactos por uso de ecotecnia y su medición

Debido a la gran cantidad de variaciones que se pueden encontrar entre distintas ecotecnia y a la complejidad de analizar absolutamente todos los impactos posibles de cada una, es necesario determinar claramente algunos límites. En este caso se tiene la temporalidad de esta investigación

y las ecotecnias a analizar. Tomando esto en cuenta se hizo la siguiente propuesta de impactos a evaluar.

En la Tabla 10 se indican los posibles indicadores para los impactos generales que se dan por el uso de ecotecnias. Los impactos están divididos en los grupos económico, social y ambiental; por grupo o indicador podemos encontrar un rubro de inferencia. La revisión de metodologías me sirvió para subdividir en indicadores, rubro y unidad además de que me ayudó a pensar en qué términos utilizar para los indicadores. Además, se incluye una propuesta inicial de unidad de medición: para lo económico es más simple transformar los impactos en dinero, pero la gran mayoría de los otros impactos no son tan sencillos.

Posibles Impactos por el uso de ecotecnias				
Grupo	Indicador	Rubro	Unidad	ODS
Económicos	Costo de inversión	Gasto	\$	1
	Costo de mantenimiento		\$	
			Tiempo*	
	Retorno económico	Ganancia	\$	
	Ahorro económico (Recursos/insumos)		\$	
	Independencia / Autosuficiencia	Dependencia	Sí / No	7 y 11

Sociales	Educación ambiental	Formación humana / Concientización	Sí / No	4,11,12
	Mejoras en la higiene / prevención de enfermedades	Salud	Sí / No	3
	Fortalecimiento de vínculos	Difundir y compartir	Sí / No	3 y 11
	Vida Digna	Confort y oportunidades	Sí / No	1,2 y 3
Ambientales	Reducción de Contaminación	Bienestar ambiental	Sí / No	7, 11 y 13
	Reducción de emisión de GEI	Calentamiento global	Sí / No	7, 11,13, 14 y 15
	Reducción de degradación de recursos	huella ecológica	Sí / No	6,11,13, 14 y 15

Tabla 10. Posibles Impactos por el uso de ecotecnias en grupos

Fuente: Elaboración propia. (2019).

*Tiempo también puede pertenecer a los impactos sociales ya que el tiempo ganado que antes se invertía para satisfacer cierta necesidad ahora se puede utilizar no solo para ganar dinero en el caso de miembros de la familia que trabajen, sino que también puede servir para la formación social ya que con ese tiempo se puede estudiar algo o participar en actividades sociales.

No toda ecotecnia tiene los mismos impactos. Los huertos y compostas contribuyen al ODS número 2, Hambre cero.

Con respecto a la última columna, en los últimos años, a nivel mundial, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) han ido cobrando importancia y popularidad a la hora de querer medir y comparar los progresos que se han hecho en pos de alcanzar las metas del desarrollo sostenible proyectadas para 2030 por la Organización de las Naciones

Unidas (ONU) en el 2015. Por su gran importancia internacional se decidió intentar relacionar los impactos de cada indicador con los ODS enlistados a continuación para facilitar el acomodo en la tabla anterior:

1 Fin de la pobreza	10 Reducción de las desigualdades
2 Hambre cero	11 Ciudades y comunidades sostenibles
3 Salud y bienestar	12 Producción y consumo responsables
4 Educación de calidad	13 Acción por el clima
5 Igualdad de género	14 Vida submarina
6 Agua limpia y saneamiento	15 Vida de ecosistemas terrestres
7 Energía asequible y no contaminación	16 Paz, justicia e instituciones sólidas
8 Trabajo decente y crecimiento económico	17 Alianzas para lograr los objetivos
9 Industria, Innovación e infraestructura	

Ya que este trabajo no pretende establecer el cómo medir cada indicador no profundicé mucho en las unidades. La mayoría está con respuesta binaria, por ejemplo: si sí o no contribuye el uso de la ecotecnia a que se tenga mayor autosuficiencia en el hogar o industria, o si la ecotecnia contribuye a la reducción de GEI, etc.

Este es un paso inicial de identificación y medición superficial de impactos, pero en cada rubro se podrían tener unidades de medición más específicas. En vida digna, por ejemplo, se podría subdividir de manera cualitativa en 3 niveles: nada, poco y mucho. Si a cada palabra se le da un valor numérico y con eso se puede hacer un análisis cuantitativo del impacto que se está logrando en cada rubro o sub indicador.

Un trabajo futuro que indique a profundidad el cómo medir cada indicador será necesario y de gran utilidad como complemento de este trabajo.

Como se observa, algunos impactos que se pueden identificar para distintas ecotecnias serían la reducción de contaminantes en cuerpos de agua, la mitigación de emisiones de GEI, la

reducción de contaminación intramuros (hollín), la disminución de la presencia de patógenos (sanitarios secos), la generación de oportunidades locales de empleo y el ahorro económico o de tiempo, entre otros.

Propuesta metodológica: Pasos para evaluar los impactos por el uso de ecotecnias

1) Definición de objetivos y alcances

1. Se decide cuál será la finalidad del trabajo.
2. Se determina el nivel de detalle y hasta dónde llegará el trabajo.

Para ello se toma en consideración los recursos con los que se cuenta para la evaluación de impactos y se define la ecotecnia en cuestión.

2) Conocer la Ecotecnia

1. Describir sus características, componentes, especificaciones y funcionamiento.
2. Identificar cuáles son las necesidades que la ecotecnia suele satisfacer.

3) Identificación de impactos

1. Enlistar los impactos o beneficios esperados para esa ecotecnia en específico.

Para ello hay que considerar la ecotecnia y sus características aprendidas en los pasos anteriores. Se puede basar en tablas por ecotecnia como la Tabla 11, en el caso del baño seco o Sanitario Ecológico Seco (SES)

4) Descripción del contexto

Obtención de datos en campo.

1. Caracterización de los usuarios.

2. Identificación del contexto en el que la ecotecnia está implementada y la línea base, cómo se utiliza y por quiénes.

2.1 Entrevistar o encuestar a los usuarios y preguntarles acerca de su vida antes de la implementación de la ecotecnia.

¿Cómo satisfacían sus necesidades?, ¿Tiempo / dinero invertido?, etc.

5) Medición, clasificación y evaluación de impactos

En esta etapa cumple tres objetivos. Primero, comprobar si los impactos que identificamos son compatibles con la realidad de los usuarios, si en verdad aplican o no a la situación. Segundo, Clasificar o agrupar los impactos. Tres, evaluar: determinar en qué medida se ha logrado cumplir con los impactos esperados de la ecotecnia. Además de la evaluación podemos estimar o calcular el valor de la implementación y uso de nuestra ecotecnología en cuestión.

1. Obtención de datos en campo

1.1 Preguntar por los cambios que les ha traído el uso de la ecotecnia desde su implementación: ¿Qué actividades se han modificaron a raíz del uso de la ecotecnia?, ¿Ha habido cambios en la cantidad de Tiempo o dinero invertido para cumplir con la necesidad que satisface la ecotecnia?, etc.

1.2 Medir impactos

2. Organizar los impactos identificados, analizar y evaluar

Como se puede ver en la Tabla 10, algunos pertenecen al mismo rubro o se pueden medir en una misma unidad, (horas invertidas, dinero, CO₂ eq, litros de agua, etc.). Si calculamos el valor de cada indicador podemos agregarlos en un sólo valor que indique el nivel de impacto positivo o negativo de la ecotecnia en los diferentes rubros

o categorías a considerar como podrían ser salud, ecología, economía, entre otros.

*Paso opcional de acuerdo a los objetivos del evaluador.

En este paso se sintetizan la información obtenida. Es un paso muy importante pero como los datos son de distintos tipos, condensarlos es algo complicado por lo que es recomendable determinar umbrales o valores de referencia, considerar las relaciones entre indicadores y también podría funcionar presentar resultados de manera conjunta, como en gráficas o tablas, utilizando análisis multicriterio.

6) Conclusiones y recomendaciones

En este último paso se encuentra la retroalimentación de la metodología

1. Se presentan los resultados en comparación con el escenario base o de referencia. Los beneficios comparativos respecto a cuando no se contaba con la ecotecnia.
2. De ser el caso, se pueden comentar mejoras a la implementación o uso de la ecotecnia para amplificar los impactos o lograr una mayor cantidad de estos.
3. Con los resultados se puede hacer una discusión de la importancia que el uso de la ecotecnia tiene.

Además, se puede hacer un análisis del proceso mismo de evaluación para mejorar la metodología, incorporar nuevos impactos, formas de medirlos o clasificarlos, nuevas herramientas, etc.

Las ecotecnias y sus impactos

En este apartado se encuentra una serie de tablas que resumen los impactos que podría tener una ecotecnia. Cabe mencionar que los impactos en los que se centró este trabajo son sobre el uso de la ecotecnia. Recordemos, los impactos de este trabajo se relacionan fuertemente con los cambios en la vida del usuario y tanto los posibles beneficios que las ecotecnias brindan al usuario como los que podrían resultar sobre el medio.

Como posibles **Métodos de Análisis de Impacto** podemos encontrar la medición directa: encuestas y entrevistas. Para este trabajo en específico, las mejores herramientas fueron las dos anteriores, después de la investigación bibliográfica. Con todo esto, a continuación se hace la propuesta de **qué impactos medir según cada una** y algunas preguntas que pueden ayudar a obtener la información correspondiente a cada uno.

Es importante recordar que de acuerdo a no sólo la ecotecnia, sino también al contexto en el que ésta se use, algunos impactos podrán aplicar y otros no, de ahí la importancia de conocer la línea base y de la sensibilidad del entrevistador, experiencia y dominio del cuestionario. Por ejemplo, si antes se contaba con una letrina, se harán ciertas preguntas que no se harían si antes sólo se defecaba al aire libre. Los impactos cambian según el contexto y por eso se debe estar preparados para diferentes escenarios y para modificar y mejorar las herramientas.

Sanitarios Ecológicos Secos

Como ya se vio, los baños secos se utilizan para convertir algo que normalmente se ve no sólo como un desperdicio sino como un contaminante (el excremento humano y la orina) en materia útil y limpia usada como fertilizante. Además de que al ser implementado en hogares que antes no tenían un lugar específico para ir al baño, puede traer beneficios a la salud y ser de mayor comodidad para los usuarios.

En África existen programas de voluntariado para ir a elaborar baños secos para familias que suelen defecar al aire libre sin enterrar sus heces fecales. Es una iniciativa que se suele promover para la prevención de enfermedades y para darle una vida más digna a todos. Algunas mujeres que se entrevistaron en comunidades cercanas al Estado de México en 2019, me comentaban cómo se sentían más seguras usando sus baños techados a cambio de ir a la milpa y lo felices que estaban de contar con esta ecotecnia ya que sin importar las condiciones climáticas podían hacer sus necesidades fisiológicas con tranquilidad.

El mantenimiento no siempre es el mismo, pero cuando la cámara de captación de excretas o cámara seca tarda alrededor de seis meses en llenarse, es recomendable mover el contenido con pala al menos unas dos veces para integrar bien el contenido. El resultado final es tierra fértil.

En el caso de los baños secos de cajón, debido al pequeño volumen que pueden contener se suele acompañar al sistema de manejo de excretas con un compostero, por lo que su mantenimiento y manejo suele llevar más tiempo invertido al vaciar el cajón en el compostero de manera regular, opuesto a los de cámara que pueden estar unos seis meses sin moverle.

En algunos casos, el uso de sanitarios secos puede prevenir la contaminación de mantos acuíferos y ecosistemas, mejorar la higiene, contribuir a la economía familiar con su abono y el ahorro hídrico, inclusive puede significar un ahorro en la inversión de tiempo al tener que caminar lejos del hogar para encontrar un lugar entre los árboles en el cual defecar, todo esto cambiará dependiendo de la línea base.

A continuación, se presenta la Tabla 11 con los principales impactos a medir, indicadores y las preguntas que podrían conformar el método de medición que se elaboró con base a experiencia en campo, entrevistas y lecturas.

Sanitarios Ecológicos Secos		
Impactos a medir	Indicadores	Preguntas para obtener la Información relacionada
Ganancia económica	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio en el uso de insumos (Agua/fertilizante) - Aprovechamiento del abono o venta - Costo relativo con respecto al convencional - Cambios en la producción agrícola 	<ul style="list-style-type: none"> ¿Contaba con algún tipo de baño antes? ¿En dónde hacía del baño? ¿Usaba agua para deshacerse de sus residuos? ¿Le costaba conseguirla? ¿Le pagaba a alguna pipa? ¿Cuánto le cuestan los materiales secantes? ¿Qué hace con el abono de su baño? ¿Le representa algún ahorro económico? ¿Cuánto invirtió en su baño? ¿Nota algún olor?
¹ Contaminación / Explotación de recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio en la producción de aguas residuales - Cambio en la presión sobre el recurso hídrico - Cambio en la propagación de malos olores* 	

Beneficios a la salud	<ul style="list-style-type: none"> - Relación con la prevención de enfermedades vinculadas ³ - Cambios en la higiene - Manejo de excretas y orina 	<p>¿Qué miembros de la familia lo usan?</p> <p>¿Qué tanto lo usan?</p> <p>¿Ha notado la presencia de moscas?</p> <p>¿Antes en dónde hacían del baño?</p> <p>¿Qué manejo se le daba a sus excretas y orina?</p>
² Vida digna	<ul style="list-style-type: none"> - Confort o practicidad relativo con respecto al convencional - Cambio en la seguridad del usuario - Ubicación o cercanía ⁴ 	<p>¿Recomendaría su baño?</p> <p>¿Le parece conveniente?</p> <p>¿Antes cómo le hacía para ir al baño?</p> <p>¿Le brinda privacidad y confort?</p> <p>¿Cómo lo describiría en comparación a su método anterior?</p>
Disposición de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> - Inversión de tiempo 	<p>¿Cuánto tiempo invierte en darle mantenimiento?</p> <p>¿Cómo le da mantenimiento? ¿Cada cuánto?</p> <p>¿Cuánto tiempo invierte en conseguir materiales secantes?</p> <p>¿Cuánto tiempo invertía en llegar al baño?</p>

Tabla 11. Posibles Impactos de los sanitarios ecológicos secos.

Fuente: elaboración propia. (2019).

¹ Evita la filtración de material fecal al subsuelo y la exposición a patógenos que podrían causar enfermedades y además no contribuye a la degradación ambiental ni el agotamiento de recursos, no usa agua y produce fertilizantes que nutren el suelo. (García, 2019).

² Si el usuario antes tenía letrinas o defecaba al aire libre y se da un buen uso y manejo del baño no se generan malos olores además de que no atrae moscas.^{[[SEP]]} Dignificación, todos y todas merecemos un lugar digno en el cual defecar, si antes se hacía al aire libre el tener un lugar seguro para hacer nuestras necesidades es un cambio en pro de una vida digna además de que en algunos lugares también trata una cuestión de seguridad, principalmente para las mujeres.

Ya no tienen que salir a buscar un arbusto o lugar en el cual defecar lo cual lo hace no solo más cómodo sino también más seguro. Salir solo a hacer del baño en la milpa puede ser peligroso, más para niños o mujeres y puede ser especialmente incómodo si está lloviendo o hace mucho frío. Algunas personas pueden ir a casa de algún familiar o vecino a usar su baño pero esto también puede representar cierta incomodidad y los hace dependientes de otros para poder satisfacer su necesidad.

^{[[SEP]]} Hay que recordar que los impactos dependen mucho de la línea base y el contexto. No todos serán siempre aplicables. El de Vida Digna no aplica si el usuario cambió de un baño convencional conectado al sistema de drenaje local por un SES, pero sí aplica si antes hacía sus necesidades en la milpa o entre los arbustos.^{[[SEP]]}

³ Cuando las excretas no reciben un manejo apropiado y no son enterradas pueden dispersarse por el aire, además, si distintos insectos tienen acceso a ellas pueden dispersar enfermedades. En otros casos las excretas o agua contaminada con ellas llega a mantos acuíferos y contaminan el agua que otros utilizan para lavar, bañarse o hasta para beber.

⁴ El que la ubicación del sitio donde se llevaba a cabo el cumplimiento de la necesidad ahora está más próximo a el hogar podemos ver un ahorro de tiempo, mayor seguridad y comodidad.

Para la realización de la Tabla 11 se tomaron en consideración los resultados y testimonios de beneficios identificados por usuarios presentes en la tesis de García, (2019)

Calentadores solares

Los calentadores solares de agua (CSA) en algunos casos son más baratos que las alternativas convencionales, además de que son una de las tecnologías más simples y de mayor potencial de aplicación ya que la energía solar es gratuita y se encuentra de manera constante en casi todos lados.

A continuación, se presenta la Tabla 12 con los principales impactos a medir, indicadores y preguntas que podrían conformar el método de medición que se elaboró con base a experiencia en campo, entrevistas y lecturas.

Calentador solar		
Impactos a medir	Indicadores	Preguntas para obtener la información relacionada
Ganancia económica	Cambio en uso de combustible (Gas, leña, electricidad)	¿Antes cuánto dinero invertía para tener AC ¹ ? ¿Cuánto pagó usted por su calentador Solar? ¿Cuánto invirtió en su calentador?

Contaminación	- Emisión de GEI	¿Antes cómo calentaba el agua?
Explotación de recursos		¿Qué tanto combustible usaba?
Beneficios a la salud	- Higiene	¿Para qué utilizan el AC? ¿Cada cuánto se bañaban? ¿Y ahora?
Vida digna	- Confort	¿Es más fácil que usar carbón o leña?
Disposición de tiempo	- Inversión de tiempo	¿Ahorra tiempo ahora?

Tabla 12. Posibles Impactos de los calentadores solares.

Fuente: elaboración propia. (2019).

¹ AC: Agua Caliente.

Como lo mencionan Salgado-Conrado & López-Montelongo (2019), en México aproximadamente el 65% de la energía consumida por el sector residencial se usa para calentar agua, además en 2017 el INEGI estimó que en México el 50.4% de los hogares no cuentan con ningún tipo de calentador de agua y del 42.8% que sí tiene tan sólo el 3.18% son calentadores solares.

Sistemas de captación de agua de lluvia

Los SCALL reducen la dependencia externa y previene la escasez de agua en lo local además de que a gran escala también pueden disminuir problemas que surgen por eventos climáticos que se han intensificado, no sólo la sequía sino que también podrían disminuir la ocurrencia o gravedad de inundaciones al disminuir la cantidad de agua que el sistema de alcantarillado de las ciudades o los caminos en el campo, tienen que manejar.

A continuación, se presenta la Tabla 13 con los principales impactos a medir, indicadores y preguntas que podrían conformar el método de medición que se elaboró con base a experiencia en campo, entrevistas y lecturas.

Sistema de Captación de Agua de Lluvia		
Impactos a medir	Indicadores	Preguntas para obtener la información relacionada
Ganancia económica	- Cambio en los gastos por obtención de agua	¿Antes cómo obtenía agua? ¿Cuánto le costaba? ¿Cuánto invirtió en su sistema?
¹ Contaminación Explotación de recursos	- GEI - Presión sobre el recurso	¿Cómo obtiene agua? ¿Cuánta agua obtiene de su SCALL?
Prevención de desastre	- Inundaciones	¿Hay inundaciones en la zona? ¿Cuánta agua puede almacenar su sistema? ¿Cuánto tiempo tiene la cisterna llena?
Beneficios a la salud	- Higiene	¿Cómo han cambiado sus actividades? ¿Lava mas seguido? ¿Se bañan más seguido? ¿Cuántas veces se enfermaban al año antes, y ahora?
³ Disposición de tiempo	- Inversión de tiempo	¿Cuánto tiempo invierte? ¿Ahorra tiempo ahora?

Vida digna	-Confort o practicidad ² -Autosuficiencia -Acceso/abasto de Agua	Al comparar con su método anterior: ¿Le parece cómodo? ¿Práctico? ¿Conveniente?
------------	---	--

Tabla 13. Posibles Impactos de los sistemas de captación de agua de lluvia

Fuente: Elaboración propia (2019).

¹ El hacer uso de agua entubada representa de manera un tanto indirecta la generación de GEI por el tratamiento del agua, así como también generan GEI los que obtienen su agua de pipas por el transporte.

² Las preguntas de la parte económica también ayudan a saber si ahora hay mayor confort o si el SCALL es más práctico que el método anterior de obtención de agua así como las preguntas de la obtención de agua, qué porcentaje del agua que utilizan proviene del sistema y antes cuanto acceso tenían, etc. también sirven para identificar los indicadores de vida digna, la autosuficiencia y el mayor acceso o abastecimiento de agua.

³ En algunos caso,s esta ecotecnia tiene unos beneficios únicos relacionados con la disposición de tiempo. Algunas familias al no contar con agua entubada y por vivir lejos de las fuentes de agua, como pasa en la periferia de la ciudad de México, tienen que recurrir como única fuente a las pipas de agua, pero por lo que he escuchado el sistema de pipas no es muy eficiente: se le llama a la pipa y queda en lista de espera, no se sabe a qué hora van a llegar, pero no se puede estar sin agua un día más, así que alguien se tiene que quedar a esperar hasta que la pipa llegue. Cuando todos los miembros de la familia tienen actividades fuera del hogar, como ir a la escuela o a trabajar, alguien tiene que sacrificar sus actividades y tiempo para quedarse esperando, lo que resulta en una posible pérdida económica (pudo haber sido tiempo invertido en trabajar y ganar

dinero) o una pérdida “formación” ya que si el que se queda dejó de ir a la escuela por esperar a la pipa está dejando de estudiar y formarse.

Además de que también ese tiempo pudo haber sido invertido en el usuario mismo. Es claro que en algunos casos se puede estudiar en casa o leer un libro mientras se espera, pero no es ideal estar esperando por un tiempo indefinido y variante siempre que no hay agua. En realidad, tener tiempo disponible gracias a una ecotecnia también se relaciona con lo que llamo impactos hacia una vida digna.

Para la elaboración de esta tabla también se tomó en consideración los resultados de la tesis de Salinas (2015).

Estufas ahorradoras

Las estufas ahorradoras, de leña mejoradas o eficientes, también conocidas como estufas ecológicas, disminuyen el consumo de leña en los hogares que cocinan con madera lo cual representa menos GEI en la atmósfera, pero también ayudan a prevenir, principalmente, enfermedades respiratorias relacionadas con la interacción de los usuarios con el humo de la combustión.

A continuación, se presenta la Tabla 14 con los principales impactos a medir, indicadores y preguntas que podrían conformar el método de medición que se elaboró con base a experiencia en campo, entrevistas y lecturas.

Estufas ahorradoras de leña		
Impactos a medir	Indicadores	Preguntas para obtener la información relacionada
Ganancia económica	- Insumos (leña/carbón)	<p>¿Cómo obtenía el combustible de la estufa?</p> <p>¿Paga por él, lo va a recolectar?</p> <p>¿Cuánto utiliza a la semana?</p> <p>¿Lo mismo que compraba le dura igual?</p> <p>¿Cuánto invirtió en su estufa ahorradora?</p>
Contaminación Explotación de recursos	- Gases de Efecto Invernadero - Deforestación	<p>La leña ahorrada son gases que no se emitieron.</p> <p>Dependiendo de la madera es la concentración de carbono que contiene.</p> <p>*¿De donde proviene su leña?</p>
Beneficios a la salud	-Enfermedades relacionadas a la exposición prolongada de humo.	<p>¿Cada cuánto usa la estufa?</p> <p>¿Qué miembros de la familia o personas están cerca de la lumbre o en la misma habitación mientras se cocina?</p> <p>¿Cuántas horas al día esta prendida la estufa / saca humo?</p>
Vida digna	- Confort o practicidad - Limpieza de la casa - Presencia de hollín	<p>Al comparar con su estufa anterior,</p> <p>¿le parece cómodo?</p> <p>¿Antes cocinaba dentro de la casa?</p> <p>**¿Incomodidad por exposición al humo?</p> <p>¿Ha notado diferencias en la limpieza de su casa?</p>
Disposición de tiempo	-Inversión de tiempo	<p>¿Cuánto tiempo invierte en recolectar o comprar la leña?</p> <p>¿Tiempo invertido en limpiar hollín?</p>

Tabla 14. Posibles Impactos de las estufas ahorradoras.

Fuente: elaboración propia (2019).

*Si la leña se recolecta del piso el usuario no contribuye a la deforestación, a diferencia de si compra leños que se obtuvieron cortando árboles.

** Dolor de cabeza, ojos, garganta, tos.

Huertos

Los huertos son una forma de practicar la agricultura en pequeña escala ya que son pequeños sistemas de producción de alimentos, plantas medicinales y de ornato. Son agroecosistemas que representan varios beneficios sociales, económicos y ecológicos.

A continuación, se presenta la Tabla 15 con los principales impactos a medir, indicadores y preguntas que podrían conformar el método de medición que se elaboró con base a experiencia en campo, entrevistas y lecturas.

Huertos		
Impactos a medir	Indicadores	Preguntas para obtener la información relacionada

Ganancia económica	<ul style="list-style-type: none"> - Venta de cultivo (Ingreso complementario) - Producción de autoconsumo 	<p>¿Qué tan productivo es el huerto?</p> <p>¿Vende sus productos?</p> <p>¿Cuánto le invierte?</p>
Contaminación Explotación de recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Productos locales ¹ (GEI) - Áreas verdes ² - Grado de consumo en relación al convencional ³ 	<p>¿Cómo redujeron sus compras de frutas y verduras desde que usted produce?</p> <p>¿Antes cómo se veía el área que utiliza para el huerto?</p>
Beneficios a la salud	<ul style="list-style-type: none"> - Alimentos saludables ⁴ - Medicina natural 	<p>¿Qué cultivos tiene?</p> <p>¿Alguna planta con propiedades medicinales?</p>
Vida digna	<ul style="list-style-type: none"> - Acercamiento a la naturaleza ⁵ - Cohesión social ⁶ - Soberanía alimentaria - Relajación / desestres ⁷ 	<p>¿Quiénes participan en el huerto?</p> <p>¿Tienen alguna división de tareas?</p> <p>¿Utiliza algún tipo de fertilizante?</p> <p>¿Qué hace con lo que produce?</p> <p>¿Le gusta cultivar?</p> <p>¿Cómo le hace sentir?</p>
Disposición de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> - Inversión de tiempo 	<p>¿Cuánto tiempo le invierte?</p>
Ecológico	<ul style="list-style-type: none"> - Cuidado de especies ⁸ 	<p>¿Qué insectos se pueden encontrar en el huerto?</p>

Tabla 15 Posibles Impactos de los huertos.

¹ GEI: Al consumir productos de un jardín propio, huerto, parcela, terreno, etc., se hace un consumo local lo cual significa menos emisiones de gases de efecto invernadero. Al menos en Estados Unidos el transporte de alimentos representa el 11% de las emisiones del ciclo de vida de los alimentos y el 83% corresponden a la fase de producción (L. Weber & Scott Matthews, 2008). De esta forma, el huerto permite reducir emisiones al mismo tiempo que se producen⁴ alimentos saludables libres de pesticidas u otros agroquímicos que a veces se utilizan en la agricultura convencional. En el huerto se suelen promover prácticas agroecológicas y se promueven valores de cuidado del medio.

² En las ciudades el aumento de áreas verdes puede reducir el efecto conocido como “isla de calor” y así mejorar la vida de los habitantes.

³ Al no consumir productos de agricultura convencional se reduce la contribución a la explotación de recursos relacionados con esta producción (que tiende a ser de monocultivo) y a contaminar el agua, degradar los suelos y alterar ecosistemas por el cambio de uso de suelo. Algunas prácticas agroecológicas son la rotación de cultivo, el policultivo y la integración animal.

⁵ El tener un huerto es una iniciativa que genera conciencia sobre los procesos productivos convencionales y el cuidado del ambiente. Los huertos a veces son utilizados en escuelas como herramientas de la educación ambiental.

⁶ Fortalecimiento de Relaciones.

⁷ Para algunas personas, realizar actividades de jardinería resulta desestresante y relajante por lo que se le considera como una terapia ocupacional.

⁸ Refugio / santuario: Los huertos pueden funcionar como un micro ecosistema ayudando a que varias especies de la zona, principalmente de bichos, tengan un lugar seguro en el cual realizar sus actividades (Polinizadores, lombrices, cochinillas, etc.).

La elaboración de la Tabla 15 no sólo se basó en experiencia en campo, principalmente de visitar huertos en comunidades cercanas a Xalapa, Veracruz y participar en la Red Urbana y Periurbana de Agricultura ecológica de la misma ciudad, además de hacer observaciones de huertos, se consultó a Vargas Beltrán & Vega García (2018) y a Cano Contreras (2015) para respaldar lo observado.

Encuestas a usuarios activos de ecotecnias

Para hacer un análisis preliminar de las categorías de impacto propuestas en esta tesis, así como de sus clasificaciones y para empezar a poner a prueba la herramienta que se diseñó, se encuestó a aproximadamente 9 usuarios. Las respuestas se encuentran en los anexos de la tesis.

Para ello se elaboraron tablas con la propuesta de preguntas relevantes para conocer los impactos relacionados a cada ecotecnia. Cabe resaltar que al ser este un trabajo propositivo, cada una de estas herramientas puede ser modificada, e mejorarse o adaptarse según el caso. Aunado a ello, se presenta una guía de preguntas que puede modificarse para que se adapte mejor a la situación y para que la entrevista sea una conversación fluida entre ambas partes y las preguntas sean entendidas por el usuario.

Así mismo, en algunos casos, vale la pena salirse del guión para conocer más a fondo las situaciones específicas de cada usuario y cómo la ecotecnia le impacta.

Los rubros dentro de las encuestas corresponden a las categorías de impacto. La división general es Ambiental, económico y social pero cada una tiene subindicadores que las componen y se muestran en la Tabla 16 (categorías y sus posibles respuestas). Además, algunas preguntas y respuestas corresponden a categorías mixtas. Ej. Pregunta baño seco: ¿Antes cómo le hacía para ir al baño? Ya que si antes iban al monte de noche en una zona peligrosa el tener baño seco cerca de la casa resulta en realizar la actividad de forma más segura y por ende impacta en lo social, mientras que a la vez impacta en lo ambiental ya que ahora no se quedan las heces al aire libre, sino que se les da un tratamiento de compostaje.

Categorías de Impacto	Sub Indicadores / impactos
Ambiental Ecológico	Explotación de recursos
	Presión sobre el recurso hídrico
	Diversidad biológica
	Contaminación de recursos
	Reducción de emisiones de GEI
Social	Seguridad
	Salud
	Higiene
	Prevención de enfermedades
	Inversión de tiempo

	Vida Digna
	Educación / Concientización
	Fortalecimiento del tejido social
	Educación / Concientización
	Confort
Económico	Costo de inversión
	Costo de mantenimiento
	Ahorro económico
Rubros Mixtos	Económico + Ambiental
	Social + Ambiental
	Prevención de desastre
	Social + Económico
	Social + Ambiental + Económico
Otros	General

Tabla 16. Categorización de los impactos con sub categorías

Fuente: elaboración propia (2019).

Preguntas para Baño Seco

Rubro	Preguntas
Características Generales de la vivienda	
General	Sexo del encuestado
General	¿Cuántas personas viven en su casa?
General	¿Cuenta con baño/Taza?

General	¿Cuántos?
General	¿Qué tipo de baño?
confort	¿En dónde se encuentran ubicados? (dentro o fuera de la vivienda)
Características de la satisfacción de la necesidad antes de contar con la ecotecnia (Línea Base)	
Social + Ambiental	¿Antes cómo le hacía para ir al baño? (en dónde)
Seguridad	¿De noche cómo le hacía?
Seguridad	¿Y en los días lluviosos?
Presión sobre el recurso hídrico	¿Qué pasaba con sus residuos?
	¿Usaba agua para deshacerse de sus residuos?
General	Aproximadamente, ¿Cuántas veces va al baño al día?
General	¿Y sus familiares?
De antes haber contado con letrina	
General	¿Cómo era la letrina?
Contaminación de recursos	¿La cámara de recolección es impermeable o se filtran los residuos?
	¿Sabe si hay algún cuerpo de agua cercano?
Económico	¿Cada cuanto vacía la letrina?
Inversión de tiempo	¿Algún miembro de la familia tiene que estar presente en el proceso?
General	¿Cómo le hace para vaciarla?
Inversión de tiempo	¿Cuánto hay que esperar a que lleguen los de la pipa?
Económico	¿Le pagaba a alguna pipa? ¿Cuánto?
Inversión de tiempo	¿Cuánto tiempo tardaban en vaciarla?
Confort	¿Había malos olores?
Si iba fuera de su casa	

Inversión de tiempo	¿Cuánto tiempo invertían en llegar al lugar en donde hacían del baño?
Seguridad	¿Cree que sea seguro salir de noche?
Seguridad	¿Usted se sentía seguro? ¿Sus familiares?
Salud	¿Le parecía higiénico?
Salud	¿Enterraban sus heces?
Seguridad	Ahora, al no tener que ir lejos o al aire libre ¿siente mayor seguridad?
Características del sistema implementado (Observación visual)	
General	¿Puedo pasar a su baño(s)?
General	Fotos y anotaciones de su estado
Presión sobre el recurso hídrico	¿Ha notado la presencia de moscas?
Confort	¿Nota algún olor?
Presión sobre el recurso hídrico	¿Qué miembros de la familia lo usan?
Presión sobre el recurso hídrico	¿Qué tanto lo usan?
Económico	¿Cuánto invirtió / pagó por su baño?
Prácticas de uso y mantenimiento	
	¿Cuánto tiempo invierte en darle mantenimiento?
Inversión de tiempo	¿Cómo le da mantenimiento?
	¿Cada cuánto?
General	¿Usa materiales secantes?
Inversión de tiempo	¿Cuánto tiempo invierte en conseguir materiales secantes?
Confort	¿Se le complica conseguirlos?
Económico	¿Cuánto le cuestan los materiales secantes?

Inversión de tiempo	¿Cuánto tarda en prepararlos?
Presión sobre el recurso hídrico	¿Cada cuanto revuelve el contenido de la caja de heces?
Económico	¿En total como cuánto gasta en mantenimiento?
	¿Desde que se lo instalaron le ha hecho alguna modificación?
	¿En cuánto le salió?
Beneficios percibidos por los usuarios	
Económico	¿Le ocasiona algún beneficio o ahorro económico?
General	¿Cómo se siente con su nuevo baño, qué le parece?
Confort	¿Recomendaría su baño?
Confort	¿Le parece conveniente?
Confort	¿Le brinda privacidad y confort?
Confort	¿Le queda más cerca?
Presión sobre H ₂ O	¿Qué manejo se le da a sus excretas y orina?
Económico	¿Qué hace con el abono de su baño?
General	¿Tiene alguna recomendación final?
General	¿Si pudiera cambiarle algo, qué sería?

Tabla 17 Cuestionario de impactos por el uso de baños secos.

Fuente: elaboración propia (2020).

Para baños secos se logró entrevistar a 2 usuarios en una de las islas del lago de Pátzcuaro llamada Yunuen. Ahí hace aproximadamente 10 años la Asociación Civil La Planta, hizo la labor de instalar baños secos en aproximadamente el 90% de los hogares⁴. En total se instalaron un

⁴ Entrevista con Salvador, uno de los encargados del proyecto, perteneciente a La Planta A.C. en Enero del 2020.

aproximado de 300 baños en los alrededores del lago de Pátzcuaro y de un total estimado de 20 a 30 familias que habitaban en ese entonces Yunuen, la gran mayoría fueron beneficiarios del proyecto.

Lamentablemente en el mes de febrero fue posible ver que casi todos los baños secos habían sido cambiados a baños de agua (inodoro convencional que se suele encontrar en las ciudades).

Se muestran las respuestas obtenidas a detalle en los Anexos.

Preguntas para Calentador solar

Rubro	Pregunta
Características de la satisfacción de la necesidad antes de contar con la ecotecnia (Línea Base)	
General	Sexo del encuestado
General	¿Cuántas personas viven en su casa?
Soc+Amb+Econ	¿Antes cómo calentaba el agua? ¿Hacía uso de algún combustible?
Econ + Amb	¿Qué tanto combustible usaba?
Económico	¿Cuánto dinero invertía para tener AC?
Tiempo+Eco	¿Antes en dónde se bañaban?
Inversión de Tiem	¿Cada cuánto?
Vida Digna	¿Con agua fría o caliente?
Vida Digna	¿Y en los días fríos o lluvioso?
* Económico	¿Tenían que pagar algo para bañarse?
Inversión de tiempo	¿Cuánto tiempo invertía en calentar el agua para bañarse o en ir al lugar

	en el que se bañaba?
Vida Digna	¿Quién se encargaba de re-abastecer el hogar con agua?
Características Generales de la vivienda	
Vida Digna	¿Cuántas regaderas tiene en casa?
Características del sistema implementado (Observación visual)	
General	¿Es de tubos al vacío o de placa plana?
General	Para cuantos litros es su Calentador
Económico	¿Cuánto le costó?
General	¿Hace cuanto tiempo que lo tiene?
Prácticas de uso y mantenimiento	
Vida Digna	¿Cada cuanto se bañan en su casa?
Vida Digna	¿Todos se bañan con agua caliente?
General	¿Se bañan con agua caliente todo el año? (Época de calor)
Vida Digna	¿Usa el AC para algo más? ¿Qué?
Confort	¿Ha tenido algún problema con su CS?
Confort	¿Le ha hecho alguna modificación o adaptación?
Soc+Amb+Econ	Aparte de el CS ¿Usa otro método para calentar agua?
Soc+Amb+Econ	¿Con qué otro método calienta agua?
Económico	¿Cuánto le cuesta calentarla por ese método?
General	¿Le tiene que dar mantenimiento? ¿Cómo?
Inversión de tiempo	¿Cada cuanto le da mantenimiento?
Inversión de tiempo	¿Cuánto tiempo invierte en darle mantenimiento?
Confort	¿Es difícil darle mantenimiento?

Económico	¿Cuánto invierte en el mantenimiento?
Beneficios percibidos por los usuarios	
Soc+Amb+Econ	¿Qué beneficios le ha traído?
Confort	¿Cómo se siente con su CS?
Social + Ambiental	¿Ha notado cambios en su vida o la de su familia?
Vida Digna	¿Ahora les es más fácil bañarse con agua caliente?
Inversión de tiempo	Tal vez, ¿Invierte menos tiempo?
Económico	¿Invierte menos dinero?
Salud	¿Se bañan más seguido?
Social + Econ	¿Siente que a veces le falta agua caliente?
Social +Econ	¿Cuándo les falta agua qué hacen?
Confort	¿Recomendaría los SCALL a otras personas?

Tabla 18 Cuestionario de impactos por el uso de Calentadores solares.

Fuente: elaboración propia (2020).

Preguntas para SCALL

Rubro	Pregunta
Características de la satisfacción de la necesidad antes de contar con la ecotecnia (Línea Base)	
General	Sexo del encuestado
General	¿Cuántas personas viven en su casa?
Soc+Amb+Econ	¿Cómo tenía acceso al agua antes de tener el SCALL?
Tiempo+Eco	¿Cuánta agua utilizaba de cada fuente? ¿Qué tanto de cada una?
Económico	¿Cuánto pagaba por esa agua?

Inversión de tiempo	¿Cuánto tiempo invertía en obtener el agua por ese medio?
Vida Digna	¿Quién se encargaba de re-abastecer el hogar con agua?
Características Generales de la vivienda	
General	Tipo de techo / material
General	En dónde colecta el agua
General	Material
Prevención de desastre	¿Sabe si por la zona hay inundaciones?
	De dónde saca el agua para:
	Excusado
	Regadera
	Limpia
	Lavar ropa
	Tomar
	Cocinar
	Huerto/Jardín/Plantas
Características del sistema implementado (Observación visual)	
General	Fotos y anotaciones de su estado
General	Cómo está compuesto su sistema (partes: Techo, Canaletas, filtro hojas, separador, cisterna, bomba, filtros, tinaco, pileta, etc.)
General	¿Hace cuanto que lo tiene?
Económico	¿Cuánto le costó su SCALL?
Económico	¿Cuántos litros puede almacenar?
Económico	Área de la superficie de recolección

Económico	En qué meses llueve
Económico	En qué meses no llueve (sequía)
Económico	Aproximadamente cuánta agua colecta al día en la época de lluvia
Sos+Econ	¿Su SCALL le da suficiente agua?
Sos+Econ	Aparte del agua de lluvia ¿Qué otra fuente usa para abastecerse?
Económico	Cuántos litros extra necesita al año
Económico	Cuánto le cuesta obtenerlos
Sos+Econ	¿Cómo consigue agua para tomar?
Sos+Econ	¿El agua que almacena de la lluvia se mezcla con otra?
Sos+Econ	¿Cuánto tiempo le dura el agua que almacenó de la lluvia?
Inversión de tiempo	¿Qué tan seguido usa su sistema?
Prácticas de uso y mantenimiento	
Inversión de tiempo	¿Cómo le da mantenimiento?
Inversión de tiempo	¿Cada cuánto?
Inversión de tiempo	¿Cuánto tiempo invierte en cada actividad de mantenimiento?
Económico	¿Cuánto dinero gasta para le mantenimiento?
Confort	¿Es fácil darle mantenimiento?
Confort	¿Le ha hecho alguna modificación?
Beneficios percibidos por los usuarios	
Confort	¿Es fácil de usar?
Confort	¿Le parece más cómodo?
Confort	¿Le parece más práctico?
Confort	¿Le parece más conveniente que su método anterior de obtener

	agua?
Económico	¿Ahorra dinero con su sistema?
Inversión de tiempo	¿Ahorra tiempo?
Salud	¿Le parece que el agua que almacena de la lluvia está más limpia que la que usaba antes?
Vida Digna	¿Le parece que ahora tiene más agua a su disposición?
Confort	¿Su vida ha cambiado de alguna manera desde que tiene SCALL?
Salud	¿La limpieza en el hogar ha cambiado?
Salud	¿Lava más seguido?
Salud	¿Los miembros de su familia se bañan con mayor frecuencia?
Salud	¿Ha notado alguna diferencia en la salud de su familia desde que tienen el SCALL?
Soc+Ambiental+Econ	¿Qué beneficios adicionales le ha traído?
Confort	¿Recomendaría los SCALL a otras personas?

Tabla 19 Cuestionario de impactos por el uso de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.

Fuente: elaboración propia (2020).

Preguntas para Huerto

Rubro	Pregunta
Características de la satisfacción de la necesidad antes de contar con la ecotecnia (Línea Base)	
General	Sexo del encuestado
General	¿Cuántas personas viven en su casa?
Confort	¿Antes cómo se veía el área que utiliza para el huerto?
Social + Económica	¿Antes cómo obtenía las cosas que ahora produce?
Inversión de tiempo	¿Cuánto tiempo invertía en conseguirlas?
Económico	¿Cuánto dinero?
Características Generales de la vivienda	
Inversión de tiempo	¿Qué tan lejos está su huerto de su casa?
Características del sistema implementado (Observación visual)	
General	Dimensiones, ¿de qué tamaño es su huerto?
General	Tiene malla, tela o plástico protector (observación)
Económico	¿En cuánto le salió el hacer su huerto?
Salud	¿Qué cultivos tiene?
Salud	¿Alguna planta con propiedades medicinales?
Económico	¿Qué tan productivo es el huerto?
Social + Económica	¿Está produciendo todo el año?
Diversidad	¿Qué insectos se pueden encontrar en el huerto?
Social + Económica	¿Cada cuánto cosecha?

Cuánto le invierte en:	
Económico	Tierra
Económico	Abono
Económico	Semillas
Económico	Otros
Prácticas de uso y mantenimiento	
Vida Digna /Educación	¿Quiénes participan en el cuidado del huerto?
Vida Digna	¿Tienen alguna división de tareas?
Econ + Amb	¿Utiliza algún tipo de fertilizante?
Económico	¿Qué hace con lo que produce?
Económico	¿Vende sus productos?
Inversión de tiempo	a la semana ¿Cuánto tiempo pasa en su huerto?
Inversión de tiempo	¿Qué actividades de mantenimiento realiza?
Inversión de tiempo	¿Cuánto tiempo invierte en cada una?
Inversión de tiempo	¿Cada cuánto?
Inversión de tiempo	¿Lo riega? ¿Cómo?
Confort	¿Ubicación de la toma de agua para regar el huerto?
Económico	¿Gasta dinero en el mantenimiento? ¿Cuánto?
Confort	¿Le ha hecho alguna modificación o adaptación?
Beneficios percibidos por los usuarios	
Vida Digna	¿Por qué decidió iniciar un huerto?
Económico	¿Cómo redujeron sus compras de alimentos desde que usted

	produce?
Salud	¿Se ha diversificado su dieta alimenticia con lo que produce?
Vida Digna	¿Le gusta cultivar?
Vida Digna	¿Cómo le hace sentir?
Social + Ambiental	¿Ha notado cambios en su vida o la de su familia?
Soc+Amb+Econ	¿Qué beneficios le ha traído?

Tabla 20 Cuestionario de impactos por el uso de Huertos.

Fuente: elaboración propia (2020).

Preguntas para Calentador Solar

Rubro	Pregunta
Características de la satisfacción de la necesidad antes de contar con la ecotecnia (Línea Base)	
General	Sexo del encuestado
General	¿Cuántas personas viven en su casa?
Soc+Amb+Econ	¿Antes cómo calentaba el agua? ¿Hacía uso de algún combustible?
Econ + Amb	¿Qué tanto combustible usaba?
Económico	¿Cuánto dinero invertía para tener AC?
Tiempo+Eco	¿Antes en dónde se bañaban?
Inversión de tiempo	¿Cada cuánto?
Vida Digna	¿Con agua fría o caliente?
Vida Digna	¿Y en los días fríos o lluvioso?
*	Económico ¿Tenían que pagar algo para bañarse?

Inversión de tiempo	¿Cuánto tiempo invertiría en calentar el agua para bañarse o en ir al lugar en el que se bañaba?
Vida Digna	¿Quién se encargaba de re abastecer el hogar con agua?
Características Generales de la vivienda	
Vida Digna	¿Cuántas regaderas tiene en casa?
Características del sistema implementado (Observación visual)	
General	¿Es de tubos al vacío o de placa plana?
General	Para cuantos litros es su Calentador
Económico	¿Cuánto le costó?
General	¿Hace cuanto tiempo que lo tiene?
Prácticas de uso y mantenimiento	
Vida Digna	¿Cada cuanto se bañan en su casa?
Vida Digna	¿Todos se bañan con agua caliente?
General	¿Se bañan con agua caliente todo el año? (Época de calor)
Vida Digna	¿Usa el AC para algo más? ¿Para qué?
Confort	¿Ha tenido algún problema con su CS?
Confort	¿Le ha hecho alguna modificación o adaptación?
Soc+Amb+Econ	Aparte de el CS ¿Usa otro método para calentar agua?
Soc+Amb+Econ	¿Con qué otro método calienta agua?
Económico	¿Cuánto le cuesta calentarla por ese método?
General	¿Le tiene que dar mantenimiento? ¿Cómo?
Inversión de tiempo	¿Cada cuanto le da mantenimiento?
Inversión de tiempo	¿Cuánto tiempo invierte en darle mantenimiento?

Confort	¿Es difícil darle mantenimiento?
Económico	¿Cuánto invierte en el mantenimiento?
Beneficios percibidos por los usuarios	
Soc+Amb+Econ	¿Qué beneficios le ha traído?
Confort	¿Cómo se siente con su CS?
Social + Ambiental	¿Ha notado cambios en su vida o la de su familia?
Vida Digna	¿Ahora les es más fácil bañarse con agua caliente?
Inversión de tiempo	Tal vez, ¿Invierte menos tiempo?
Económico	¿Invierte menos dinero?
Salud	¿Se bañan más seguido?
Sos+Econ	¿Siente que a veces le falta agua caliente?
Sos+Econ	¿Cuándo les falta agua qué hacen?
Confort	¿Recomendaría los SCALL a otras personas?

Tabla 21 Cuestionario de impactos por el uso de Calentadores solares.

Fuente: elaboración propia (2020).

CAPÍTULO IV - Conclusiones

La humanidad se encuentra en crisis y para evitar el colapso es necesario un cambio de paradigma hacia la sustentabilidad. Una iniciativa encaminada a este cambio es el movimiento ecotecnológico que busca un mayor bienestar social sin comprometer tanto la integridad de nuestro entorno, a través de la implementación de ecotecnias. Existen varios organismos dedicados a compartirlas, pero para ampliar su alcance, es fundamental conocer y difundir los cambios y beneficios que representan como alternativas a nuestra forma de hacer las cosas hasta ahora. Dichos cambios son los impactos y su medición podría facilitar la implementación al hacer más accesible la financiación de proyectos para que los inversionistas y compradores cuenten con una justificación sólida para invertir. En este caso, la justificación sería los beneficios que las ecotecnologías representan para los usuarios y para nuestras sociedades como un todo.

No solo existe una amplia variedad de ecotecnologías, sino que también muchas investigaciones al respecto, sin embargo, hasta ahora no existe una metodología clara que nos diga qué impactos existen por el uso de la ecotecnia y cómo medirlos, clasificarlos y presentarlos. He ahí la importancia de este trabajo como un primer paso en la consolidación de una metodología que facilite el quehacer de implementadores y el trabajo de tomadores de decisiones, al momento de apostar al financiamiento de proyectos ecotecnológicos que ayuden a la transición hacia un nuevo paradigma más amigable con el entorno y verdaderamente sustentable. Para ello, tenemos que cambiar la manera en que vivimos, la manera en que vemos el Mundo, algo no fácil, pero un paso inicial para lograrlo es el conocimiento.

Conocer los impactos es parte del argumento necesario para contestar grandes preguntas como: ¿Por qué invertir en estufas ahorradoras y no en gasoductos que llevan gas a todo el país o en estufas eléctricas que funcionen con energía proveniente del petróleo? o ¿Por qué invertir en

energía solar en vez de invertir en *fracking* para obtener más combustibles fósiles? Mi respuesta sería: porque son una alternativa hacia la sustentabilidad y el cambio de paradigma, por que son alternativas a largo plazo que no comprometen nuestro futuro y porque a su vez pueden mejorar la vida de cientos de personas en el presente.

Existen muchos impactos que pueden ser clasificados en distintos tipos y es por ello que puede ser difícil saber cuáles aplican o no a el uso de cada ecotecnia, entonces surge la pregunta ¿Qué es necesario considerar cuando queremos medir los impactos que se relacionan con el uso de estas alternativas tecnológicas?

Primero hay que tener claro nuestro objetivo, para qué queremos medir los impactos, a qué escala, cuáles son nuestras limitantes. Después se tiene que conocer la ecotecnia y las áreas en las cuales ésta podría tener un impacto al ser utilizada. Teniendo los posibles impactos, hay que establecer el cómo se van a identificar y medir para después poder cotejar esa información con la realidad. Se debe conocer el contexto en el que se implementa, cómo son o eran las cosas sin la alternativa y cómo son o serán ya que se cuente con ella. Con toda la información obtenida se pasa a cuantificar, medir, analizar, clasificar y evaluar los impactos por uso, pero en este trabajo no se profundizó en este último paso. Sin embargo, sería muy importante que sea retomado en el futuro.

Para la evaluación de impactos por el uso de ecotecnias idóneamente se espera que se haya hecho un uso sostenido de la ecotecnia ya que si se usa de manera intermitente los impactos esperados tendrán una menor intensidad y si es abandonada deja de impactar en la vida de sus dueños y en el entorno. Aunque termine abandonada y en desuso no significa que la implementación de dicha ecotecnia haya sido en vano, mientras que se usó, aunque fuese por un período relativamente corto, durante ese tiempo generó beneficios a los usuarios y al ambiente. Este tipo de casos en los que existe cierto abandono aún no han sido ampliamente estudiados por

lo que son oportunidades de aprender y entender mejor tanto a los usuarios y sus necesidades como los distintos contextos y metodologías de implementación.

De acuerdo a Garmendia Salvador, Salvador Alcaide, Crespo Sánchez & Garmendia Salvador (2005) para evaluar los impactos se parte del conocimiento que se tiene del proyecto y del estudio del medio, este proyecto es similar porque tanto para establecer los impactos a medir, como para evaluar dichos impactos, se parte del conocimiento que se tiene de la ecotecnia y de cómo ésta interactúa con su entorno. Por ello la importancia de la “línea base”, la medición de los impactos y su alcance dependen de ella. Cada usuario es diferente y cada contexto puede dar distintos resultados. Esto se expresa por ejemplo con la existencia de diferencias significativas entre el contexto urbano y rural para las distintas ecotecnias. La mayoría de los impactos no pueden medirse *per se* sino de manera comparativa o relativa. En un estudio longitudinal primero se analiza cómo estaba la situación antes de la implementación de la ecotecnia y cómo es ya que se le está utilizando.

El uso de un calentador solar por una familia en la ciudad puede significar un ahorro económico para sus usuarios y a la vez reducir las emisiones por el uso de gas que contribuyen al calentamiento global. Ese mismo calentador implementado en una casa rural, en la cual antes calentaban el agua con leña, puede traer muchos más beneficios que van desde el ahorro económico hasta mayor comodidad o una mejora en la salud del que calentaba el agua y así mejorar su calidad de vida. He ahí la importancia de no asumir los mismos beneficios para todos, lo mejor es evaluar los impactos para cada contexto y con esa información, ahora sí se pueden hacer predicciones y justificar la implementación o el financiamiento de un proyecto ecotecnológico con base en los impactos reales que se generarán.

En las Tabla 10, Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14 y Tabla 15 se pueden ver los impactos relacionados con las ecotecnias propuestas, de manera general se tienen las siguientes

consideraciones: la entrada o salida de dinero, si la ecotecnia contribuye a la independencia del usuario o no, a que tenga una mejor calidad de vida, sea una persona más consciente, haya cambios en su estado de salud, se fortalezcan vínculos sociales, se contamine menos, entre otras.

Ninguna de las tres metodologías que revisé nos dice cómo medir impactos por el uso de ecotecnias pero sí nos ayudan a ver qué camino seguir para lograrlo y hablan de algunas ideas a considerar como la retroalimentación, la clasificación, las diferentes escalas en las que se pueden ver los impactos, la complejidad de los sistemas, los indicadores, la importancia de definir bien nuestros objetivos y conocer las limitantes, la obtención y medición de datos, entre otras cosas que le dieron forma y sentido a la propuesta.

Como resultado se tiene un boceto de metodología que consta de 6 pasos a seguir para medir los impactos que van desde la definición del objetivo y los alcances, hasta las conclusiones y recomendaciones pasando por la identificación de impactos, su clasificación, evaluación y análisis para conocer el alcance de la implementación ecotecnológica y así poder justificar el fomento de más proyectos ecotecnológicos y hacer predicciones de cómo éstos impactarán de manera positiva en nuestras vidas.

La crisis ambiental es un problema complejo para el cual no existe una respuesta única, tendremos que cambiar nuestra forma de pensar y de relacionarnos con nuestro entorno, pero ya contamos con muchas herramientas que nos ayudarán en el proceso, es solo cuestión de no temer al cambio y poner manos a la obra, ya.

Discusión

Las ecotecnologías son las aplicaciones prácticas de la ecotecnología. Son dispositivos o artefactos que, como lo menciona Ortiz et al. (2014), propician una relación armónica con el ambiente, buscan satisfacer las necesidades humanas básicas, brindar beneficios sociales y económicos a sus usuarios, promover la autosuficiencia, la descentralización de la tecnología y el empoderamiento de los usuarios. Y también resultan una alternativa para la forma convencional en que satisfacemos una necesidad o cumplimos con una acción y nos relacionamos con nuestro entorno.

Son una herramienta tecnológica que nos puede ayudar en la transición a formas de vida más sustentables y en armonía con el ambiente y por ello es importante crearlas, estudiarlas, conocerlas, mejorarlas y compartirlas. A eso se le conoce como Implementación y entre más ecotecnia sean implementadas más nos acercaremos a nuestro objetivo, superar la crisis ambiental y tener un mejor futuro.

Un aspecto importante para lograrlo son los cambios que éstas generan en las vidas de los usuarios, el entorno y nuestras sociedades. Dichos cambios son los impactos y aún hay mucho por estudiar de ellos: ¿Cuáles produce cada ecotecnia?, ¿En qué contextos?, ¿Cómo podemos clasificarlos?, ¿Cómo medirlos? y ¿Cómo evaluarlos? he ahí el nacimiento e importancia de este trabajo.

Como resultado de la búsqueda bibliográfica que realicé a principios del 2019 y por las respuestas que obtuvimos de las encuestas que le mandamos a varias organizaciones que se dedican a la implementación de ecotecnologías parto de la idea de que hasta ahora no existe una metodología específica que nos conteste todas estas preguntas y es así como se ve la oportunidad de empezar a contestarlas.

Las metodologías son resultado de procesos históricos y culturales (Aguilera R., 2013) por lo que este trabajo aún no es una metodología, es un inicio, una propuesta de los pasos a seguir para la evaluación de impactos por el uso de ecotecnias, que se sustenta teóricamente en otras tres metodologías y empíricamente en las experiencias que he tenido en relación con ecotecnologías durante mi formación en ciencias ambientales.

Para iniciar el proceso creativo de una metodología para la evaluación de impactos por el uso de ecotecnologías mi primer acercamiento fue el revisar otras 3 metodologías ya establecidas y de cada una fui identificando los elementos importantes que las fundamentan y los comunes o rescatables para mi propuesta como se ve en el diagrama de la Figura 5. Además los resultados de dicha revisión se muestran en la Tabla 7 que enlista los aspectos adaptables y las limitantes de cada metodología para adaptarse a los impactos por uso de ecotecnias.

La EIA es una herramienta para que los tomadores de decisiones identifiquen con claridad los posibles impactos ambientales de proyectos y al hablar de impactos ambientales no excluyen a los impactos sociales (FAO, 2012), característica que compartimos y a lo que se aspira. Además, para poder comparar el proyecto con otras alternativas se le da un valor a los impactos (Garmendia S. et al., 2005), algo que me parece fundamental lograr para los impactos por el uso de ecotecnias.

Con respecto a la estructura de la metodología, como pasos apropiados para la propuesta tenemos: el primer paso que es de acuerdo a García L., (2004), identificar los factores ambientales más representativos del entorno y las características socioeconómicas y socioculturales. El tercero, la identificación de impactos que son deducidos con base en las alteraciones que cada acción del proyecto produce sobre el medio y sus componentes. Y el cuarto, determinación de la importancia de los impactos y su magnitud. Este último paso me parece muy valioso e importante para lograr

facilitar el trabajo a los tomadores de decisiones y es algo que veo necesario en una metodología de evaluación de impactos por el uso de ecotecnologías.

Para ello podríamos tomar inspiración de algunos de los métodos que EIA utiliza, como la Matriz de Leopold al asignarle valores de magnitud e importancia a los impactos o las listas de revisión que ayudan en la identificación de impactos, así como las tablas que realicé de impactos posibles para cada ecotecnia (de la Tabla 10 a la Tabla 15) y la Tabla 4 que también recibió un poco de inspiración de ACV.

No menciono algunos de los pasos de EIA debido a que no tienen nada que ver con los impactos por el uso de ecotecnias, por ejemplo, el segundo paso consiste en identificar las acciones del proyecto que se prevé generarán alteraciones en el medio. Cuando hablamos de impactos por uso de ecotecnias tales acciones no se presentan. Un proyecto que consista en construir un nuevo aeropuerto requerirá de diversas acciones como podrían ser la tala de árboles o la reubicación de asentamientos, en sí la alteración y a veces destrucción de ecosistemas. Es por ello, que en el paso dos se identifican las acciones que resultarán en alteraciones para después evaluar cómo impactarán en el entorno y qué tanto. Normalmente estas acciones y proyectos resultan perjudiciales para el ambiente por lo que no podemos compararlos con un proyecto de implementación ecotecnológica que busca lo opuesto, mejorar nuestras vidas y el entorno en el que vivimos.

El Análisis de Ciclo de Vida evalúa los impactos de productos o servicios a lo largo de su vida. Se centra en sistemas y principalmente se enfoca en la producción, distribución y disposición de productos por lo que no sería apropiado intentar evaluar los impactos por uso que yo he propuesto con esta metodología, sin embargo, estructuralmente también posee características interesantes y nutritivas para esta nueva propuesta. Compartimos el primer paso que consiste en definir los objetivos y el alcance. Después en ACV se obtienen, tabulan o clasifican y se analizan

los datos para, en el tercer paso, hacer la evaluación de impactos que significa calcular e interpretar los indicadores de impacto y por último, se interpretan los resultados.

La propuesta metodológica contempla más pasos pero esencialmente es lo mismo. Después de definir el proyecto de evaluación, se obtiene la información necesaria para después ser clasificada, evaluada, y finalmente poder presentar las conclusiones y recomendaciones. Además, se plantea que ambas metodologías sean procesos en constante retroalimentación y al igual que EIA, brinden información relevante para los tomadores de decisiones.

Incluso ACV y mi propuesta comparten algunas de las limitaciones que la ISO 14040 menciona, como el que no llegasen a existir modelos para la evaluación de todos los impactos posibles o que la precisión del trabajo puede verse limitada o cambiar según la calidad y disponibilidad de los datos, aunado a la dificultad que encuentran ambos al intentar reducir los resultados a un solo número o calificación final debido a la diversidad y complejidad de los sistemas mismos.

También me parece rescatable para cuando se profundice más en la fase de calcular y evaluar los impactos, la idea de normalizar los resultados para tenerlos, según sus valores de referencia, por categorías y así lograr resumirlos un poco más para facilitar su comparación. En este punto podríamos aprender de la experiencia de MESMIS pues permite la agregación de variables y además integra datos biofísicos, sociales y económicos. De acuerdo con Masera et al. (2000) la información se integra utilizando técnicas de análisis multicriterio.

Por último, algo en lo que no coincido mucho con ACV es en los grupos generales de las categorías de impacto que Pennington et al. (2002) proponen ya que yo veo el ambiente como el todo que nos rodea y en el cual interactuamos por lo que abarca también la salud humana, el ambiente que creamos y mucho más, pero ellos deciden dividirlo en ambiente natural que se refiere a los ecosistemas, sus recursos y los ciclos fisicoquímicos de la tierra, consecuencias sobre la salud humana y el ambiente de creación humana. No es que sus clasificaciones estén mal, sino que son

distintas a las relevantes para mi trabajo y si con sólo esas se intentaran abordar los impactos por usos de ecotecnologías, nos faltarían muchos impactos por clasificar.

La última metodología que revisé fue el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad y me parece muy importante aspirar a que la metodología de evaluación de impactos por uso de ecotecnias sea como ésta ya que como dicen Masera et al. (2000): busca trabajar desde una perspectiva interdisciplinaria e integral, es un ciclo de evaluación que puede adaptarse a diferentes niveles de información y capacidades técnicas, está en constante retroalimentación y mejora. Al igual que mi propuesta se realiza con un énfasis en el contexto, el ámbito local, evalúa de forma comparativa (transversal y longitudinal), toma en cuenta la intersección del ámbito social, económico y lo ecológico-ambiental.

Con respecto a los pasos a seguir también primero se determina el objetivo, se identifican y definen los sistemas a evaluar, sus características y el contexto en que están y esto sucede tanto para el sistema base como para el alternativo.

En el paso 3 se seleccionan los criterios de diagnóstico e indicadores, lo que sería equivalente a la clasificación de nuestros impactos y sus indicadores. En MESMIS los indicadores se dividen en ambientales, económicos y sociales. Algunos son de carácter cualitativo y otros cuantitativo.

Para la medición, que es su 4to paso, nosotros también podríamos hacer un uso integrado de los distintos métodos de medición que se mencionan (entrevistas, revisión bibliográfica, medición y observación directa, establecimiento de modelos experimentales o de simulación, encuestas e incluso técnicas grupales), para obtener nuestros datos. En realidad el paso 4 equivale a nuestra 5ta fase de Medición, clasificación y evaluación, mientras que los pasos 5 y 6 de MESMIS (Presentación e integración de resultados) son lo que yo propongo en el paso final de

conclusiones y recomendaciones. Como se dijo, esta es una propuesta inicial, previa a la retroalimentación multidisciplinaria de otras personas que se planteen el utilizarla, a la profundización de qué indicadores usar, cómo medir cada uno, qué análisis utilizar y cómo agregar o sintetizar los resultados. Además, aún no se ha intentado aplicar mi propuesta en campo puesto que, antes de que sea completamente funcional, es indispensable profundizar más en cómo llevar a cabo la medición y evaluación, con la integración de resultados y su presentación. Recomiendo separar cada una de estas fases en 4 pasos. Es la ventaja de proponer una metodología que esté en retroalimentación constante (al igual que MESMIS y algunas partes de ACV) pues podemos modificar ciertos aspectos y seguir construyéndola para que con el tiempo, vaya mejorando y se adapte a las necesidades y contextos diversos en los que se pueden encontrar las ecotecnologías.

Otro punto discutible puede ser la categorización de impacto y su definición misma ya que como pudimos ver, no sólo distintas organizaciones que trabajan con ecotecnologías tienen distintas concepciones de qué es un impacto y cómo se puede medir, sino que también nuestras tres metodologías de evaluación nos muestran sus propias definiciones. Por ejemplo, si observamos la Figura 9 podemos ver que las actividades que generan alteraciones en el medio (fugas y derrames, la disposición de desechos, la excavación superficial, la perforación minera, la creación de autopistas y puentes, entre otras), son consideradas impactos que pueden afectar: la calidad de agua, la calidad atmosférica, erosión, sedimentación y deposición, arbustos, pastos, plantas acuáticas, paisajes escénicos y visitas, especies endémicas y únicas, salud y seguridad. Mientras en ACV podemos hablar de Emisiones de compuestos químicos tales como el CO₂ o CH₄, el uso de materiales como el aluminio o petróleo, la cantidad de residuos generados, uso de suelo y más (Pennington *et al.*, 2004), dentro de los impactos ambientales se consideran categorías generales como el uso de recursos, la salud humana y las consecuencias ecológicas (ISO, 1997), categorías de impacto de punto medio tales como el calentamiento global, la acidificación,

eutrofización, degradación de la capa de ozono, entre otras y también indicadores de categorías de impacto de punto final como la reducción de la calidad de ecosistemas y pérdida de recursos o el daño a la salud humana (Hauschild & Huijbregts, 2015). En ACV, la categoría impacto puede ser el Cambio Climático pero el impacto sería la emisión de CO₂ mismo que entra en la categoría de “degradación de la capa de ozono”.

Es por estas variantes que considero necesario clarificar qué entendemos por impacto y por las categorías. A pesar de que MESMIS fue la metodología en la cual encontré más inspiración para mi propuesta en su texto principal, “Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El marco de evaluación MESMIS” también conocido como “El libro verde”, no se habla de impactos de la manera en que yo lo hago, se habla de criterios de diagnóstico, que se suelen clasificar en áreas de evaluación (ambiental, económica o social), y de indicadores; indicadores tales como el análisis de costo beneficio para evaluar la rentabilidad del sistema o el grado de endeudamiento, entre otros; indicadores ambientales como los rendimientos por cultivo, indicadores de contaminación o degradación de recursos, el índice de diversidad biológica o la captura de carbono; e indicadores sociales como índices de calidad de vida o mecanismos de resolución de conflicto.

Claramente no hablamos de lo mismo pero la idea general me parece que va en un mismo sentido: ver cómo funciona el sistema y evaluar los cambios que representa la alternativa a la línea base, qué beneficios ha traído y en qué grado está impactando en el contexto y en la vida de los usuarios.

Con respecto a la inversión de tiempo, hacer uso de una ecotecnia puede generar cambios en la cantidad de minutos u horas que dedicamos a ciertas actividades relacionadas con la latea que cubre. Es por eso que lo veo como un impacto, solo que cuando hablé de él mencioné que no era forzosamente de carácter positivo ya que al hacer que el usuario invierta más tiempo que antes

para que se satisfaga la misma necesidad, podríamos verlo como algo negativo. Aquí me gustaría aclarar un poco que tener que invertir más tiempo no forzosamente es algo malo. Puede que algunos usuarios eso lo consideren como una desventaja o un aspecto que no les encanta de su ecotecnia, pero al ser conscientes de los beneficios que ésta les aporta, me parece que se justifica. Sí, tal vez el usuario ahora tenga que invertir 30 minutos o una hora más a la semana en preparar su composta, pero reduce la cantidad de residuos que se van a los tiraderos de basura, ayuda a que se complete el ciclo de nutrientes, obtiene fertilizante natural e incluso podría ser que conecte más con el medio natural y empatice aún más con la importancia de cuidar el ambiente, a raíz de comenzar a reciclar sus residuos de la cocina. Además de que cuando una actividad se vuelve parte de nuestra rutina puede ser que el valor que le demos a esos minutos “perdidos” cambie.

Puede que esta concepción sea un tanto subjetiva ya que, dependiendo de la persona y sus valoraciones puede que no sienta la inversión de tiempo extra como algo malo y más bien sea una actividad que disfrute haciendo o simplemente valore como positiva pues todos los beneficios que percibe valen mucho más que el tiempo extra que tiene que dedicar. Conocer y medir impactos también contribuye a que los usuarios vean de manera más tangible el valor e importancia de sus ecotecnias.

Aquí entramos en un terreno sensible pues depende de los juicios de valor, pero me parece que este es otro aspecto importante de la transición que precisamos.

En la actualidad muchos estiman el tiempo como algo muy valioso y buscan lo conveniente y rápido, ante todo. He ahí la existencia de las cadenas de comida rápida, por dar un ejemplo, pero esta forma de pensar queda con el modelo de “more, bigger and faster” que nos ha llevado a la crisis ambiental en la que nos encontramos. Retomando el cambio de paradigma del que hablé en la introducción, las ecotecnologías una vez más se muestran como una oportunidad de cambio, no solo en nuestras acciones sino también en nuestra forma de ver el mundo. Al valorar más el cuidado ambiental, lo que tal vez ahora parezca un esfuerzo extra, espero se normalice en nuestras mentes

al grado de convertirse en la única opción. Que dejemos de preguntarnos el por qué deberíamos de reciclar y más bien nos preguntemos el por qué alguien no lo haría. Que sea tan claro para todos que ni siquiera contemplemos una realidad sin el compostaje, sin la energía solar, sin una interacción armónica con el medio. Como me dijo el maestro José de Jesús Fuentes, no se trata de esperar que las cosas siempre sean más fáciles, se trata de que nosotros seamos mejores.

Volviendo a las expectativas de mi trabajo, como ya mencioné, espero sea el inicio de otras investigaciones que completen y enriquezcan la propuesta para que algún día se convierta en una metodología probada y de utilidad para cualquiera que quiera evaluar los impactos por uso de ecotecnias, ya sea del sector gubernamental, académico o privado. Además, espero que el conocimiento generado de la aplicación de esta propuesta metodológica, contribuya a que cada vez existan más proyectos de implementación financiados por personas convencidas de lo importantes y beneficiosas que son las ecotecnologías. De esta forma, cada vez seremos más los que podamos optar por la alternativa y así dar un paso más hacia el cambio de paradigma que nuestra especie necesita para lograr un futuro en el que no vivamos una constante lucha por los recursos, no perdamos más especies y ecosistemas, no ocurran cada vez más desastres naturales a causa de las alteraciones que nosotros hemos estado provocando y en el cual los números de la Figura 2 no sigan en aumento. La crisis no se solucionará de la noche a la mañana, pero poco a poco podemos ir tomando conciencia y acción para hacer un cambio.

Con respecto a la existencia de metodologías de este tipo, en la investigación bibliográfica que hice no encontré nada similar, incluso, dentro de las recomendaciones de la tesis de Salinas (2015) dijo que:

“En cuestión de metodologías para evaluar los impactos de los SCALL, ni la academia ni los implementadores han llegado a un consenso para crear

procedimientos que faciliten su estudio. Se han hecho esfuerzos bastante valiosos y fructíferos por parte de ambas comunidades al realizar investigación sobre los impactos y los niveles de adopción de los sistemas, sin embargo, se elaboran bajo enfoques no estandarizados, por lo que no se puede llegar a replicar o generalizar su aplicación.”

También vimos en las respuestas de las diferentes organizaciones que entrevistamos, que no había una metodología que ellos estuviesen utilizando y por ende concluí que no existe una, así que uno de mis sinodales me preguntó que a qué se debía ésto. No conozco la respuesta definitiva, pero me imagino que no se ha hecho el trabajo de generar una metodología de evaluación de impactos por el uso de ecotecnias por lo costoso que puede llegar a ser, la gran cantidad de tiempo que habría que invertir y por que hasta ahora tal vez no se le ha visto como una prioridad. La fase de evaluación a veces se deja para el final, además, aún sin saber exactamente cómo impacta un calentador solar, por ejemplo, puede que se promueva su implementación y eso es lo que hemos visto hasta ahora, pero si a pesar de no conocer todos sus beneficios e implicaciones es ampliamente usado y distribuido, me imagino que ya que se conozca más, su alcance será mucho mayor, esa es la expectativa. Que el conocimiento que se genere a partir de evaluaciones de impacto del uso de ecotecnias ayude a promover e implementar muchas más y a mejorar todo el sistema, desde la elaboración de las ecotecnias mismas para mejorar la tecnología hasta poder dar información que mejore las estrategias de implementación, por ejemplo conociendo los impactos reales de implementación en diferentes tipos de poblaciones o usuarios, según sus características y requerimientos.

Con respecto a la Tabla 4, a veces se puede volver muy rebuscado intentar vincular algunos impactos posibles; en esos casos se decidió omitir dicho vínculo y así ir delimitando el análisis, por ejemplo:

En aerogeneradores se tiene que el impacto categorizado como “calidad de agua” no era aplicable, aunque en realidad, la fabricación de estos generadores, así como su instalación sí requieren del uso de agua para elaborar las piezas metálicas y la extracción de su materia prima.

Algo similar pasa con los paneles fotovoltaicos. Esta tecnología y los aerogeneradores están hechos de metales y, por ende, en su proceso, se pueden relacionar con la minería, actividad que se ha visto como nociva para la calidad del agua. Esta relación es muy rebuscada para la finalidad de nuestro análisis ya que el enfoque que buscamos es el impacto por uso de ecotecnias y no por su fabricación. Eso es lo que en ACV conocemos como delimitación del sistema, pero aplicado a nuestros alcances. En Un ACV sería natural el considerar el impacto sobre la calidad del agua por la extracción de sus componentes en un ciclo de la cuna a la tumba.

Ya que el origen y enfoque del ACV es dentro del ámbito empresarial, busca disminuir el consumo de recursos, así reducir costos y a su vez aminorar la cantidad de emisiones al ambiente (Romero R., 2003) así que, como tal, no es una herramienta diseñada para la medición de impactos por la implementación y uso de ecotecnias. Tiene un enfoque distinto y busca evaluar los impactos que algún producto genera desde su creación hasta su final. A veces también se analiza qué tanto se puede reintegrar al ecosistema al ser reciclado ya que se usó, o cómo contaminará después de ser desechado.

Otra cosa que me parece importante es que, como lo menciona Bare (2006), en la actualidad los tomadores de decisiones ambientales tienen diversos roles y perspectivas, por lo que dentro del LCIA existen varios modelos a elegir, pero en general, se requiere de varias innovaciones para que se puedan incluir más categorías de impacto, más etapas del ciclo de vida y menos datos que

pudiesen complicar el análisis. Además de que los resultados de análisis de impactos pueden ser algo difíciles de comprender para personas que no están familiarizados con la terminología por lo que me parece que valdría la pena buscar un modo de compartir los resultados con los demás de una manera fácil de entender para todos intentando evitar que sea difícil de comprender de manera que un tomador de decisiones pueda encontrarla útil, sea experto o no en el tema.

Debido a las limitantes temporales - económicas y a que ésta solo fue una prueba preliminar de las herramientas que he propuesto para la evaluación de impactos es que no se tomó una muestra representativa y solo se realizaron un par de entrevistas piloto. Valdría la pena retomar este trabajo posteriormente para la elaboración de una metodología más detallada para la evaluación, identificación y medición de impactos de cada ecotecnia en cuestión poniéndose a prueba cada una en campo, ahora sí con muestras representativas, análisis estadístico y la clasificación de los resultados de forma que se tengan números concisos para identificar la relevancia de distintos proyectos de implementación de ecotecnias de acuerdo a sus impactos identificados.

Sugerencias para investigaciones futuras relacionadas

Pienso que valdría la pena hacer un trabajo detallado por cada ecotecnia en el que se ponga a prueba mi trabajo, en el que se vaya a campo y se entreviste a distintos grupos que representen todas las variantes de impacto posibles por el uso de la ecotecnia seleccionada. Para poder valorar a profundidad las herramientas que propongo, para conocer los impactos ya que como lo he mencionado no serán los mismos en la ciudad y en el campo, pero tampoco serán los mismos en

todas las casas de una misma población, así como también cambiarán si estamos estudiando diferentes tipos de usuarios: familias, empresas, etc.

Posterior a la prueba y mejora de las herramientas que elaboré me parece que se debería de hacer un trabajo detallado de la clasificación y análisis de los impactos encontrados en campo en la que se pueda establecer una especie de clasificación por equivalencias con la cual se puedan traducir los resultados de las entrevistas realizadas en el trabajo anterior en valores numéricos para que con ellos se puedan sacar estadísticas que ayuden a los tomadores de decisiones a comprender la importancia de la implementación de ciertas ecotecnias en distintos contextos así como las fortalezas y debilidades de cada ecotecnia en diversas situaciones.

Este trabajo es una propuesta inicial y me parece que el paso siguiente para que se convierta en una metodología como MESMIS habría que hacer un extenso trabajo interdisciplinario e intersectorial (academia, gobierno, empresas).

Investigando acerca de la EIA, encontré los Estudios de Impacto Ambiental (EsIA).

En realidad son un documento que forma parte de la EIA, la definición que encontré es como un resumen de lo que hace una EIA; “son de carácter interdisciplinario y buscan predecir, identificar, valorar y considerar medidas preventivas o correctivas de las consecuencias de los efectos ambientales que ciertas acciones de origen humano pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno.” (Coria, 2008). No voy a basarme en ellas para mi trabajo debido a su enfoque, proponen medidas preventivas o correctivas de cambios en el entorno mientras que a mi me interesa proponer cómo medir cambios, pero me parecieron interesantes y dignas de mencionar ya que le podrían servir a alguien que lea esta tesis.

Anexos

Respuestas de entrevistas

Transcripción de la libreta de campo, audios grabados y las fotos que tomé de las ecotecnias en dos sitios diferentes.

Sitio 1

Con mi compañera Saraí Zavala fuimos a Yunuen, una pequeña isla del lago de Pátzcuaro en la cual habitan aproximadamente unas 20 o 30 familias. Decidí visitar esta isla ya que previamente me contacte con la fundación “La Planta” que es una Organización de la Sociedad Civil y al entrevistar a uno de sus miembros, llamado Salvador Avila, me dijo que de 2009 a 2011 llevaron a cabo un proyecto de implementación de baños secos en conjunto con la Secretaría de Desarrollo Social en el cual implementaron alrededor de 300 baños en la zona del Lago de Pátzcuaro. El me recomendó visitar Yunuen ya que aproximadamente el 90% de las familias fueron beneficiarios del proyecto. Me contaron que tomaron en cuenta tres parámetros principales para elegir a los beneficiarios: Necesidad, cercanía al lago y el número de usuarios por hogar.





Primero visitaron cada comunidad, hablaron con las personas y a los beneficiarios se los llevaron a su “Centro de Educación y Cultura Ambiental” denominado, “Parque Ecológico la Planta” para

darles talleres y enseñarles acerca de los baños secos y la importancia de cuidar el agua. Posteriormente se les dieron instructivos de cómo construir los baños, se les dio el material y un incentivo económico de 3 mil pesos para que ellos mismos los construyeran y no le pagaran a albañiles ajenos a la comunidad. Por lo que me contó Salvador, la idea era que uno le pagara a su vecino por que le construyera su baño y el vecino le pagara a alguien más para que se hiciera una cadena de compromiso en la construcción conjunta vecinal de los baños.

Le pregunté a Salvador por el seguimiento que se le dio a los baños y me mencionó que la última visita fue aproximadamente en el 2016 y notaron que entre el 60 y 70% seguían usando sus baños secos de tierra, ceniza y cal.

Con todo lo anterior en mente, el Viernes 7 de febrero del 2020 Saraí y yo fuimos a Yunuen para buscar a los usuarios de los baños secos y hacerles las preguntas de la sección “Encuestas a usuarios activos”. Al estar en Yunuen, lamentablemente nos dimos cuenta de que a aproximadamente 10 años de la implementación de los baños ahora la mayoría habían cambiado a baños convencionales de agua.

Preguntando llegamos a una casa en la cual nos dijeron que aún usaban el baño seco y a pesar de que no nos quisieron dejar pasar a verlo sí aceptaron contestar nuestras preguntas. Para darle fluidez a la entrevista no pregunte todo en el orden exacto, a continuación podemos ver una transcripción de los apuntes que tomamos de sus respuestas en nuestra bitácora de campo.



Primera Entrevista - Baño seco.

Mujer adulta, joven.

Nos dijo que en su casa habitan 7 personas y cuentan con 1 baño de ceniza (solo le echan ceniza ya no combinaban con tierra ni con aserrín o cal. Para conseguir la cal y el aserrín hay que ir a Pátzcuaro y la cal sale cara además de que la lancha cobra aproximadamente 180 pesos por el viaje redondo.)

El baño está afuera de la casa, cerca de la pila. Ahí antes había árboles y nopales y para ir al baño se iban más lejos, incluso de noche y con lluvia, después ya les apoyaron con los baños secos. Ella no estaba hace 10 años, cuando los de la planta llegaron a implementar el proyecto así que no le tocó el proceso de construcción y concientización pero nos dijo que sus familiares le comentaron que les dieron material para construir y la taza especial.

El baño no esta muy retirado, como a unos 5 minutos de distancia.

Antes tapaban las heces fecales por que un tiempo había muchas moscas pero igual con la lluvia salían las moscas. Fueron a hablar con la presidencia para pedir tazas pero no funcionó y entonces compraban tiras pegajosas para atrapar las moscas.

En donde hacían del baño había un olor fétido y a veces los perros o la lluvia desenterraban y destapaban las heces. Es por esto que les pareció más conveniente tener su baño seco.

Al día suelen ir al baño 2 veces.

Antes salir de noche a hacer del baño no se les hacía inseguro (* cabe mencionar que es una isla pequeña en la que todos se conocen, así que el tener que salir de noche sola como mujer no es precisamente algo que les haga sentirse inseguras ya que la isla es segura).

Sin embargo no les parecía higiénico debido a las moscas y el olor.

Nos dijo que antes se enfermaban mucho y pensaban que era por ir al baño, tal vez por el mal olor o por que salían y se mojaban cuando llovía, se enfermaban de gripe, infección.

Se siente más limpio y bien. Ahora se quema el papel de baño.

Si el baño se mantiene limpio y cerrado no huele.

Todos en la familia hacen uso del baño.

No supo quien dio el apoyo ni cómo funcionó, ella trabajaba en Guadalajara en ese entonces y se enseñó a usar el baño de ceniza ya que regresó a Yunuen pues no tenían antes el servicio y los fomentaban a construirlo. Nos contó que antes regalaban el aserrín en las carpinterías de Pátzcuaro pero que ahora se compraba.

Primero hacían al aire libre, luego empezaron a tapar las heces después de hacer al aire libre, luego tuvieron un baño de aserrín que ellos construyeron y al final les dieron el apoyo del de ceniza.

Conseguir aserrín en Pátzcuaro era difícil por que se acababa. Aprovechaban el viaje para otras cosas e iban cada viernes, una vez a la semana. A veces revolvían con ceniza. Ahora ya tienen 2 y

uno ya lo cerraron para hacer tierra. Antes que solo era un hoyo, cuando se llenaba lo dejaban de usar. Sabe que la tierra del baño se puede echar a las plantas.

Dijo que tarda como 3 años en volverse tierra ahí mismo en el baño.

También nos dijo que algunos no quieren usar la tierra para las plantas por que dicen que el sabor de la comida cambia. Ellos tenían un chayote pero se les marchitó, decidieron echar ahí lo que sacaron de su baño (la tierra) y el chayote volvió a salir y dio muchísimos chayotes, tantos que los tuvieron que vender pero algunos vecinos les dijeron que los cayotes sabían a orines por lo que sus familiares decidieron ya mejor no usar la tierra del baño para las plantas comestibles. A ella no le supieron a pipi, simplemente le pareció que tenían mucha agua. Nos dijo que la gente no sabía que se usó tierra del baño para los chayotes. Nos dijo también que les dieron un curso de composta y les dijeron que lo podían usar en las plantas pero sus familiares no querían.

Dice que la gente aún piensa que la tierra del baño, aunque ya no huele, sigue siendo excremento. Toda la familia, menos ella, ya quieren cambiarlo por un baño de agua.

A veces van visitas y les da pena ofrecer su baño por que ellos sienten que como están acostumbrados al de agua pensarán que el de ceniza está sucio.

El agua se cobra.

De mantenimiento lo que hacen es limpiarlo, eso le lleva unos 10 minutos y lo hacen 1 veces a la semana.

Abrir y sacar la tierra lo hacen como cada dos años y se tardan casi toda la tarde en sacar la tierra, lavar la cámara de recolección y dejar secar el baño. Lavan la cámara con agua, no supo el por qué había que lavarlo con agua.

Nos dijo que todos los días combinan tierra con ceniza que sale de la cocina y la ponen en un recipiente para echar la tierra. No tardan en hacer la mezcla, tal vez 3 minutos.

El contenido de la cámara seca se saca y se amontona afuera del baño. Antes se le echaban a el higo, caña. Ahora solo lo amontonan.

Nos dijo que no le han hecho modificaciones la baño. Lo único fue agregarle a las ventanas nylon para que entre luz pero no los insectos.

Le pareció que el baño de ceniza les da beneficios económicos por que no tienen que pagar más agua. Al mes pagan 120 pesos de agua y el agua les cae 2 veces a la semana pero no los dejan usar esa agua para regar las plantas. Si su baño fuera de agua les saldría más caro, además de los costos de instalación del nuevo baño, el tanque, mangueras, etc. Además el espacio que tienen para sembrar lo tendrían que usar para la pila del baño. Nos contó que utilizan hojas secas que barren en las calles para sus plantas.

Ella se siente bien con el baño pero el resto de su familia no y quiere cambiar de baño. Dice que no sabe por qué no lo quieren y que ella sí lo recomendaría pero pues que los demás ya lo utilizaron y no les gustó.

También nos mencionó que mucha gente quema la basura, la mayoría. Quieren solicitar un lanchón que vaya por la basura y se la lleve a Pátzcuaro, como en Janitzio.

El baño le parece conveniente y cómodo ya que no se mojan y es privado por que nadie te ve.

Ahora solo usan la tierra para las flores. No nos dio recomendaciones.

Preguntamos por su cocina y nos comentaron que cuentan con un fogón que ellos hicieron cortando un tambo de fierro a la mitad y le pusieron el comal por que antes tenían otro de piedra pero era muy cansado para las rodillas y espalda.

Segunda Entrevista - Calentador Solar

Sexo del entrevistado: Masculino.

En su casa viven 5 adultos y 5 menores.

Antes se bañaban calentando el agua con leña o ponían a veces una tina con agua al sol para que el final del día el agua no estuviera fría.

7 leñas de encino (por que dura más que otras maderas) y había que calentar agua varias veces (para que se bañen 10 personas), combinaban agua fría y caliente para que quedara tibia. A veces los niños compartían el agua caliente que alcanzaría para un adulto. No se bañaban todos el mismo día, se bañaban 2 o 3 veces por semana.

Antes se bañaban detrás de la casa, al aire libre y hacía frío y viento pero a veces se bañaban en la noche por que había menos viento. En otras ocasiones se bañaban en el lago.

Con el calentador solar en 2 horas se calienta solita el agua para que se bañe una persona.

Antes compraban 220 pesos / carga, cada carga es de 20 leños.

No se bañaban con agua fría.

Sacan agua desde la bomba. Se cooperan cada mes, para la luz también. Dice que toda la isla coopera.

El agua potable viene de un pozo profundo y se reparte.

En casa ahora tienen 1 regadera y un calentador de tubos al vacío para 4 personas. Se pueden bañar las cuatro y en una hora se vuelve a calentar para otras 4 personas.

El entrevistado compró el calentador y todo. Lo fue a comprar en pátzcuaro y le costó 3 mil pesos mas 1000 de la instalación. Lo compró en junio del 2019. El agua caliente del calentador se utiliza sólo para bañarse. No ha tenido ningún problema hasta ahora, ni modificaciones.

Ya no han vuelto a usar leña para bañarse.

Cuando está nublado a veces queda medio frío pero con que salga el sol unas dos horas se calienta.

No hay que darle mantenimiento así que no gasta ni dinero ni tiempo en eso.

Siempre debe de tener agua el sistema porque si no se truenan los tubos por lo que constantemente lo revisa y a veces con cubeta rellenan el tinaco por que con la presión de la bomba a veces no

alcanza a llegar el agua. Les toca llenar con cubeta como 2 veces por semana y entre todos se tardan como media hora en llenar lo suficiente el rotoplas. No requiere cambiar nada.

Ahora tienen un baño privado y ya no les da el viento frío en lo que se bañan. Todo está bien con el calentador, ya solo compran agua para la comida. Se bañan la misma cantidad de veces que antes pero es más fácil por que ya no tienen que ir a darse “Chapuzones”

La verdad si recomienda el calentador pero es una inversión fuerte y cree que a los vecinos les hace falta dinero para comprarlo.

Hay dos bombas, cuando se acaba el agua profunda toman de la otra bomba que está a orilla del lago.

No pudimos pasar a su baño òr que estaba cerrado y la hija se fue a la escuela con la llave. Tenían una cubeta ya lista con la ceniza afuera, cerca del baño por lo que se ve que sí lo utilizan pero probablemente principalmente las mujeres de la familia. El señor me dijo que en esos casos a el le toca esperar a que su hija vuelva para usar el baño. La puerta trasera de la cámara de recolección se veía ligeramente entreabierta.

Hice cuentas con el y me dijo que al mes son como 400 de leña por lo que al año serían 4,800 pesos así que para familias de 10 personas como la de él, en un año se termina de pagar la inversión del calentador. Pero bueno, otra inversión sería el cuarto de baño si es que no se cuenta con uno.

Tercera entrevista - Estufa

Sexo de la entrevistada: Femenino.

Tienen una estufa de gas, una ahorradora con chimenea y un fogón de leña al aire libre.

También tienen un calentador solar.

La estufa de Gas la usan para calentar la cena de rápido o para hacer algo rápido de desayunar. O también para cuando hace frío y prefieren no salir de la casa. La leña no siempre la usan por que humea mucho pero la ahorradora tarda más en calentar la comida, no se le puede poner mucha leña al mismo tiempo, la usan principalmente para calentar tortillas dos veces a la semana. En la casa, de manera constante viven solo 2 mujeres, la mamá y la hija. Pero a veces rentan cuartos cuando en las fiestas regresa mucha gente.

Para obtener el gas a veces viene una lancha y otra lancha es la que trae agua para tomar en garrafrones. Cada bote viene cada dos semanas.

Ellas compran gas cada 2 meses o más y el tanque les sale en 600 pesos con todo y la propina. Tienen 2 cilindros para evitar problemas. Antes les duraba menos porque “nitaban” para el agua (o también con leña y ya se ahorran).

80 leños por 100 pesos. Antes primero calentaban con leña, luego usaron el boiler de gas un tiempo y ahora usan el calentador pero los cuartos que rentan si usan gas.

La leña para bañarse la usaban hace como 40 años.

Gas-boiler-no lo utilizaban mucho porque el gas no venía a surtirles. Cuando su hermano vivía ahí les ayudaba a cargar los cilindros de gas pero ya que se fue se volvió muy complicado y difícil. Casi no usaban gas para bañarse, preferían leña para guardar el gas para calentar comida con la estufa de gas.

Con leña tardaba de 15 a 20 minutos en calentar; rápido lo prendían.

Calentaban agua varias veces según los que se iban a bañar.

4 leñas por persona o un manojo de ramas que recolectaban.

Tienen que ir en lancha a comprar leños, antes iban en sus canoas a otro cerro, ellos tenían una canoa propia. Ya no, ahora les toca pagar para salir de la isla. Las lanchas cobran 300 pesos por traer leña, trae como 5 o 6 cargas de 80 leñas. El servicio se lo dividen entre varios.

Antes usaban de 3 a 4 cargas al mes, cuando era calentar en leña exclusivamente y también por que vivían más. No se bañaban diario, se bañaban cada tercer día y así lo siguen haciendo.

Les toma 2 horas el ir por leña. Si hacía frío o si llovía no se bañaban.

Cuando llueve si cocina adentro porque el fuego del fogón se apaga. Solían bañarse en baño adentro también. Mucho tiempo atrás, cuando no estaba la casa se bañaban debajo de algún árbol.

Su casa lleva unos 45 o 50 años.

Calentador para 2 regaderas

A veces aún usan el boiler y bueno, rentan cuartos en día de muertos y usan el gas.

Llevaron 5 años con su calentador y fueron los primeros en la isla en tener uno.

Es un calentador de 8 tubos.

Calcula que 6 personas se bañan con agua de una sola calentada.

Hermanos le apoyaron con el dinero. Parece que le salió en 6mil pesos. Supone que lo compraron en Pátzcuaro.

También usan esa agua del calentador para lavar trastes o remojar ropa. Sacan esa agua caliente para que no se esté tirando.

Sin problemas con el calentador.

Ya no usan leña para calentar agua.

En alguna ocasión se le tapó y ya no salía el agua, llamó a uno de los encargados en la isla de la administración y le dijo que seguro era una válvula tapada, tal vez por el sarro. Se lo arregló y le cobró 150 pesos por la mano de obra. En repararlo se tardó de 45 minutos a una hora, approx.

Beneficios: más práctico, más rápido, más cómodo y la pueden usar para más cosas, no solo para bañarse.

Antes cargaban los botes de agua caliente para llevarlos al baño y ya no. Están felices con el calentador.

Sí lo recomienda a gente a la cual le gustaría tenerlo algún día.

Nos dijo que aquí la gente suele usar más leña por que es más barata que el gas.

Cuarta entrevista - Baño Seco de la familia Guzmán.

Señores Gerardo Guzmán y Andrés Guzmán.

Sexo de los entrevistados: Masculino y femenino

*Toda la familia estaban comiendo y nos invitaron a comer con ellos, después los entrevistamos y todos se quedaron en la mesa escuchando y contestando las preguntas pero bueno, principalmente el padre y madre de familia. Eran 8 personas de los cuales 3 eran niños.

Tienen en casa 2 baños de ceniza pero solo usan uno.

Antes hacían en un pozo con unas tablas y una taza. Se llenaba el pozo y abrían otro. Les ponían ceniza o cal para el olor. A su baño seco ahora le ponen ceniza del fogón y del horno de leña y de vez en cuando también le ponen cal.

A veces se les hace mucha lata el baño de ceniza. Por ejemplo cuando hay que quitar la manguera de los orines, luego se revolvía y olía feo o se soltaba la manguera sin que se dieran cuenta y había malos olores.

Para fiestas no es recomendable porque mucha gente lo usa y no tienen el cuidado, los niños suelen tapar el canal de la pipi, etc. Pero bueno, con agua caliente se puede destapar el tubo de la pipi.

Dice que en efecto, mientras que la manguera no se suelte y el líquido no caiga o así, no huele mal.

A veces en tiempo de lluvias se mete el agua y huele feo.

Van al baño de 2 a 3 veces al día.

3 o 4 años -> duraba cada pozo y tardaban en hacerlo y armarlo como 2 días.

Su baño actual no tiene moscas.

Todos lo usan, menos el más pequeño por que lo tapa, se pone a jugar en el baño o no le alcanza.

De mantenimiento pues lo limpian y queman la basura cuando se llena la cubeta.

Por su baño seco no pagaron nada ya que fue un proyecto.

Cuando se llena les comentaron que podían usarlo para las plantas. 6 meses sin ocupar y luego lo sacan, revuelven tierra.

Les dura más que la fosa, como un año. Hay dos tazas.

No dejan que se llene totalmente, no lo usan en todo el siguiente año.

A veces se lo ponen a los limones.

Les comentaron que la pipi con agua era “pipisante” para espantar a los bichos de las plantas.

Dejaron el cuadro para apartarla, pero no lo hicieron. Actualmente solo se va al suelo.

Cree que muchos se aburrieron de ese proceso.

En las cabañas tienen fosa séptica. Cámara con grava, arena, vidrio. Tipo un filtro que va secándose. En casas las fosas cae directo, se le pone respiro para que no explote el gas.

En un día sacan y revuelven con tierra lo deja secar por que se alcanza a humedecer y ya luego a las plantas.

Ceniza y cal. La cal se compra y eso hace que sea mucho gasto. Sale como en 80 pesos el bulto pero como era mucho trabajo y dinero dejaron de usar la cal. Antes la compraban en Pátzcuaro o en Pácuaro.

Ellos sí sabían que fue un proyecto de “la Planta”: Se nos pagaron \$3,200 por cada baño y aparte se les dio el material. Les dieron un croquis de cómo hacer el baño , las medidas y demás.

Algunos le modificaron algunas cosas como el techo, él también la hubiera modificado algunas cosas pero no sabía que se podía.

Les dieron hasta el recipiente de barro para la ceniza y todo. Baño seco de 2 cámaras. Fueron a un taller a la planta, incluyó transporte, comida, desayuno y todo. Junto con pacanda, ucas, puacuaro y cucuchucho.

Muchos pensaban que iban a pedirles dinero

Pensaban en hacer baños de agua, pero se sintieron muy cómodos con él. Como 8 años atrás.

Uno lo usan como bodega por que con uno es suficiente y está más cerca.

Le gusta pero cree que es mucho mantenimiento.

Sí le parece conveniente pero quieren cambiarlo a un baño de agua.

Recomendaciones: muchos tuvieron la falla de la manguera. Si la manguera se enroscara sería mejor porque no se saldría. Tampoco les gusta darle mantenimiento, vaciar la compostcaja.

Para limpiar le dio asquito la última vez que le tocó. Pero con la cal cree que ya no sería así, se secaría más, etc. pero igual no le echan cal.

Antes tuvieron uno de aserrín pero no funcionó.

Nota: Mientras recorríamos la isla vimos que muchos ya habían cambiado a baños de agua y varios baños secos ahora se usan de bodega, este también es el caso del centro turístico de las tirolesas hacia Pacuaro.

Sitio 2

Gracias a el profesor José de Jesús Fuentes Junco y la maestra Carla Noemi Suarez Reyes tuve la oportunidad de ir a hacer las entrevistas en una comunidad llamada el Laurelito que se encuentra en Tumbisca, Michoacán. En esta ocasión mi compañera Gabriela Isabel Díaz Cervantes tuvo la amabilidad de acompañarnos y ayudarme a anotar las respuestas de los entrevistados. El profesor Fuentes lleva más de 10 años trabajando en conjunto con esta comunidad y logramos levantar información de un par de calentadores solares, estufas y sistemas de captación de agua de lluvia. Como aspectos generales en la comunidad notamos que para bañarse se suele calentar el agua con leña o gas, los pocos calentadores solares que se encuentran fueron donados por parte de otra

universidad a familias con las que tenían una relación cercana. Muchos tienen estufas de leña aunque no todos ahorradoras. Además si cuentan con acceso al agua que usan para cocinar y a veces tomar pero en la época de secas de los últimos años han empezado a notar la escasez, es por ello que se animaron a tener sistemas de captación de agua de lluvia. A continuación podemos ver lo que nos contestaron.

1) Estufa ahorradora

Sexo del entrevistado: femenino

4 personas usan la estufa

Antes de la estufa cocinaba en un fogoncito que tenían dentro de la casa de su suegra que está cerrada. Ahora tiene una en su casa de abajo pero aún no está terminada. El “fogoncito” anterior estaba tapado de los lados pero como no tenía tubo se venía mucho el humo, la de ahora ya tiene tubo pero en lo que la entrevistábamos estaba cocinando afuera en una que tampoco tenía chimenea.



Podemos ver dicha estufa a continuación, esta conformada básicamente por tabiques sobrepuestos.



La entrevistada nos dijo que la anterior usaba más leña que la de ahora.

La leña la sacan del cerro, va el suegro o su esposo por ella e invierten en eso como un día.

Dependiendo de cuanta traen es cuanto les dura. Cuando van a traerla la compran y traen en una camioneta. El viaje sale como en 800 pesos. Aproximadamente nos dijo que les dura unos 3 meses.

Dice que a la suegra no le dura casi nada por que tiene la estufa prendida todo el dia y las paredes ya se le están rompiendo, es como de fierro, dijo que era “ecológica”. A continuación podemos ver una foto de ésta. Nos dice que la ve muy chueca y sospecha que es por el calor, además de que se está oxidando por dentro, ésta la tienen desde hace como un año.



La de la entrevistada es estufa de pura tierra. Pero también entendimos que tiene una ahorradora desde hace como 2 años. Pero también prende la de gas, la metálica la usa básicamente solo para las tortillas y para lo demás usa la otra que está fuera, en la que la encontramos que es de su suegra pero se la presta. En total ella hace uso de 3 estufas diferentes. Una metálica ahorradora, una de como tabique/tierra que dice ellas mismas hicieron y la de gas.

Cuando necesitan gas llaman y no tarda en llegar. Llega como en 2 o 3 horas. Como no la usa tanto un tanque de como 500 pesos les dura como 6 meses. “Yo digo que la leña sale mas cara

por que mi suegra dice que a veces varía lo que la camioneta trae” si la camioneta sale en 800 y dura 3 meses pues el gas está mejor.

Si el gas sale más barato porque prefieres la leña o la sigues usando? La leña calienta más rápido y hierven más rápido las cosas.

Cerca de la estufa suelen estar la suegra, ella y los niños.

Con respecto al humo: Antes había mucho pero ahora con el tubo ya no tanto. El tubo lo limpian cada 15 días para que no se tape y el humo no se regrese. Esto lo hacen con un palo largo y se tardan como media hora en hacerlo. La ceniza la sacan varias veces al día.

La leña de pino casi no hace braza pero la de encino y madroño sí.

Antes con el humo se irritaban mucho los ojos. Nos mencionó que tal vez podrían tener problemas en los riñones por el humo, eso le dijo un doctor a la suegra por una molestia que tenía. Tanto la estufa anterior como la de ahora son elevadas, no están en el suelo.

La estufa de metal fue un apoyo de gobierno y no les costó nada de dinero, solo tuvieron que entregar documentos al aplicar para el programa. Es una estufa ecológica y la usa 3 veces por semana, la suegra la usa todo el día. Lo único malo es que el tubo de salida se tapa mucho.

Se siente bien con su estufa, sí la recomendaría.

2) Estufa de Tierra

Sexo del entrevistado: femenino

Tiene “fogón”, estufa de tierra pero con salida de humo.

Ella y su esposo la hicieron. Le pusieron un huequito para el nixtamal, como un mini fogón pero con paredes en el que se pone la masa a fuego directo para el nixtamal.



Le dan mantenimiento seguido, como cada 15 o 22 días poniéndole más tierrita, como resanando los cachitos que se van cuarteando o ensuciando. En darle su arregladita se tarda poquito, tal vez como unos 20 minutos por que ya le saben. A este mantenimiento le llaman “enjarrar”.

Casi cada tercer día la dejan prendida todo el día, los demás solo por las mañanas. Cuando toca poner frijoles o nixtamal si es todo el día. Si la prende todos los días.

En la casa son 6 y en la tarde casi todos se reúnen ahí. Cuando hace frío sí se reúnen cerca de la estufa. En las mañanas el señor mayor que vive ahí se arrima a la estufa.

Limpian el techo de vez en cuando, con la escoba sacude el hollín. Mantenimiento.

Tiene ganas de arreglarle agregando unos tubos para que el humo se vaya más para afuera pero igual el techo es abierto así que no se queda todo el humo adentro.

Antes de esta estufa tenían un tambo de metal cortado a la mitad y esa era su estufa solo que era más incómodo. Ocupaba la mesa y ya no podía poner cosas ahí, además de que como se calentaba todo el tambo había que tener cuidado de no quemarse. Además cuando cocinaba en el tambo luego había un olor feo, probablemente por lo que antes se guardaba ahí. El tambo estaba en el corredor pero allá no estaba agusto, era incómodo y tenía que andar de aquí para allá, el humo se metía al cuarto en donde duermen y si la leña estaba mojada hacía más humo. Cuando se metía el humo al cuarto rápido se salían y si no tenían que aguantar la incomodidad del humo pero ahí no duró ni un mes.

La estufa que ellos hicieron tiene como 20 tabicones en la base y para parar el comal. Eso está recubierto de tierra. Llevan 4 años con su estufa y comal. La leña la traen del cerro cada medio año, llevan una camioneta normal y les sale mejor por que el bultito “carga” la venden en 100 o 150 pero en la camioneta pueden traer como 10 cargas que le duran como medio año. La leña que traen es de encino porque es la que aguanta más. La ceniza la sacan casa como 2 días.

Nada más va el esposo por la leña y se tarda como medio día. Renta la camioneta y le sale en lo que se gasta de gasolina.

No ha tenido ningún problema con la nueva estufa.



3.1) Sistema de captación de agua de lluvia

Sexo del Entrevistado: Masculino

En la casa habitan 10 personas

Antes juntaban el agua en botes de ser necesario pero casi no fallaba, con el depósito en el que se almacena era suficiente, el encargado le abría una hora o dos horas y con eso era suficiente para

toda la comunidad, les llegaba diario por manguera pero desde hace como 5 años empezó a bajar la cantidad de agua y ya no alcanza. Cuando no les alcanzaba les tocaba comprar pipa desde Jesús del Monte o desde Morelia. Cuando piden pipa no sabes a qué hora llega así que siempre tiene que haber alguien en casa para recibir la pipa. A alguno le toca quedarse a esperar y estar al pendiente. Entre ellos se ponen de acuerdo y el que no tiene muchas cosas que hacer es el que se queda.

Con el sistema tienen como unos 5 años pero ya no funciona muy bien por que se mina el agua, “como que no quedó bien” aunque se llene toda el agua se tira. Ahorita no tiene ni la mitad. Tiene como 2 años que se mina el agua. Aún no hemos intentado repararlo, no estamos esperando a que no tenga agua. Lo que vamos a hacer es ponerle un como impermeabilizante, se hace una capa que se aplica con brocha. El bultito de 10 kilos sale como en 2 mil pesos y con que impermeabilicemos la parte de abajo pues ya podríamos taparlo.

Modificaciones, solo se le ha puesto más baba de nopal por dentro una vez.

Cada cuánto llueve? Acaba de llover el 3 y 4 de febrero. Este año casi no llovió. La verdad no hemos puesto atención en cuanto llueve pero con lo que llueve se llena. Cuanto les dura? Casi no se usa, nada más durante la sequía es cuando la usamos.

En abril es cuando se pone más duro que casi no hay agua.

A veces en los primeros días de mayo llueve poquito, una lluvia o dos pero a finales de mayo ya comienza a llover.

Si nos ha pasado que se nos termina el agua almacenada antes de que regrese la época de lluvia pero este año estamos sorprendidos de que todavía hay agua de la del depósito. Hemos estado hablando de juntarnos para comprar más manguera por que algunas ya están muy viejas y con poquita agua que se tire pierde fuerza el agua y ya no llega igual.

Incluso cuando no se minaba el agua a veces les tocaba comprar pipa por que no alcanzaba. Cuando se puede se bañan diario pero para bañarse no se ocupa tanta, para la ropa y lavar es para

lo que se ocupa más. El SCALL recuerda que son como 10mil o 15 litros de agua, “pero el que se acuerda bien es mi papá”.

Para la construcción, alguien nos estuvo supervisando y nos fue diciendo como hacerle pero desde un principio lo vimos como que mal. Es buena opción pero desde que nos dijo como vimos que no iba a aguantar por el mal trabajo que nos decía, se supone que estaba bien capacitado para el trabajo pero pues no. desde el principio que empezamos a ver, desde la preparación del cemento vimos que no. nosotros tenemos experiencia de la construcción de casas y vimos que era diferente. Creo que toda la gente tuvo problemas de eso, de que se mina el agua.

Usted cómo le habría hecho para que no pasara eso?

Pues hay más formas. Ahora para la mezcla que se le aplica, para que no truene, hay unas bolsas de algo que se llama fibra. Son como pedazos de costal que deshilan y echan a la mezcla. Eso ayuda a que quede bien maciza y ya no se truene. Eso es lo que le echan a las casas y en donde trabajamos si ayuda mucho. Nosotros lo vimos mal pero dijimos, pues ellos son los que le saben, así que les hicimos caso. Pero luego nos dejaba el señor, se iba y no estaba al pendiente. A veces no llegaba y pues uno tenía que darle a cómo sabía.

Ustedes pusieron el material? No, con todo nos apoyaron, nada más con lo que nos tocó fue con la mano de obra.

Para el agua que nos llega en tubo o manguera pagamos como 50 pesos al mes. No es que se este cobrando pero llegamos a ese acuerdo para con ese dinero comprar las mangueras o cosas así. La gente estaba diciendo que querían hacer otro depósito por que no es suficiente y pues el dinero es para eso, para todos y fondos de ahí mismo.

Para qué usan el agua? Para bañarse, el baño, lavar ropa, la que viene de aca también es para tomar, es limpia, viene del cerro, la usamos para tomar y cocinar.

Entonces como le hacen para cocinar y tomar agua cuando el depósito no tiene agua y no les llega

de las mangueras? Mire por lo regular si cae mínimo para tomar en las secas. Es lo que previene uno, para cocinar y para tomar es lo que cuando no hay uno aparta para el consumo y ya la que se compra es para lavar o hasta para bañarse. La pipa sale en como 700 pesos y se llena casi todo el tambo, depende del tamaño de la pipa que llega. Hay varios tamaños de pipa, ya depende de como este uno.

Y el techo como es? Todas las losas tienen su desnivel para que el agua corra. En todas se le deja, aunque no esté programada para eso entonces ya los tubos nada más llegan y se conectan. Siempre toda la loza se deja preparada para que corra el agua. Se le deja una salida o dos. Nomás se llegó y se conectó, es más fácil por que ya estaba el desnivel, se le tiene que dejar para que no se estanque el agua y no se dañe el techo de la casa. No tiene mosaico ni nada, es solo es cemento.

Mantenimiento: Hay que subir a barrerle por que si no eso tambien provoca que se tape. Lo hacemos cada vez que vemos que se va a venir el tiempo de aguas. A veces también se lava peor dependiendo del agua, entonces se desconecta el tubo de la cisterna. En la primer lluvia se lava y ya luego se colecta. No hay canaletas. Hay un pedazo de malla en el techo, por donde empieza el tubo. Solo ese filtro. No hay bomba pero hay una llave en la parte de abajo, esa se abre y de ahi sacan agua y rellenan los tambos que están dentro de la casa. Si no hay agua llenan un tambo para bañarse. Cuando hace frío la calientan en un bote grandote con leña. No usan resistencia por que jala mucha luz y tarda más. Con la leña se calienta rápido. En un ahora calentamos lo de 3 o 4 personas.

Como cuanto mide el área de recolección. Recuerdo que eran como 100 metros cuadrados pero no todo llega al tanque. Como es de dos desniveles la mitad es lo que llega al tubo. Pero con la mitad es suficiente.

En un día de lluvia no sabemos cuánto sube la pileta porque algunos dias esta todo el dia lloviendo y otros solo una hora o media hora.

A veces lo vacian y lo lavan? Si, a veces. Cada que se va a llegar el agua por que en las secas si no hay agua no podemos vaciarlo. Hay que aprovecharla.

Como le dan el mantenimiento: pues con cloro y jabón y con agua se lava. Es rápido, uno se mete, cabe bien. Es rápido.

Nos parece cómodo, nos ayuda mucho pero a uno mismo.

Siente que su vida a cambiado de alguna manera ahora que tienen el SCALL , si por que ahora hay en donde aprovecharla, en donde almacenarla.

Uno siente hasta mas agusto el aprovechar el agua. Antes si se complicaba por que la verdad ahora más que nada ya todos trabajamos entonces ya hay más de donde apoyarse, no dejamos solo a papá pero antes no, íbamos a la escuela secundari y no podíamos gastar el agua por miedo a que se acabara, para mi mamam que la pudiera usar. Ahora ya sabemos más o menos cuanto rinde y así la vamos usando. Ademas ahorita ya varios nos casamos y ya es mas familia por eso le digo que sí es muy útil. Antes eramos como 6 u 8 pero ahora con los niños ya somos como 12. Ah no y mi hermano de abajo, con su familia. Hemos de ser como 16.

Sí lo recomendaría a otras personas pero que hagan las cosas, si es un albañil a como ellos saben.

Es que lo que veíamos era que... pues uno está acostumbrado a aventar la mezcla, agarra su cuchara y listo. Pero el señor no quiso por que agarra aire y no se que mas. El era el que sabía entonces pues agarraba la mezcla y nomás la embarraba pero al hacerlo así no agarra. Uno ve que queda muy nada más como por encima. El otro señor nunca cuchareaba. Una cosa es la práctica y otra la técnica porque ahora sí que como un tiempo que nosotros trabajamos aquí en interceramic me recomendaban a colocar pisos. Los patrones llegaban y te decían algo pero uno es el que lo hace, uno es el que lo sabe. Ellos nomás ven y dicen pero no es lo mismo a hacerlo. Yo lo ha hecho y llevamos años en esto. Ahora si es que así se hace. En la tienda no saben como esta la cosa. No

hay nada como el que ya lo ha hecho. Yo vi que si es bueno pero eso fue. Mejorar la construcción. Pero bueno, cuidando más la construcción si lo recomiendo

3.2) Calentador solar

Entrevistada: Señora doña Ale

En casa viven 4 personas

Antes de tener el calentador calentabamos en un bote de fierro en el fogoncito.

A veces calentabamos una cubeta por persona, antes estaba otro de mis hijos con su esposa. Luego calentabamos la olla más grande para unas dos personas.

¿Cómo cuanto se tardaban en calentar la olla? Despacito una media hora pero como luego todos nos queríamos bañar unos 20 minutos. Y eran 20 minutos por persona entonces si nos bañabamos 4 era más de una hora calentando el agua. La primera en bañarse era yo por que al rato los muchachos se despertaban y se querían bañar pero me apuraban entonces mejor yo me bañaba al principio o al último peor ahora con el calentador si se siente mucha diferencia.

Tenemos solo un baño que ya estaba, metiamos una cubeta y ya ahi nos bañabamos. Yo para la regadera como que no me acomodo todavía así que yo todavía le abro a la regadera y aparo el agua para bañarme en la cubeta.

Y el gas está muy caro.

Con el calentador estoy muy cómoda, se ahorra uno tiempo y mucha leña ¿Como cuánta leña se gastaban? A veces si gastaban mucha porque estábamos échele y echele para rápido, y cuando nos bañabamos todos si era bastante leña. Ya cuando solo nos bañabamos dos pues no era tanta por que despues de hacer las tortillas yo arrimaba el bote al fogón. La verdad corrí con mucha suerte por que yo no pagué nada, esto me llevo asi gratis. Una maestra que me

conocía luego y me pregunto si tenía baño, le dije que sí, se pasó y me dijo “ señora Ale, no le gustaría que le regaláramos un calentador?” y yo no lo podía creer, lo único que tenía yo era el tinaco y entonces ya la maestra gaby solo me pidió que llenara un papel de como estudio socio económico y se fueron.

Mi hijo se burló diciendo que todavía ahí estaba yo de crédula pero a los tres días ya estaban de vuelta con todos los materiales. Al día siguiente llegaron como 8 estudiantes con un maestro y entre ellos, estaban como haciendo un servicio o algo y pues traían hasta su comida pero me daba pena con ellos que vinieran tan retirado y no les diéramos nada.

La verdad nos ha ayudado mucho por que la verdad yo tengo una estufita de gas y cuando yo no estaba mis muchachos, para rápido, arrimaban la ollita ahí a la estufita y cómo me dolía que se gastaran mi gas. Esa la usamos ya nada más cuando mis hijos van con prisa y tienen que salir a trabajar en la mañana, para su desayunito pero en el día yo tranquilita con mi fogoncito ahí estoy.

Cuando hace mucho calor hasta brota de lo caliente que está. Es mucha ventaja. Solamente que de a tiro este muy frio el dia y que no salga para nada el sol es que no calienta y ahi si notamos que rápido se acaba pero si no si calienta. Pero de todos modos nadie se baña porque hace mucho frío.

Ayer se bañaron dos, antier mi nuera con sus niños porque ella no tiene nada y la invito a bañarse aquí, y pues yo. Ahora que si dios me da licencia me baño al rato, ella alo mejor a su niño y ya mañana sabado igual y ya hay más bañadera que llegan todos. Ahorita ya nadamas estoy yo con mis muchachos y esposo.

De antes si hay mucha diferencia en la compra de leña. Antes tenían que traer hasta dos tres veces el burrito un montón de leña para que nos alcanzaba, ahora con solo una nos alcanza para toda la semana o luego a mi muchacho le prestan del trabajo la camioneta y me ha traído así una poquita

de leña y esa uy, me dura.

El burrito lo compro mi esposo para sembrar su maíz.

La leña la sacamos del monte, del ejido de su papá o de por aquí que mientras no talemos árboles no nos dicen nada. A veces mi esposo se va en la mañana como a las 9 y ya regresa como a las 12 o como a la una. Depende de qué tan retirado vaya.

El calentador me lo pusieron hace como 5 años.

Mantenimiento? Una vez que hizo mucho aire se cayó la tapa del tinaco y me quebró un tubo ,, fue la única vez que le hemos que tenido que cambiar algo y nos costó 300 pesos. Y bueno en una ocasión lo limpiaron, lo vaciaron y todo para lavarle.

Es de 9 tubos.

Si hace calor a veces nomás nos bañamos con la del tinaco pero igual si esta muy caliente el agua y brota intentamos sacarle por que no vaya a ser que truene de lo caliente.

El agua caliente la usan solo para bañarse o para algo más? Pues mas que nada solo para bañarse, será muy raro que saquemos para algo más.

Y cada cuanto le dan mantenimiento. Tal vez van como unas tres veces. Tal vez cada año y medio. Pero mejor lo hacen mis hijos o mi esposo por que yo si me puedo subir pero luego hay que cargar cosas o así y es algo pesado, mejor ellos entonces yo si les digo cuando siento que ya hay que limpiar el tinaco.

El tinaco se llena con la misma manguera que va para donde tengo yo mi pila para lavar la ropa.

En cuanto llenó mi pila ya lo conecto al tinaco.

Y todo el año tiene agua? Sí, será muy raro como en abril o mayo que a veces se empieza a escasear. Entonces trato de un día llenar la pila y el otro el tinaco por que me da miedo que se vaya a tronar si está seco. Eso me dijeron los maestros, que tengo que ver que no estuviera nunca vacío. Solo en una ocasión que no tuvimos nada de nada mis muchachos compraron una pica,

uno se subió y ahí estuvieron llenando el tinaco con botes por que ese año si se nos termino feo el agua.

¿Cómo se siente con su calentador? Pues bien, es una cosa muy servicial por eso yo si trato de cuidalo mucho.

¿Siente que aún está en buen estado? Si, está bien y ya lleva 5 años.

¿Le falta agua caliente? Con la que tiene es suficiente.

Si se la recomendaría. Le he dicho a mis hermanos y a mi familia, luego viene y yo les comento.

Los de san josé de las torres compran y me dicen que sí es complicado porque tienen que salir a trabajar a morelia y tienen a los niños y demás entonces es un sacrificio pero vale la pena ahorrarlo.y yo le dije a uno que se burlaba pero le dije, que con esos 50 pesos cada 8 dias que pagaba de leña tenía que ir ahorrando y nomás se reía pero ya me dijo que ya casi lo ahorra para comprarse su calentador.

El agua caliente si rinde, en una ocasión vinieron como 6 familiares que no tenían nada de agua y todos se bañaron. Ahora ya tienen su calentador. Los dos se metieron a trabajar y se compraron su calentador por que si es muy servicial.

3.3) La Estufa de doña Ale

Se la hicieron unos muchachos hace como 9 años que venían de un programa de gobierno que se llamaba “codeco” o algo así. Tal vez fue cuando estaba el Godoy. Venía un señor con un muchacho y lo armaban pero este ya lo hizo uno de mis hijos que se quedaba viendolos y luego les dijo, yo les ayudo a hacerlo y ya así aprendió. Nos las hicieron a varias por aquí pero algunas que no les gusto la tiraron peor la mayoría si las tenemos.

Esta hecha de arena, cal, tierra y varilla en medio. Como que ponían unas bases (moldes) y las rellenaban.

Solo nos cobraron del material 150 de la arena y cal.

Tiene su nixtamal para preparar las tortillas.

Su estufita estaba bien grandota (ver fotos)

Mantenimiento, yo le pongo su tierrita y la limpio para que quede bonita.

Modificacion, yo le agregue este espacio aquí para otra ollita (ver foto)

La uso todos los días para las tortillas o cocer caldo

La de gas la uso nada más en la mañana

Compra gas como cada 9 meses por eso de que casi no la uso. 530 le costó el gas la última vez que lo compró.

La leña como la recolectan les sale gratis.

Usualmente solo ella está en la cocina, es la única mujer en la casa pero a veces invita a su nuera.

Usan leña llamada encino, por ahí hay muchos árboles, pino, encino, hará pero yo no los conozco todos. La que más me traen es la de encino. Dura la brasa y no se apaga tanto.

Lo de un burrito me dura toda una semana.



Antes tenía una como U grandota aquí mismo pero si salía el humo por acá y estaba toda ahumada.

Ahora oslo si el tubo está tapado de ollin o basurita es que se me viene para acá el humo. Pero como cada 4 meses ya le doy una limpiadita a el tubo o quito los comalitos para limpiar.

De la otra a esta si sentí mucha diferencia por que se evita uno de respirar mucho humo. Yo por suerte todo bien pero a mi suegra si le daba mucha tos. Mi mamá ella murió de asma pero le decían los doctores que tenía mucho humo en el pulmón.

Con mi estufa anterior siento se gastaba casi lo mismo de leña pero pues es que justo depende tambien de como le ponga uno la leña.

La otra también era de la misma altura.



Glosario de Términos

Término	Significado
Beneficiario	<ol style="list-style-type: none"> 1. adj. Dicho de una persona: Que resulta favorecida por algo. U. t. c. s. 2. adj. Dicho de una persona: Que recibe una prestación.
Beneficio	<ol style="list-style-type: none"> 1. m. Bien que se hace o se recibe. 7. m. Ganancia económica que se obtiene de un negocio, inversión u otra actividad mercantil.
Evaluar	<ol style="list-style-type: none"> 1. tr. Señalar el valor de algo. 2. tr. Estimar, apreciar, calcular el valor de algo.
Impacto	<ol style="list-style-type: none"> 1. m. Conjunto de posibles efectos sobre el medio de una modificación del entorno, como consecuencia de obras u otras actividades.
Medir	<ol style="list-style-type: none"> 1. tr. Comparar una cantidad con su respectiva unidad, con el fin de averiguar cuántas veces la segunda está contenida en la primera. 2. tr. Comparar algo no material con otra cosa. Medir las fuerzas, el ingenio. U. t. c. prnl.

Reflexiones personales

Esta propuesta metodológica no pretende indicar qué cálculos se deben de hacer para conocer la capacidad de captación de agua volumétrica que tiene una construcción específica, ni de dónde sacar la información de precipitación anual en la zona para poder realizar dichos cálculos, claro que una guía que nos diga eso para cada ecotecnia y cada impacto es muy necesaria pues ayudaría a muchos y nos ahorraría tiempo de búsqueda a todos, pero para esta tesis de licenciatura descubrí que no me daría para incluirlo aunque inicialmente pensé que así sería. Al enfocarse en sólo una ecotecnia me parece que habría sido factible pero como mi idea era generar una guía general que marque un inicio claro de cómo medir algunos impactos por el uso de ecotecnias se volvió imposible el abarcar tanto. Inicialmente pensaba enfocarme en 10 ecotecnias pero con el paso del tiempo me di cuenta de que tenía que reducir ese número y mi investigación me llevó

finalmente a la metodología que aquí les presento. Lo veo como un inicio para mejorar y aumentar, no solo la medición de impacto o el monitoreo de ecotecnias sino ultimadamente, su implementación.

También es importante reflexionar lo siguiente: en algunos casos las ecotecnologías implementadas son cambiadas por otra tecnología que satisface la misma necesidad y este tema no ha sido ampliamente estudiado hasta ahora. Pude experimentar este fenómeno de primera mano cuando fui a probar mi herramienta con los baños secos que se implementaron en la isla de Yunuen hace alrededor de 10 años y me di cuenta de que de los 20 o 30 baños que se habían construido originalmente ahora sólo 3 estaban en uso, muchos se convirtieron en bodegas. En estos casos los impactos que propongo ya no pueden ser medidos como una constante pues ya no suceden más sin embargo sí estuvieron presentes durante el tiempo que los baños secos se usaron y aunque sea solo por 3 o 10 años los usuarios experimentaron algunos beneficios.

En éste caso en particular ahora la mayoría tenía baños de agua y me expresaron la incomodidad de tener que manejar ellos mismos sus residuos lo cual a una gran escala no tendría gran importancia ya que el tener que invertir algo de tiempo en el manejo de nuestros propios residuos es algo que vale la pena desde un punto de vista ambiental que ve por el bienestar de todos a largo plazo pero desde un punto de vista más local y social es entendible que cada familia y usuario priorice su comodidad.

Esto es algo muy importante a tomar en cuenta a la hora del diseño de las ecotecnias y de la planeación de su difusión e implementación pero por supuesto que no toda la responsabilidad de mejorar nuestra interacción con el ambiente puede recaer en las ecotecnias, una amplia gama de factores influyen en si una ecotecnia tendrá éxito o no, si cumplirá con su propósito y qué tanto, si será apropiada o no. Algunos de estos factores son nuestra educación, la forma en la que vemos el mundo, como queremos interactuar con nuestro ambiente, nuestras prioridades (el egoísmo vs.

la colectividad y el bienestar de la mayoría no solo en la actualidad sino también a futuro = un pensamiento enfocado hacia la sustentabilidad), entre otras.

Diseño y descripción del proceso de investigación

Este trabajo pretende servir para que tanto empresas privadas como asociaciones civiles, organizaciones no gubernamentales o académicos, puedan contar con una herramienta que los guíe a la hora de querer analizar los alcances de diversas ecotecnias con respecto a sus cualidades positivas y los beneficios que promueven. Para ello lo primero es definir a qué nos referimos con impactos y cuáles son los que puede generar el uso de distintas ecotecnias. Una posible fuente valiosa de información acerca de los impactos sería una herramienta que los mida por lo que, lo primero que hice fue investigar si ya existe algo similar.

Lo más cercano que encontré fue la tesis de Salinas (2015) titulada “Impacto ambiental, social y económico derivado de la implementación de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia en dos estudios de caso en México”. Como tal, no es una propuesta metodológica pero si es un trabajo de evaluación de impacto por el uso de una ecotecnia.

Para la propuesta de metodología, el primer paso en la generación fue el investigar tanto la justificación como el marco teórico del trabajo. A la par me puse a buscar herramientas, metodologías o sistemas que me pudiesen ayudar como base e inspiración para la formulación de mi metodología de evaluación.

Después de tener la estructura general de mi trabajo y elaborar una robusta introducción haciendo revisión bibliográfica de información acerca del panorama general de crisis ambiental mundial y en México, la sustentabilidad y las ecotecnias, pasé a la segunda fase: profundizar la investigación de algunas metodologías existentes (EIA, ACV y MESMIS).

Busqué distintas guías, tesis, libros y publicaciones de cada metodología a estudiar y después, con la información obtenida, comencé a redactar un resumen de cada una con su descripción, finalidad, desarrollo, etc. Aquí también incluí elementos o herramientas que consideré pudiesen ser de utilidad para la propuesta. Todo esto formó parte de la sistematización de los marcos y terminó conformando buena parte de mis resultados.

Muchos podrían pensar que la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) sería la metodología más parecida a lo que aquí se propondrá para evaluar el impacto de las ecotecnias, pero al hacer mi investigación bibliográfica de las tres descubrí que fue la que menos se acercaba a las necesidades de mi propuesta.

La EIA se centra en los impactos negativos generados por la ejecución de un proyecto a gran escala, con esto me refiero a que se suele utilizar para considerar los daños que podría ocasionar la construcción de un nuevo centro comercial, una carretera, fábrica o zona minera, etc. Es por ello que toma en cuenta impactos sobre el ecosistema o socioeconómicos (como la generación de empleos) entre otros. Después de estudiar sobre la EIA puedo concluir que su evaluación de impactos no se puede extrapolar para la del uso de ecotecnias. Aún así encontré algunos elementos en la EIA que me parecieron rescatables para los fines de este trabajo así que las consideré.

Después de un tiempo me di cuenta de que, aunque recurrí a nuevas fuentes de información, el contenido se repetía. Fue entonces que decidí terminar el apartado de EIA y pasar al Análisis de Ciclo de vida (ACV).

Al indagar acerca del ACV encontré lo que consideré como la primer base sólida para establecer los posibles impactos a medir ya que, a pesar de tener inicialmente una idea de cuáles serían (gracias a mi experiencia en campo y lo aprendido durante la licenciatura) era importante lograr encontrar algún respaldo teórico.

Igual que con EIA indagué en diferentes fuentes bibliográficas hasta que la misma información volvía a aparecer, pero en este caso particular me basé principalmente en los documentos o guías de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO por sus siglas en inglés) que desde los 90's empezó a, como su nombre lo dice, estandarizar esta metodología. El ACV cuenta con una fase de análisis de impacto por lo que también realicé una descripción general de ésta. Aquí los impactos se dividen en tres categorías principales, una que se centra en los recursos ambientales, otra en la salud humana y la última en el ambiente de creación humana. Dedicué un subapartado para las categorías de impacto del ACV. A su vez traduje algunas figuras para incluirlas en este trabajo.

Con base a lo aprendido acerca del ACV procedí a elaborar una sección con lo que me podría ser útil e hice una tabla que relaciona una propuesta inicial de impactos con distintas ecotecnias (Figura 15).

También tuve la oportunidad de entrevistar en campo a varios usuarios de distintas ecotecnias, en específico de baños secos, sistemas de captación de agua de lluvia, huertos, estufas ahorradoras y un calentador solar. Esto me permitió un acercamiento directo con los usuarios de

las ecotecnias así como el verlas en acción y no sólo reafirmar la importancia de su uso sostenido, sino que también me dio testimonios de cómo pueden llegar a impactar en su realidad y cotidianeidad.

Al mismo tiempo, junto con mi compañera Fernanda Melchor, que también se encontraba realizando su tesis con el M. C. Alfredo Fuentes, elaboramos un cuestionario para obtener información en base a las experiencias y conocimientos de distintos organismos o grupos implementadores y procedimos a contactarlos vía correo. Lamentablemente ninguna de las asociaciones que nos contestó compartió información detallada acerca de la medición de impactos puesto que se enfocan más en la implementación. Aún así elaboré una tabla para presentar sus respuestas que se puede consultar en el capítulo tercero (Figura 12). Ahí se puede ver qué es lo que ellos entienden por medición de impactos y si los miden o no. Noté que la idea general está presente, pero en efecto hace falta dar seguimientos y así sistematizar y estandarizar la evaluación de los impactos generados por el uso de ecotecnias.

La última metodología que chequé fue MESMIS. Los creadores de Marco de Evaluación publicaron un libro que explica y ejemplifica su uso, se le conoce como “el libro verde” pero se titula “Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales”. Después de leer todo el libro procedí a enlistar sus pasos a seguir y sacar una pequeña descripción de cada uno. No me lo esperaba pero esta tercer metodología me dio bastante inspiración en cómo podría estructurar mi propuesta.

Tomando en cuenta las metodologías revisadas noté que todas se componían de pasos, en general seis. Decidí replicar esta estructura y lógica. En conjunto con la experiencia en campo y todo lo leído en la literatura establecí 6 puntos a seguir.

Para proponer los impactos de una ecotecnia es indispensable conocer su funcionamiento general, las necesidades que satisface y distintos contextos en los cuales las podemos encontrar. Ya que tomo en cuenta a varias, investigué acerca de cada una.

Después elaboré un grupo de tablas por cada ecotecnia en las que organicé los impactos a medir en categorías. Para cada categoría propongo indicadores y el método de medición: Distintas preguntas que nos ayudarán a conocer los impactos.

La mayor parte de la información recopilada para el presente trabajo se recabó por medio de una investigación documental mientras que otra parte fue con encuestas.

En este caso las encuestas no fueron para hacer una evaluación de impacto formal siguiendo toda la metodología propuesta sino que se aplicaron en campo. De esta forma pude corroborar la validez e importancia de las preguntas propuestas para la evaluación de impacto. La idea es que las respuestas también ayuden a justificar las categorías propuestas y el cómo planteo clasificar los impactos.

Referencias

- Abastecedora Palermo Green Environment, S.A. de C.V. (s/a). Estufa Ecológica o estufa ahorradora de leña.
http://www.abastecedorapalermo.com/?gclid=Cj0KCQjw753rBRCVARIsANe3o46LnREde9aPjZzvKQRfCVDRPOXuyXFzQTPWUiPMeWNLMQ6k4DREX9kaAgjcEALw_wcB#productos
- Abril Guillermo, Camhaji Elías, Oquendo, Catalina, Torrado, Santiago, Oliveira, Joana, Centenera Mar. (2019). Generación Greta. Así son los jóvenes que han dicho basta a la destrucción del planeta.
https://elpais.com/elpais/2019/09/16/eps/1568642428_048593.html#?sma=newsletter_eps20190919
- Aguilera Hintelholher, R. (2013). Identidad y diferenciación entre Método y Metodología. *Estudios Políticos*, 9 (28), 81-103.
<https://www.redalyc.org/pdf/4264/426439549004.pdf>
- Asamblea Legislativa del Distrito Federal, VI Legislatura. (2016). Ley de Huertos Urbanos En la Ciudad de México. <http://aldf.gob.mx/archivo-2f67938c69ef3a4c7270705a3522b187.pdf>
- Asociación Hondureña para el Desarrollo: AHDESA. (). Manual práctico: Construyendo la Eco-estufa Justa 16x24. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
https://energypedia.info/images/3/32/GIZ_Honduras_ManualConstrucci%C3%B3n_EcoEstufasJusta.pdf
- Bare, J. (2006). Risk Assessment and Life-Cycle Impact Assessment (LCIA) for Human Health Cancerous and Noncancerous Emissions: Integrated and Complementary with

Consistency within the USEPA. Human And Ecological Risk Assessment: An International Journal, 12(3), 493-509. doi: 10.1080/10807030600561683

Cemex México. (s/a). Estufas Ecológicas.

<https://www.cemexmexico.com/sostenibilidad/vivienda/estufas-ecologicas>

CIA: Central Intelligence Agency. (2014). The World Factbook: Distribution of family income, GINI index. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2172rank.html>

Conesa Fernández-Vítora, V., Conesa Ripoll, V., & Conesa Ripoll, L. (2011). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (4th ed., pp. 79-97). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

https://books.google.com.mx/books?id=wa4SAQAAQBAJ&lpg=PP2&ots=r_46cPI95o&dq=tipos%20de%20impacto%20ambiental&lr&pg=PA3#v=onepage&q&f=false

Coria, I. (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. Invenio, 11(20), 125-135. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87702010>

Cortés Cortés, M. & Iglesias León, M. (2004). Generalidades sobre metodología de la investigación.

https://books.google.com/books/about/Generalidades_sobre_metodolog%C3%ADa_de_la_i.html?id=E-yhYgEACAAJ

Cotán-Pinto A. Santiago. (2007). Valoración de impactos ambientales. INERCO.

http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48150/componente48148.pdf

Del Moral I. Leandro. (2012). Crisis del capitalismo global. Desarrollo y medio ambiente.

<https://www.raco.cat/index.php/DocumentsAnalisi/article/viewFile/262783/350258>

Departamento de medio ambiente, planificación territorial, agricultura y pesca del gobierno

vasco . (2009). Análisis de ciclo de vida y de huella de carbono: dos maneras de medir el impacto ambiental de un proyecto. Editorial IHOBE, S.A. Sociedad Pública de Gestión

Ambiental. http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2012/10/PUB-2009-033-f-C-001_analisis-ACV-y-huella-de-carbonoV2CAST.pdf

Enerdata. (2018). Global Energy Statistical Yearbook 2018: Breakdown by country (Mtoe).
<https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html>

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2012).
Evaluación del impacto ambiental: Directrices para los proyectos de campo de la FAO.
<http://www.fao.org/3/a-i2802s.pdf>

FAO. (2014). Growing Greener Cities in Latin America and the Caribbean.
<http://www.fao.org/3/a-i3696e.pdf>

Fernández D. Ramón. (2011). La quiebra del capitalismo global 2000-2030: El inicio del fin de la energía fósil, una ruptura histórica total.
https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/el_inicio_del_fin_de_la_energia_fosil.pdf

Franco A. & Velázquez M. (2016). Una aproximación sociodemográfica al consumo de energía en los hogares mexicanos, 2014.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232092/07_Franco_Velazquez.pdf

García leyton, L. (2004). Aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de impactos ambientales. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
[https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6830/06Lag106de09.pdf?sequence=6&isAllowed=y\[1\]](https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6830/06Lag106de09.pdf?sequence=6&isAllowed=y[1])

García M. Daniela. (2016). Aplicación de Ecotécnicas y huertos demostrativos en la educación básica como propuesta de plan para el rescate de tierras sin uso en Acolman, Estado de México, 2013. Tesis UNAM. <http://132.248.9.195/ptd2016/marzo/0742516/Index.html>

Garmendia Salvador, A., Salvador Alcaide, A., Crespo Sánchez, C., & Garmendia Salvador, L. (2005). Evaluación de impacto ambiental. Madrid: Pearson Educación.

<https://sociologiaambientalvcm.files.wordpress.com/2014/07/evaluacion-de-impacto-ambiental-garmendia.pdf>

Gavito Mayra E., Wal Hans van der, Aldasoro E. Miriam, Ayala-Orozco Bárbara, Bullén Aída A., Cach-Pérez Manuel, Casas-Fernández Alejandro, Fuentes Alfredo, González-Esquivel Carlos, Jaramillo-López Pablo, Martínez Pablo, Masera-Cerruti Omar, Pascual Fermín, Pérez-Salicrup Diego R., Robles Ramiro, Ruiz-Mercado Ilse, & Villanueva Gilberto. (2017). Ecología, tecnología e innovación para la sustentabilidad: retos y perspectivas en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(Supl. dic), 150-160.

<https://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2017.09.001>

GFN: Global Footprint Network. (2018). Ecological Footprint [Huella ecológica].

<https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>

Gobierno de México. (s/a). ¿Qué es una COP? ¿Qué es una CMP?

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/31994/COP21_Que_es_una_COP_Que_es_una_CMP.pdf

González, Fredy (2005). ¿Qué es un paradigma? Análisis teórico, conceptual y psicolingüístico del término. *Investigación y Postgrado*, 20(1). [fecha de Consulta 27 de Noviembre de 2019]. ISSN: 1316-0087. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=658/65820102>

Guinée, J. (2015). Selection of Impact Categories and Classification of LCI Results to Impact Categories. *Life Cycle Impact Assessment*, 17-37. doi: 10.1007/978-94-017-9744-3_2

Guzmán T. Ana G. (2018). Mi primer huerto paso a paso: vínculo entre sociedad y medio ambiente natural. Estudio de caso. Tesis UNAM.

<http://132.248.9.195/ptd2018/agosto/0778178/Index.html>

Hauschild, M., & Huijbregts, M. (2015). Introducing Life Cycle Impact Assessment. *Life Cycle Impact Assessment*, 1-16. doi: 10.1007/978-94-017-9744-3_1

Heinberg Richard. (2007). Peak Everything: Waking Up to the Century of Declines. New Society Publishers.

http://library.uniteddiversity.coop/Energy/Peak_Oil/Peak_Everything-Waking_Up_to_the_Century_of_Declines.pdf

ISO: International Organization of Standardization. (1997). ISO 14040, Environmental management, life cycle assessment, principles and framework.

<https://web.stanford.edu/class/cee214/Readings/ISOLCA.pdf>

Kyba, C. C. M., Kuester, T., Sánchez de Miguel, A., Baugh, K., Jechow, A., Hölker, F., Bennie, J., Elvidge, C. D., Gaston, K. J. & Guanter, L. (2017). Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent. *Science Advances*, 3(11), e1701528.

<http://doi.org/10.1126/sciadv.1701528>

Lara P. Estuardo, Quintero R. Alma L. & Barreras F. Roberto C. (2017). Ecotecnia “Estufa Lorena”. Red Temática sobre el patrimonio biocultural nodo valles agrícolas de Sinaloa.

https://patrimoniobiocultural.com/archivos/publicaciones/revistas/Ecotecnia_%20Estufa%20Lorena.pdf

Leopold, L., Clarke, F., Hanshaw, B., & Balsey, J. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. Volume 645 Of United States, Geological Survey Circular, 28(2).

<https://pubs.usgs.gov/circ/1971/0645/report.pdf>

Lighting Research Center. (Sin fecha). Incandescent lamps.

<https://www.lrc.rpi.edu/resources/publications/lpbh/061Incandescent.pdf>

Masera O., Astier M. & López-Ridaura S. (2000). Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales: El marco de evaluación MESMIS.

https://www.researchgate.net/publication/31712300_Sustentabilidad_y_manejo_de_recursos_naturales_el_marco_de_evaluacion_MESMIS_O_Masera_Cerutti_M_Astier_S_Lopez-Ridaura

McDonald Charlotte. (2015). How many Earths do we need? BBC News.

<https://www.bbc.com/news/magazine-33133712>

Monje Álvarez. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa: Guía

didáctica. Universidad surcolombiana. <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>

OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development. (2014). Income Inequality.

<https://data.oecd.org/inequality/income-inequality.htm>

ONU: Organización de las Naciones Unidas. (2015). Objetivos de desarrollo sostenible.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Ordóñez D. María de Jesús, editor. (2018). Atlas biocultural de huertos familiares en México:

Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Veracruz y península de Yucatán. Universidad Autónoma de México, Centro regional de Investigaciones multidisciplinarias.

<https://www.crim.unam.mx/web/node/2718>

Ortiz M. Jorge A., Malagón G. Sandra L. & Masera C. Omar R. (2015). Ecotecnología y sustentabilidad: una aproximación para el Sur Global.

https://www.researchgate.net/publication/282253143_Ecotecnologia_y_sustentabilidad_una_aproximacion_para_el_Sur_global

Ortiz M. Jorge A., Masera C. Omar R. & Fuentes G. Alfredo F. (2014). La Ecotecnología en

México. <http://ecotec.cieco.unam.mx/Ecotec/wp-content/uploads/La-Ecotecnologia-en-Mexico-ENE-2015-BR.pdf>

Pennington D.W, Potting J, Finnveden G, Lindeijer E, Jolliet O, Rydberg T, et al. (2004). Life cycle assessment—part 2: current impact assessment practice. *Environment International*,

Volumen 30, Pg. 721–739. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2003.12.009>

Perkins, D., Radelet, S., Lindauer, D., & Block, S. (2013). *Economics of development* (7th ed.).

New York, N.Y.: Norton.

Philips. (2017). Philips Dubai Lamp LED, Technical Application Guide.

https://images.philips.com/is/content/PhilipsConsumer/PDFDownloads/Saudi_Arabia/ODLI20160920_001-UPD-en_SA-Philips-Dubai-Lamp.pdf

Priego-Castillo G. A., Galmiche-Tejeda A., Castelán-Estrada M., Ruiz-Rosado O., Ortiz-Ceballos A. I. (2008). Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: Estudios de caso en unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco.

Uciencia 25(1): 39-57. <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v25n1/v25n1a3.pdf>

Prinz D. (1996). Water Harvesting: Past and Future. Sustainability of Irrigated Agriculture.

NATO ASI Series (Series E: Applied Sciences), vol 312. Springer.

<https://publikationen.bibliothek.kit.edu/158696/1132>

Rebitzer G., Ekvall T., Frischknecht R., Hunkeler D., Norris G., Rydberg T., Schmidt W.-P., Suh

S., Weidema B.P., Pennington D.W. (2004). Life cycle assessment: Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. Environment

International, Volumen 30, Issue 5, Pg. 701-720, ISSN 0160-4120.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2003.11.005>

Red Mexicana de Bioenergía: Rembio. (s/a). Modelos de estufas eficientes en México.

<https://rembio.org.mx/areas-tematicas/estufas-eficientes/modelos/>

Reynosa N. Enaidy (2015). Crisis ambiental global: Causas, consecuencias y soluciones

prácticas. Múnich: GRIN Verlag GmbH. <https://www.aacademica.org/ern/5>

Romero R. Blanca I. (2003). El análisis del Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental. Boletín IIE.

28(3): 91-97 <https://www.ineel.mx/boletin032003/tend.pdf>

Sadiq, M.U. (2018). Solar water heating system for residential consumers of Islamabad,

Pakistan: A cost benefit analysis. Journal of Cleaner Production, 172, 2443-2453.

<https://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/90906.pdf>

- Salinas H. Adriana. (2015). Impacto Ambiental, Social y Económico derivado de la implementación de sistemas de captación y almacenamiento de agua de Lluvia en dos estudios de caso en México.
- Sepulveda A. Niza I. (2015). Tecnologías Alternativas Para la Sostenibilidad, una Mirada desde el Chocó, Región del Pacífico Colombiano. <http://www.eumed.net/libros-gratis/2016/1515/tecnologia.htm>
- Silva A. Luis. (2012). La Revolución Industrial y el capitalismo. Universidad Virtual del estado de Guanajuato. <http://roa.uveg.edu.mx/repositorio/bachillerato/36/LaRevolucinIndustrialyelcapitalismo.pdf>
- Smith R. (2010). Beyond Growth or Beyond Capitalism?, real-world economics review. Issue no. 53, pp. 28-42. <http://www.paecon.net/PAEReview/issue53/Smith53.pdf>
- Souza, M. S., & Otrocki, L. (2012). Formulación de objetivos en los proyectos de investigación científica. http://www.periodismo.undav.edu.ar/asignatura_cc/csb06_diseno_y_gestion_de_politicas_en_comunicacion_social/material/souza1.pdf
- Sunday E. Obalum, Mohammed M. Buri, John C. Nwite, et al. (2012). Soil Degradation-Induced Decline in Productivity of Sub-Saharan African Soils: The Prospects of Looking Downwards the Lowlands with the Sawah Ecotechnology. Applied and Environmental Soil Science, vol. 2012, Article ID 673926, 10 pages. <https://doi.org/10.1155/2012/673926>.
- Tafari R., Chiesa G., Caminati R. & Gaspio N. (2014). Capitalismo, Medio ambiente, Desigualdad y Salud. Revista de Salud Pública. http://www.saludpublica.fcm.unc.edu.ar/sites/default/files/RSP14_2_06_art3.pdf
- Tecnología Apropriada. (2020, Agosto 5). En Wikipedia. Disponible en

https://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa_adeuada

UN: United Nations, ONU por sus siglas en español. (1948). The Universal Declaration of Human Rights. <http://www.un.org/en/universal-declaration-human-rights/>

UN: United Nations, Asamblea General. (2010). Resolución 64/292, el derecho humano al agua y el saneamiento.

http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S

UN: United Nations. (2018). The human right to water and sanitation.

http://www.un.org/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml

UN: United Nations. (2019)a. 2019 Emissions Gap Report. <https://www.unep-wcmc.org/news/2019-emissions-gap-report>

UN: United Nations. (2019)b. Visual feature: The emission Gap Report.

<https://www.unenvironment.org/interactive/emissions-gap-report/>

UN: United Nations. (2019)c. The Emissions Gap Report 2019: Interactive.

<https://www.unenvironment.org/interactive/emissions-gap-report/2019/>

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2010). Energy Consumption

http://www.unesco.org/education/tlsf/mods/theme_c/popups/mod13t03s05.html

Universidad Nacional de Río Negro. (2013). Evaluación del Impacto Ambiental.

<http://unrn.edu.ar/blogs/matematica1/files/2013/04/5%C2%B0-Matriz-de-Leopold-con-plantilla.pdf>

Vargas B. María I. & Vega G. Iván F. (2018). El huerto escolar como factor de enfoque hacia la soberanía alimentaria. Valle de Chalco Solidaridad, Estado de México. Tesis UNAM.

<http://132.248.9.195/ptd2018/junio/0774937/Index.html>

World Bank (WB), International Energy Agency (IEA), International Renewable Energy Agency (IRENA), United Nations Statistics Division (UNSD), World Health

Organization (WHO). (2018). Tracking SDG7: The Energy Progress Report [Siguiendo las Metas para el desarrollo sustentable número siete: El reporte de progreso energético].

https://trackingsdg7.esmap.org/data/files/download-documents/tracking_sdg7-the_energy_progress_report_full_report.pdf